



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología

Universidad Nacional Autónoma de México

UNAM
POSGRADO
Ciencias del Mar y
Limnología



CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE *Lutjanus colorado* (Jordan y Gilbert, 1882) EN JAULAS FLOTANTES A DOS DENSIDADES DE SIEMBRA

T E S I S

*Que para obtener el grado académico de
Maestra en Ciencias
(Biología Marina)*

P R E S E N T A

Bióloga Marina: Claudia Angel Pérez

DIRECTOR DE TESIS: *Dr. Felipe Amezcua Martínez*

COMITÉ TUTORAL: *Dra. Ma. Leticia Arena Ortiz
Dra. Crisantema Hernández González
Dr. Armando A. Ortega Salas
Dra. Elaine Espino Barr
MPA. Noemí García-Aguilar*

Mazatlán, Sinaloa agosto del 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán por todo el apoyo brindado para poder realizar mis estudios de maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada.

Al Dr. Felipe Amezcua Martínez por la dirección de la presente tesis

A mi comité tutorial: Dra. Ma. Leticia Arena Ortiz por sus aportaciones y comentarios, Dra. Crisantema Hernández González por el apoyo en los análisis bromatológicos, asesoría y amable atención siempre que lo requerí, Dr. Armando Ortega Salas por su apoyo e interés en el presente trabajo, Dra. Elaine Espino Barr por su interés en mi tesis y su atención en la revisión de la misma; a la M.P.A. Noemí García Aguilar por su amable atención, dedicación, acompañamiento, asesoría y amistad durante todo este proceso.

Al Laboratorio de Nutrición y Bromatología del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo CIAD– Unidad Mazatlán, Sin. por el apoyo en los análisis bromatológicos, en especial a la Dra. Crisantema Hernández González y a la Biól. Blanca T. González Rodríguez.

A todos los que fueron mis profesores por compartir conmigo sus conocimientos.

A Ma. Clara Ramírez por su apoyo y atención en la obtención del material bibliográfico.

A Margarita Cordero por su asesoría y apoyo en trámites administrativos.

A mis amig@s y compañer@s por los buenos y agradables momentos, prefiero no mencionarl@s para evitar olvidar a alguien.

A Carlos Suárez y Herlinda Rojas por todo su importante apoyo la sala de cómputo.

Al M en C. Alberto Rodríguez Preciado por su apoyo en la elaboración del mapa de estudios.

Al Dr. José Luis Carballo por su apoyo en el préstamo del HoBo

Al Mat. Germán Ramírez por su valiosa asesoría en la parte estadística.

Al Dr. Eric Bautista por todo su apoyo y paciencia en momentos críticos durante el desarrollo del presente proyecto de investigación y en la revisión final de este documento.

A Bibiana Muso, por su compañía y por escucharme en momentos difíciles, pero sobre todo por su amistad; Ángela Aguiar y Gladys Martínez por su compañía, por los momentos felices y por brindarme su amistad.

A Valentín Carrillo, Alfredo Guerra Velázquez y Julio Ozuna Salazar de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa por su valioso apoyo en los muestreos mensuales; también a Bibiana, Angela, Víctor Muro y Gladys del ICMYL-UNAM, así como a German Morales.

A mi familia por todo su amor y atención, en especial a mi madre por estar siempre atenta de mí.

Un enorme agradecimiento al biólogo pesquero Onésimo López Ramos por su importante asesoría, acompañamiento y financiamiento; que hizo posible el desarrollo del presente trabajo.

A todas y todos ¡muchas gracias!

DEDICATORIA

A Silvia por ser una gran mujer cuya fortaleza siempre admiraré y sobre todo por darme la vida

A Teodosio por sus ideales, disciplina y por darme la vida

A mi hermana Dali, a mis hermanos Omar, Horacio, Gabriel, Jorge y Beto; por todo su amor y representar en mi vida la unidad familiar.

A mis sobrinos Alan Omar, Diego y Edgar porque son una adoración

A mis cuñadas Nallely Martínez, Jessie Hahn y Maribel Martínez por su amistad y cariño

Al biólogo pesquero Onésimo López por su pasión por los pargos.

No existe conocimiento de buen o mal nivel, sino sólo aquel que emana de la experimentación.

Leonardo Da Vinci

CONTENIDO

INDICE	i
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABLAS	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1. Descripción de la especie.....	4
2.2.Sistema de cultivo en jaulas flotantes	5
2.2.1. Crecimiento	6
2.2.2. Alimentación.....	8
2.2.3. Cultivo en jaulas de algunas especies del género <i>Lutjanus</i> sp.	9
2.2.4. Densidades de cultivo de algunas especies del género <i>Lutjanus</i> sp.	10
3. HIPÓTESIS	13
4. OBJETIVOS	13
4.1. Objetivo general.....	13
4.2. Objetivos generales.....	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS	14
5.1. Área de estudio	14
5.2. Construcción e instalación de jaulas	15
5.3. Captura y transporte de organismos	16
5.4. Siembra	16
5.5. Alimento y ración alimenticia	17
5.6. Calidad nutricional del alimento y eficiencia alimenticia	17
5.7. Biometrías	18

5.8. Parámetros fisicoquímicos del agua	19
5.9. Análisis de datos	19
6. RESULTADOS	24
6. 1. Adaptación y manejo de <i>L. colorado</i> en el sistema de cultivo	24
6.1.1. Alimento y calidad nutricional	24
6.2. Parámetros fisicoquímicos del agua	26
6. 3. Crecimiento de juveniles de <i>L. colorado</i>	27
6.3.1. Relación Longitud – peso	27
6.3.2. Peso	29
6.3.3. Biomasa total	31
6.3.4. Longitud, altura y anchura.....	31
6.3.5. Peso ganado (PG)	36
6.3.6. Ganancia en biomasa (Gb)	38
6.3.7. Tasa de crecimiento absoluto (TCA)	38
6.3.8. Tasa de crecimiento específico (TCE).	39
6.4. Supervivencia.....	39
6.5. Índices de condición y de calidad del alimento	40
6.5.1. Factor de conversión alimenticia (FCA)	40
6.5.2. Factor de condición (FC)	40
6.5.3. Tasa de eficiencia proteica (TEP)	41
6.5.4. Valor proteico productivo (VPP)	41
7. DISCUSIÓN	42
8. CONCLUSIONES	46
9. RECOMENDACIONES	47
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
11. ANEXO I.....	56
12. ANEXO II	57
13. ANEXO III	58
14. ANEXO IV	59

15. ANEXO V	60
16. ANEXO VI	62
17. ANEXO VII	68
18. ANEXO VIII	69
19. ANEXO IX	69
20. ANEXO X	68
21. ANEXO XI	69
22. ANEXO XII	70

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	<i>Lutjanus colorado</i> , ejemplar de 725 g con 34.8 cm	5
2	Localización del área de estudio y ubicación de las jaulas de cultivo	14
3	a) Jaula experimental, b) Flotador	16
4	Biometrías de <i>L. colorado</i> : a) proceso de anestesia, b) peso, c) longitud total, d) altura, e) anchura, f) deposito en las jaulas (previamente recuperados de la anestesia).....	18
5	Relación de la temperatura con el crecimiento de <i>L. colorado</i> , febrero a octubre del 2010.	27
6	Relación longitud total – peso de <i>L. colorado</i> correspondiente a la densidad de 15 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.	28
7	Relación longitud total – peso de <i>L. colorado</i> correspondiente a la densidad de 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.	29
8	Peso en gramos (promedio \pm error estándar) de <i>L. colorado</i> correspondientes a densidades de 15 y 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.	31
9	Longitud en cm (promedio \pm error estándar) de <i>L. colorado</i> correspondientes a densidades de 15 y 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.	33
10	Altura en cm (promedio \pm error estándar) de <i>L. colorado</i> correspondientes a densidades de 15 y 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.	35
11	Anchura en cm (promedio \pm error estándar) de <i>L. colorado</i> correspondientes a densidades de 15 y 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.	36
12	Peso ganado en gramos de <i>L. colorado</i> en cada una de las seis jaulas,	

correspondientes a densidades de 15 y 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.	38
---	----

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Clasificación taxonómica de <i>Lutjanus colorado</i> , según Amezcua-Linares, 2009.....	5
2	Pesos y longitudes (promedio \pm desv. est.) de siembra de <i>L. colorado</i> por jaula.....	17
3	Valores promedio del consumo diario de alimento en gramos de <i>L. colorado</i> por jaula.....	24
4	Análisis bioquímico proximal (promedio \pm desv. est.) de <i>Thunnus albacares</i> en base húmeda.	25
5	Análisis bioquímico proximal (promedio \pm desv. est.) del cuerpo entero de <i>L. colorado</i> en base húmeda.	25
6	Valores (promedio \pm desv. est.) de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad.	26
7	Peso en gramos (promedio \pm desv. est.) de <i>L. colorado</i> por tiempo y densidad.....	30
8	Biomasa total en gramos de <i>L. colorado</i> por tiempo y densidad.....	32
9	Longitud total en cm (promedio \pm desv. est.) de <i>L. colorado</i> por tiempo y densidad.....	33
10	Altura en cm (promedio \pm desv. est.) de <i>L. colorado</i> por tiempo y densidad.	34
11	Anchura (cm) (promedio \pm desv. est.) de <i>L. colorado</i> por tiempo y densidad.....	36
12	Peso ganado en gramos (promedio \pm desviación estándar) de <i>L. colorado</i> por tiempo y densidad.....	37
13	Tasa de crecimiento absoluto (TCA), tasa de crecimiento específico (TCE), ganancia en biomasa (Gb), peso ganado (PG) de <i>Lutjanus</i>	

	<i>colorado</i> , febrero a octubre del 2010.	39
14	Porcentaje de supervivencia de <i>L. colorado</i> (promedio \pm desviación estándar) por densidad.....	40
15	Factor de conversión alimenticia (FCA), factor de condición (FC) y tasa de eficiencia proteica (TEP) de <i>Lutjanus colorado</i> , febrero a octubre del 2010.....	41

RESUMEN

Se evaluó el crecimiento y supervivencia de *Lutjanus colorado* en jaulas flotantes a dos densidades de siembra 15 y 30 peces/m³, alimentándolos con carne negra, subproducto fresco de *Thunnus albacares* con 29% de proteína y 2% de grasa. El alimento se les suministró a las 8:00 y 18:00 h de 3 a 7% de su biomasa total. Las biometrías de peso, longitud total, altura y anchura se realizaron mensualmente durante ocho meses, los datos fueron analizados a través del análisis de covarianza no paramétrico de Conover-Iman. Se trabajó con tres pesos y tallas de siembra: sub-adultos de 111.7 ± 39.2 g con 18.7 ± 2.5 cm, juveniles de 79.0 ± 32.2 g con 16.8 ± 2.3 cm y juveniles pequeños de 8.7 ± 4.9 g con 7.7 ± 1.5 cm; obteniendo pesos y tallas finales de 556.8 ± 132.3 g con 32.6 ± 2.9 cm, 477.4 ± 134.5 g con 31.1 ± 3.1 cm y 230.9 ± 81.4 g con 24.1 ± 2.9 cm respectivamente. Las tasas de crecimiento absoluto y específico alcanzadas para sub-adultos fueron de 1.8 ± 1.4 g/día y 0.7 ± 0.5%/día, para juveniles 1.6 ± 0.9 g/día y 0.8 ± 0.5%/día, para juveniles pequeños 0.9 ± 0.8 g/día y 1.4 ± 0.7%/día. El peso ganado para cada uno de ellos fue de 445.5 ± 93.2 g, 398.0 ± 102.3 g y 222 ± 76.5 g, así como un factor de conversión alimenticia de 1.7 ± 0.4, 1.5 ± 0.4 y 1.0 ± 0.4 respectivamente. El factor de condición fue de 1.6 ± 0.2 para los sub-adultos, 1.7 ± 0.2 para juveniles y 1.7 ± 0.2 para juveniles pequeños. La supervivencia lograda fue de 98.9%. Los parámetros ambientales fueron tomados diariamente a las 8:00 h, la temperatura osciló de 19°C a 31°C, oxígeno disuelto de 5 a 6.4 mg/l y salinidad de 32 a 35 ppm. Las densidades utilizadas no tuvieron efecto en el crecimiento y supervivencia de *L. colorado*. Ésta es una especie con potencial de cultivo debido a las tasas de crecimiento obtenidas y por ser un organismo resistente al manejo y confinamiento.

Palabras claves: *Lutjanus colorado*, crecimiento, supervivencia, densidad.

ABSTRACT

The growth and survival of red snapper *Lutjanus colorado* in floating net cages. was assessed. Cages were stocked with 15 fish/m³ and 30 fish/m³. The fish were fed twice a day (8:00 and 18:00 hrs) at amounts of 3 to 7% of their total body weight with fresh dark meat from *Thunnus albacares*, containing 29% protein and 2% lipids. Growth was estimated through measurements of body weight, total length, height, and width monthly for eight months. The data was analyzed using a Conover-Iman non-parametric covariance analysis. Mean initial body weight and length of cultures were: sub-adults 111.7 ± 39.2 g with 18.7 ± 2.5 cm, juveniles 79.0 ± 32.2 g with 16.8 ± 2.3 cm, and small juveniles 8.7 ± 4.9 g with 7.7 ± 1.5 cm; obtaining at the end of the experiment weight and length of sub-adults of 556.8 ± 132.3 g with 32.6 ± 2.9 cm, juveniles of 477.4 ± 134.5 g with 31.1 ± 3.1 cm and sub-juveniles of 230.9 ± 81.4 g with 24.1 ± 2.9 cm. Absolute growth rate and specific growth rate reached for sub-adults was of 1.8 ± 1.4 g/day and 0.7 ± 0.5%/day, for juveniles 1.6 ± 0.9 g/day and 0.8 ± 0.5 %/day, and for small juveniles 0.9 ± 0.8 g/day and 1.4 ± 0.7 %/day. Weight gain was of 445.5 ± 93.2 g, 398.0 ± 102.3 g, and 222 ± 76.5 g for the three sizes stocked. Feed conversion factor was of 1.7 ± 0.4, 1.5 ± 0.4 and 1.0 ± 0.4 respectively for the three stocks. Condition factor was of 1.6 ± 0.2 for sub-adults, 1.7 ± 0.2 for juveniles, and 1.7 ± 0.2 for small juveniles. Overall survival rate was 98.9%. Environmental parameters were taken every day at 8:00 hrs, temperature ranged from 19°C to 31°C, dissolved oxygen was from 5 to 6.4 mg/l and salinity was from 32 to 35 ppm. The stocked densities had not effect on growth and survival of *L. colorado*. This species has potential for aquaculture due to its growth rates and because it is resistant to handling and confinement.

Key words: *Lutjanus colorado*, growth, survival, density.

1. INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento de la población mundial se cree que el consumo de peces se incrementará 57%, de 62.7 a 98.6 millones de toneladas métricas de 1997 a 2020 en países en desarrollo (Delgado *et al.*, 2003). Lo anterior podría provocar alteraciones ecológicas irreversibles en los sistemas acuáticos, especialmente en los marinos, porque la pesca extractiva actúa como una enorme presión sobre un número muy limitado de especies; una de cada mil especies acuática es explotada (Castelló-Orvay, 2001). Aunado a ello, el aumento sustancial de los precios de la energía y los alimentos, así como el cambio climático (FAO, 2009), posiblemente provoquen que la obtención de proteína sea cada vez menos accesible, especialmente en países donde aún existe gran desigualdad social y problemas de desnutrición. En este sentido es importante impulsar alternativas que permitan el uso sustentable de los recursos marinos, especialmente de especies de importancia comercial como los pargos.

En México, los pargos (Familia Lutjanidae) forman parte de una de las pesquerías de mayor importancia comercial, la cual ha ido en aumento en los últimos años, con una producción en peso vivo de 2,655 t en el 2000 a 4,454 t en el 2007 (CONAPESCA, 2009). En consecuencia, los pargos han sido sometidos a fuertes presiones de pesca en el Pacífico mexicano, por lo que la talla de captura ha disminuido cada vez más, pescando organismos que aún no han alcanzado la talla de primera madurez (Santamaría y Chávez, 1999; Espino-Barr, 2000; Rojas-Herrera, 2001; Newman y Dunk, 2002; Lucano-Ramírez *et al.*, 2003; Díaz-Uribe *et al.*, 2004).

El *Lutjanus colorado* es una de las especies del grupo de pargos con mayor aceptación y de las más cotizadas (López-Ramos, com. pers., 2010), por lo que presenta ya signos de sobreexplotación (Santamaría y Chávez, 1999; Espino-Barr, 2000; Rojas-Herrera, 2001; Newman y Dunk, 2002; Lucano-Ramírez *et al.*, 2003; Díaz-Uribe *et al.*, 2004). Una alternativa para garantizar la conservación y preservación de esta especie y otras de importancia comercial, es la maricultura, debido a que ésta práctica presenta importancia social y económica, al mitigar los impactos de la pobreza y dar mayores oportunidades de

empleo en las comunidades rurales, al mejorar la nutrición humana y su bienestar (FAO, 2006d; Halwart and Morchl, 2006 & Hambrey, 1999). Lo anterior es especialmente importante en países como México, donde 11 de los 31 estados de la República presentan índices de alta a muy alta marginación (CONAPO, 2005).

Uno de los objetivos de la maricultura contemporánea es realizar la cría intensiva de especies silvestres, porque permitirá aumentar la disponibilidad de recursos alimentarios y disminuir el impacto de la pesca en los ecosistemas (Avilés-Quevedo, 2002). Esto, siempre y cuando se lleve a cabo de manera sostenible y amigable con el medio ambiente.

El cultivo en jaulas flotantes es una de las técnicas acuícolas existentes. Esta técnica inició en Asia hace dos siglos y ha tomado auge en los últimos 20 años. Se considera el sistema acuícola con mayor potencial de crecimiento a nivel mundial, ya que se cultiva una diversidad de especies de manera rudimentaria y a pequeña escala hasta nivel comercial. Asimismo, se ha ido ampliando a diferentes cuerpos de agua como ríos, lagos, lagunas y el océano (FAO, 2007). En México esta práctica se inició a finales de la década de 1980 con estudios realizados para la engorda del pámpano (*Trachinotus paitiensis*), así como observaciones preliminares para el cultivo en jaulas flotantes de *Lutjanus argentiventris*, *L. aratus* y *L. peru* (Avilés, 2002).

Los mayores productores con este sistema a nivel mundial en el 2005 fueron Noruega (652,306 t) y Chile (588,060 t) con la producción de *Salmo salar* (FAO, 2007). Mientras que en México los estados de Baja California Sur, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca han llegado a cultivar algunas especies del género *Lutjanus* sp. a pequeña escala, siendo Baja California Sur el único estado que ha realizado la engorda de *L. guttatus* a nivel comercial (Avilés et al., 2007). Estas prácticas se han realizado capturando los organismos juveniles del medio silvestre para luego ser engordados.

Existen diversas dificultades que detienen el impulso de la maricultura en México, entre ellas está la disposición de alimento, considerado como uno de los grandes problemas, debido a que puede representar cerca del 60% a 80% de producción en la acuicultura intensiva (FAO, 2007). Una alternativa sustentable es darle utilidad a los desechos de las pesquerías que no son aprovechadas, con la finalidad de optimizar los recursos pesqueros y

disminuir los costos de producción, haciendo factible el desarrollo de este sistema en México. Por ejemplo la industria atunera mexicana procesa aproximadamente 35,000 t anuales de atún, de los cuales 52-54% son descargados como subproductos e incluyen cabezas, aletas, piel, carne negra y vísceras (Hernández *et al.*, 2004).

En este sentido, el presente estudio evaluó el crecimiento y supervivencia de *Lutjanus colorado* en jaulas flotantes, se les suministró alimento fresco que consistió en carne negra subproducto de *Thunnus albacares*, favoreciendo así al desarrollo de tecnología para su engorda en jaulas flotantes.

2. ANTECEDENTES

2.1. Descripción de la especie

Los peces pertenecientes a la familia Lutjanidae se distribuyen en mares tropicales y subtropicales del Atlántico, Índico y Pacífico desde la costa hasta zonas profundas; frecuentan estuarios y lagunas. Se reconocen cuatro subfamilias, 17 géneros y 105 especies, un gran número de ellas en el Indo-Pacífico (Allen, 1985). El género mejor representado es *Lutjanus* con 64 especies, de las cuales nueve son endémicas del Pacífico (Amezcu-Linares, 2009). Son importantes como alimento humano y todas son comercialmente explotadas.

Dentro del género *Lutjanus* se encuentra la especie *Lutjanus colorado*, la cual se distribuye de California sur y Golfo de California a Ecuador (Amezcu-Linares, 2009) (Tabla 1, Fig. 1). Presenta dos períodos reproductivos uno en verano y otro en invierno, es una especie eurihalina y euriterma (Piñón-Gimate, 2003). *L. colorado* no muestra preferencia por algún sustrato en particular, puede encontrarse en fondos lodosos, arenosos o rocosos y depende de los estuarios para su crianza (Martínez-Andrade, 2003). Se ha encontrado en áreas con intervalos de oxígeno entre 2.7 mg/l a 11.6 mg/l (Rojas, 1997). La dieta de estos organismos está representada principalmente por dos grupos tróficos, peces y crustáceos; ocasionalmente consumen moluscos, anélidos y vegetación (i.e. *Rhizophora mangle*) (Santamaría-Miranda *et al.*, 2005). Los juveniles son carnívoros polífagos con amplio espectro alimenticio, en el que predomina la ictiofauna. Los adultos tienen una dieta más restringida consumen peces, pero sobre todo crustáceos especialmente camarones; llegando a consumir exclusivamente estomatópodos. En general, se caracterizan por ser cazadores bentónicos, se alimentan de forma continua en el día y la noche, se cree que los juveniles se alimentan sólo en el día, quizás para evitar depredadores (Rojas, 1997).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Lutjanus colorado*, según Amezcua-Linares, 2009

División: Teleostei
Subdivisión: Euteleostei
Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Suborden: Percoidei
Familia: Lutjanidae
Género: <i>Lutjanus</i> (Bloch, 1790)
Especie: <i>Lutjanus colorado</i> (Jordan y Gilbert, 1882)

Fig. 1. *Lutjanus colorado*, ejemplar de 725 g con 34.8 cm

2.2. Sistema de cultivo en jaulas flotantes

Las jaulas fueron utilizadas por primera vez por pescadores para almacenar su producto antes de ser llevado al mercado. La primera jaula verdadera para producir peces fue construida en el sureste de Asia hace un siglo y eran elaboradas de madera o bambú (Masser, 1998).

Las jaulas flotantes son estructuras sustentantes que dan rigidez o forma a la malla o red que delimita un volumen de agua, donde se introducen los peces para su cultivo. Sus componentes son una estructura sustentante, recinto contenedor o red y sistema de anclaje. La estructura puede ser de forma rectangular, cuadrada, circular, hexagonal, octagonal, entre otras, así como flotantes o sumergidas; los materiales para la estructura pueden ser

diversos por ejemplo de madera, hierro, aluminio, P.V.C. y fibra de vidrio. El recinto contenedor de los peces, generalmente es una red de nylon, con o sin nudos, con luz de malla acorde al tamaño de los peces. La profundidad de la red usualmente depende de las dimensiones de la estructura, de la corriente y principalmente de la especie a cultivar (Torres-Pérez *et al.*, 1989).

El cultivo en jaulas es considerado un sistema intensivo, cuyas ventajas son la necesidad de espacios mínimos, producción muy alta por unidad de área, facilidad para trasladar las jaulas en caso de contaminación, protección contra depredadores, conveniencia para cultivo de muchas especies y facilidad de recolección (Viveros, 2009). Con éste sistema, es posible utilizar diversos cuerpos de agua costeros o interiores, sin necesidad de deforestar; aunque existen algunas desventajas como lo es la gran demanda de oxígeno y flujo de agua, contaminación rápida, conflicto con el uso múltiple del agua, difusión de las enfermedades, dependencia de piensos artificiales y peligro de robos (Viveros, 2009); en México el problema es el robo de los peces cultivados.

Es importante considerar ciertos criterios para la selección del sitio de colocación de las jaulas como lo son: la calidad del agua, corrientes, tipo de fondo, oleaje, marea, vientos dominantes y su intensidad, profundidad, turbidez y tipo de incrustaciones (fouling) (Mateos-Velasco, 1993).

2.2.1. Crecimiento

En un ser vivo el crecimiento es el incremento de tamaño como resultado de la conversión de nutrientes adquiridos del medio en moléculas orgánicas específicas que requiere el cuerpo del organismo que las consumió. Los organismos necesitan una serie de condiciones y energía para mantener su complejidad y organización además de crecer y reproducirse (Audesirk *et al.*, 2002). En los peces existen diversos factores que influyen en el crecimiento, algunos están relacionados a la calidad del agua, como el oxígeno disuelto, la temperatura y la salinidad; aunque es determinado sobre todo, por el alimento ingerido.

El oxígeno es un requerimiento esencial para procesos fisiológicos básicos de todos los peces, se ha estimado que 5 mg/l es suficiente para la mayoría de las especies (Bernabé, 1994) En *Lutjanus argentiventris* el intervalo de 4 mg/l y 7.8 mg/l es satisfactorio para la especie (Guerrero, 1997). Otro elemento importante es la temperatura, por ser los peces organismos termoconformadores, no regulan su temperatura corporal y su metabolismo funciona de forma óptima dentro de cierto intervalo en el cual la ingestión y crecimiento son máximos, pero disminuyen cuando la temperatura está por encima o por debajo del intervalo óptimo (Jover-Cerdá, 2000). Las especies tropicales y subtropicales no crecerán bien si la temperatura del agua es menor de 26-28°C y morirán por debajo de los 10-15°C (Rowland, 1986). *L. argentiventris* toleró y creció en temperaturas de 19.5 a 30°C (Guerrero, 1997).

En estudios realizados sobre el efecto de la salinidad en el crecimiento de los peces, se ha obtenido que estos crecen mejor en un medio isoosmótico en donde los gradientes entre el medio interno del pez y el medio externo son mínimos, debido a que la energía que no es utilizada en la osmorregulación maximiza el crecimiento (Arjona, *et al.* 2006), existiendo particularidades para cada especie. En *L. argentiventris* se observó una relación inversa entre la tasa de crecimiento específico y la salinidad cuando los peces fueron sometidos a 44 ppm (Serrano-Pinto, 1997).

El crecimiento en los peces se mide de diversas formas, generalmente se obtiene a través del peso y/o la longitud, calculando algunos de los parámetros como el peso ganado, el cual determina el peso ganado del pez en un tiempo determinado (Makhdoom *et al.*, 2000); biomasa total, es el peso total producido en un tiempo determinado (Silva-Hernández, 2004); ganancia en biomasa, es la diferencia entre la biomasa final menos la inicial; tasa de crecimiento absoluto, expresa la ganancia en peso del organismo en gramos al día (Ricker, 1975, 1979) y tasa de crecimiento específico, expresa el porcentaje de incremento en peso del organismo al día (Ricker, 1975, 1979).

La supervivencia no es un parámetro que mida el crecimiento de los peces pero sí un indicador importante de la resistencia de los organismos al manejo y al confinamiento (Weatherley y Gill, 1987).

2.2.2. Alimentación

Consiste en el suministro de sustancias que producen energía y permiten el mantenimiento y crecimiento de los organismos (Fox *et al.*, 1992). Cuando el alimento suministrado no cubre los requerimientos nutricionales de la especie, principalmente de proteína, el crecimiento se inhibe o se detiene por completo (Fernández-Borrás y Blasco-Mínguez, 1993; Hepher, 1993). Los peces marinos presentan un requerimiento de entre 35% y 60% (New, 1987), así los requerimientos de proteína en la dieta varían según la especie y la etapa de desarrollo, por ejemplo para *Lutjanus argentimaculatus* se sugiere 44% de proteína y 6% a 12% de lípidos (Catacutan *et al.*, 2001), en *L. campechanus* de 32% a 36% de proteína y 10% de lípidos (Miller, *et al.*, 2005) y para *L. guttatus* de 32% a 45% de proteína y de 9% a 11% de lípidos (Villa-López, 2005 y Abdo de la Parra *et al.*, 2010). Benetti (2002) considero satisfactorio el crecimiento de *L. analis* al proporcionarle alimento con un contenido proteico de 50% a 53% (proteína cruda) y 10% a 14% de grasa. Igualmente García-Torcuato *et al.*, (2006) obtuvieron un crecimiento adecuado en *L. synagris* al alimentarlos con sardina (*Harengula jaguana*) compuesta por 63% de proteína y 26% lípidos.

La ración alimenticia utilizada en los distintos estudios han sido variables, si bien, se considera que al aumentar la frecuencia alimenticia se refleja un aumento en el crecimiento. Jover-Cerdá (2000) señala que éste será mayor cuanto mayor sea el suministro de alimento “a la saciedad”, pero el índice de conversión puede aumentar. Una de las formas de medir la eficiencia alimenticia es calculando el factor de conversión alimenticia (FCA), el cual es definido como el kilogramo de alimento necesario para obtener un kilogramo de carne de pez, en los peces puede obtenerse una conversión de dos e incluso de uno (Ricker, 1975, 1979; Voto, 1999). Igualmente entre los métodos más usados para evaluar la proteína esta la tasa de eficiencia proteica (TEP), definida como los gramos de peso ganado por gramo de proteína consumida (Tacon, 1989); en tanto, el valor proteico productivo (VPP) nos permite visualizar la relación de la proteína retenida en los tejidos del pez y la consumida en el alimento, es decir, la transformación de la proteína suministrada en la dieta en proteína corporal (Hepher, 1993).

El estado de salud de los peces también puede ser explicado en función de la dieta y es obtenido a través del factor de condición (FC), sin embargo, puede ser modificado según el ambiente en el que se cultive el pez por el contenido de la dieta suministrada, temperatura, salinidad y temporada reproductiva (Weatherley y Gill, 1987). El coeficiente de crecimiento b (FC) toma valores de 2.5 a 4, si los valores son inferiores a éste intervalo se tiene un crecimiento alométrico negativo y si son superiores es positivo (Lagler *et al.*, 1984). Los valores de éste coeficiente (b) difieren entre especies, hábitat, ciclos de vida de la especie y entre poblaciones de la misma especie (Bagenal, 1978).

2.2.3. Cultivo en jaulas de algunas especies del género *Lutjanus* sp

En estudios preliminares del cultivo de *Lutjanus johni* en Pakistán, a densidades de 37 organismos por m^3 (org/ m^3) con peso inicial de 62.94 g y longitud de 12.92 cm, Makhdoom *et al.* (2000) obtuvieron un peso final de 147.94 g con 21.34 cm. La mortalidad fue de 5.01%. Proporcionaron a los organismos alimento artificial con un porcentaje de 2% de su peso corporal durante 120 días.

Botero y Ospina (2002) estudiaron el crecimiento de juveniles de pargo palmero *Lutjanus analis* en islas del Rosario en el Caribe Colombiano, lograron obtener una tasa de crecimiento absoluto de 3.16 g/día y una tasa de crecimiento específico de 1.06% por día, así como una tasa de conversión alimenticia de 3.53, siendo la supervivencia de 97.6%. El estudio duró 118 días con una densidad de 15.9 peces/ m^3 , los pesos y tallas iniciales fueron de 151.1 ± 23.59 g con 22.3 ± 1.4 cm, obteniendo al final 524.0 ± 40.03 g. Fueron alimentados con alimento artificial dos veces al día. Igualmente Benetti *et al.* (2002) investigaron el crecimiento, supervivencia y factor de conversión alimenticia de la misma especie en Florida, a densidades de 25 peces/ m^3 en el primer experimento, siendo el peso promedio inicial de 16.5 g y final de 330.7 g. Obtuvieron una longitud total de 25.7 cm, una tasa de crecimiento absoluto y específico de 1.28 g/ día y 1.22% por día, con un factor de conversión alimenticia de 1.11 durante 246 días. El segundo experimento duró 178 días, la densidad fue de 5 peces/ m^3 , el peso promedio inicial de 42.3 g y el final de 245.6 g, lograron

una longitud total de 23.8 cm, las tasas de crecimiento absoluto y específico fueron de 1.16 g/día y 1% por día, con un factor de conversión alimenticia de 1.64. Se les suministró alimento artificial tres veces al día con una equivalencia del 3% de su peso corporal. La tasa de supervivencia fue de 70%.

En Bahía Concepción, Baja California Sur los pescadores cultivan *L. guttatus* con una densidad de 10 peces/m³, logrando un factor de conversión alimenticia de 1.4 y un crecimiento que varía de 1.5 a 2.2 g/día (Avilés-Quevedo *et al.*, 2008).

En un estudio del crecimiento de *Lutjanus peru* en Puerto Vicente, Guerrero, México, Garduño-Dionate *et al.* (2010) cultivaron a densidades de 9.6 org/m³ (1200/125 m³), y obtuvieron una tasa de crecimiento absoluto de 2.6 g/día, tasa de crecimiento específico de 1.0 y factor de condición de 0.18. El peso inicial para la fase de engorda fue de 138.2 g con 21.5 cm y el final de 374.4 g con 29.1 cm, fueron alimentados 2 veces al día con alimento artificial, siendo la ración alimenticia de 5% a 2% de su biomasa total durante 120 días.

2.2.4. Densidades de cultivo de algunas especies del género *Lutjanus* sp.

La densidad es un factor biótico importante que afecta el crecimiento de los peces (Chua y Teng, 1979), así mismo el confinamiento óptimo en jaulas flotantes depende de la especie, la zona de cultivo, la talla inicial, el tamaño y la forma de las jaulas (Teng *et al.*, 1977). También la corriente de agua es esencial debido a que aporta un adecuado oxígeno disuelto y elimina constantemente los desechos metabólicos, reduciendo los efectos dañinos de la sobrepoblación (Bardach *et al.*, 1982).

A pesar que el comportamiento de los peces varía dependiendo de la especie, generalmente está en función de la densidad, debido a que existe una relación entre la densidad del pez y su conducta (Juell *et al.*, 1998). Los altos niveles de interacción social pueden afectar el gasto de energía, dando como resultado elevadas tasas metabólicas y disminución del crecimiento (Brett, 1979). No obstante, el estrés de estos organismos es sobre todo por la manipulación (Al-Ahmad *et al.*, 1988) y por algunos factores ambientales como el oxígeno disuelto, la temperatura y la salinidad sobre todo cuando los límites de

tolerancia son alcanzados o excedidos (Wedemeyer, 1996). García-Torcuato *et al.* (2006) observaron que *Lutjanus synagris* se dañó y dejó de comer durante la época de nortes (frentes fríos).

Guerrero-Tortolero (1997) estudió el efecto de la densidad de siembra de juveniles de *Lutjanus argentiventris* a tres densidades (6, 9 y 12 org/m³), obtuvo una tasa de crecimiento absoluto de 0.52 g, 0.30 g y 0.32 g por día, en longitud 0.46 mm, 0.31 mm y 0.32 mm por día. Una tasa de crecimiento específico de 0.54 g, 0.31 g y 0.34 g por día, en longitud de 0.47 mm, 0.30 mm y 0.33 mm por día para densidades de 6, 9 y 12 org/m³, respectivamente. Los pesos promedio iniciales fueron de 16.91 g con 8.0 cm, 16.85 g con 8.5 cm y 17.45 g con 8.5 cm; obteniendo al final 82.33 g con 13.8 cm, 54.59 g con 12.4 cm y 57.51 g con 12.5 cm para las densidades de 6, 9 y 12 peces por m³. Asimismo, la tasa de conversión alimenticia fue de 8.3, 11.2 y 13, el factor de condición osciló entre 2.7 a 3.29. La supervivencia fue mayor a 50% en un período de 125 días, estos organismos fueron alimentados con sardina una vez al día hasta saciarse. El mayor crecimiento lo obtuvo en la densidad de 6 peces/m³, no obstante, concluyó que la densidad óptima para esta especie es de 9 org/ m³ considerando la supervivencia, buen crecimiento en peso y longitud, factor de conversión adecuada y un rendimiento aceptable en biomasa total generada. Observó que la densidad actuó de manera determinante sobre el crecimiento y estableció que éste disminuyó a medida que se incrementó la densidad.

En un estudio sobre el efecto de la densidad sobre el crecimiento y supervivencia de la misma especie con densidades de 6, 9 y 12 peces/m², Silva-Hernández (2004) trabajó con peso y talla promedio inicial de 42.27 ± 5.05 g con 10.91 ± 0.44 cm, obteniendo al final pesos y tallas de 99.86 ± 16.04 g con 14.98 ± 0.84 cm, 107.85 ± 22.04 g con 15.22 ± 1.09 cm y 109.66 ± 21.57 g con 15.26 ± 0.96 cm para las densidades de 6, 9 y 12 peces/m² en un periodo de 182 días. Obtuvo una tasa de crecimiento específico de 0.48 ± 0.05%/día, 0.51 ± 0.02 %/día y 0.53 ± 0.02 %/día para las densidades de 6, 9 y 12 peces/m² respectivamente; así como un factor de conversión alimenticia de 4.33 ± 0.42, 2.82 ± 0.04 y 2.78 ± 0.22. El factor de condición fue de 3.08 ± 0.11, 2.97 ± 0.01 y 3.06 ± 0.03. La supervivencia fue de 96%. Les suministró alimento comercial proporcionándoles una sola ración al día por dos

horas. Concluyó que esta especie pertenece a la categoría de los peces que presentan una correlación positiva entre las densidades de confinamiento y crecimiento, que la densidad más adecuada para *L. argentiventris* es de 12 peces/m².

García-Torcuato *et al.* (2006) evaluaron el crecimiento de la biajaiba *Lutjanus synagris* en la costa de Lerma, Campeche a tres densidades: 5, 10 y 15 organismos por 1.5 m³. El peso y talla inicial fue de 64.81 ± 11.71 g con 14 cm, obteniendo al final 109 g con 15.83 cm, 115.03 g con 16.06 cm y 111.23 g con 15.8 cm para las densidades de 5, 10 y 15 peces/1.5 m³, respectivamente. Obtuvieron un crecimiento absoluto de 0.84 g/día, una ganancia promedio de 47.18 ± 3.83 g y factor de conversión alimenticia de 4.83. Se les proporcionó sardina dos veces al día, la ración alimenticia fue de 12% de la biomasa total en el primer mes y 10% en el segundo. El máximo crecimiento en biomasa (92.97%) se observó en la densidad de 5 organismos por 1.5 m³, la mortalidad fue de 1.11%.

Castillo-Vargasmachuca *et al.* (2007) investigaron el efecto del peso inicial de cultivo sobre el crecimiento del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*. Los pesos iniciales y finales fueron de 24.5 g a 55.2 g, 55.4 g a 226.2 g y 110.2 g a 366.1 g, con longitudes iniciales y finales de 10.6 cm (juveniles pequeños) a 22.51 cm, 14.6 cm (juveniles) a 24.65 cm y 18.1 cm (sub-adultos) a 29.53 cm. Las densidades fueron de 12.03 peces/m³, 11.89 peces/m³ y 11.99 peces/m³. La tasa de crecimiento específico fue de 1.2 en juveniles pequeños, 1.1 en juveniles y 1.0 en sub-adultos, con una ganancia semanal de 6.5 g, 8.5 g y 12.8 g. El factor de conversión alimenticia fue de 2.0, 1.8 y 1.9 para cada una de las densidades; con una supervivencia de 67.5%, 71.5% y 74.7%, respectivamente. Se les alimentó dos veces al día con alimento comercial en 1.5% de su biomasa los tres primeros meses, posteriormente 1.2%, este estudio duró 153 días (Anexo I).

3. HIPÓTESIS

La densidad de siembra tiene efecto directo sobre el crecimiento, supervivencia y eficiencia alimenticia de juveniles silvestres de *Lutjanus colorado* en jaulas flotantes.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la densidad en el crecimiento y supervivencia de *Lutjanus colorado* en jaulas flotantes.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el crecimiento de *Lutjanus colorado* a densidades de 15 y 30 organismos por metro cúbico.
- Determinar la eficiencia alimenticia de *Lutjanus colorado* a partir del suministro de alimento fresco, subproducto de *Thunnus albacares*.
- Estimar la supervivencia de *Lutjanus colorado* en jaulas flotantes.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en la zona adyacente al canal de navegación del Puerto de Mazatlán, Sinaloa, en las coordenadas $23^{\circ} 10' 55''$ N y $106^{\circ} 25' 24''$ O (Fig. 2), próximo al estero de Urías. Este sistema presenta una temperatura promedio de 25.0°C con variaciones de 19.7°C en febrero a 28.0°C en agosto (Soto-Jiménez *et al.*, 2001 en Méndez, 2002), salinidades de 39.4 ppm durante la época de secas y 31.7 ppm en lluvias, con un mínimo de 9.0 ppm (Ochoa-Izaguirre *et al.*, 2002). El promedio anual de precipitación es de 800 mm, principalmente durante la estación de lluvias (Méndez, 2002).

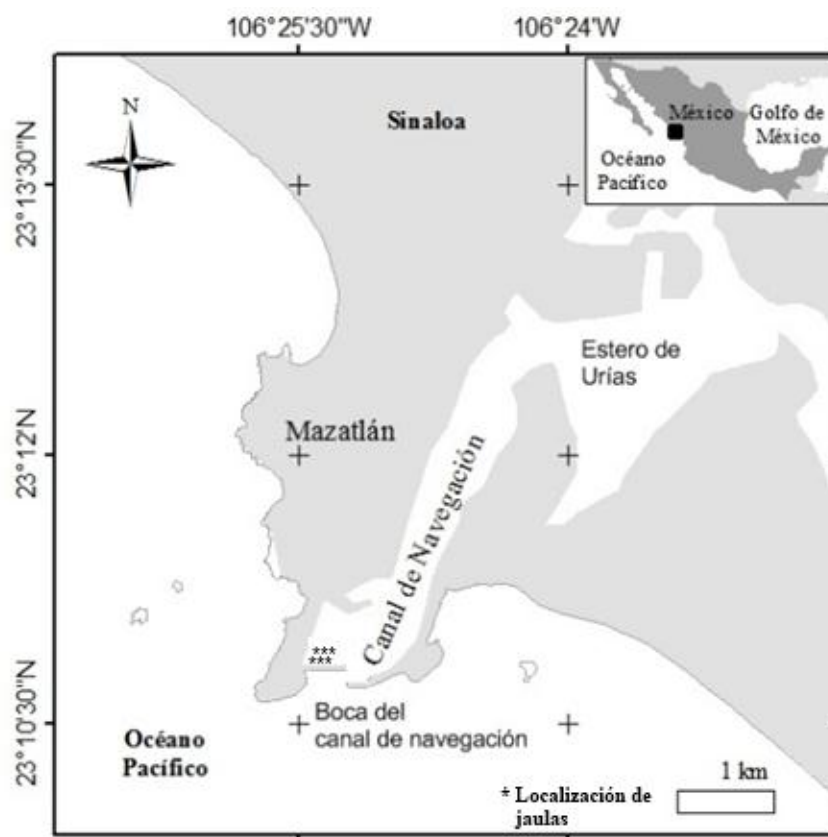


Fig. 2. Localización del área de estudio y ubicación de las jaulas de cultivo.

La zona presenta en promedio 8m de profundidad con sedimento predominantemente arenoso. La velocidad de la corriente superficial en la entrada (boca del sistema) es de 70 cm/s con dos mareas, la primera entra con poco sedimento suspendido y llega al fondo, remueve el sedimento, aumentando su cantidad en la columna de agua, mientras que la segunda marea retira los sedimentos removidos (Montaño-Ley *et al.*, 2000).

5.2. Construcción e instalación de jaulas

Se construyeron seis jaulas de forma circular con paño medina de una pulgada de luz de malla con hilo de número 24. La elección de luz de malla de una pulgada fue en función del tamaño de los organismos y de su protección, considerando que con este tamaño de malla es posible la circulación del agua y por consiguiente la oxigenación.

Las jaulas tuvieron una dimensión de 1.14 metros de diámetro por un metro de altura, se armaron con manguera negra de polietileno de dos pulgadas de diámetro para darles la forma circular (Fig. 3a).

Se sujetaron a los flotadores con cabos de polietileno con diámetro de tres octavos de pulgada. Los flotadores fueron de forma cuadrada de dos por dos metros (Fig. 3b), elaborados con fibra de vidrio rellenos de poliuretano, éstos a su vez se sujetaron con cabos de media pulgada de diámetro a dos tambores de concreto de 200 litros.

Las jaulas fueron colocadas una en cada esquina de los flotadores, con una distancia entre ellas de 1.20 m y a cinco metros sobre el fondo. En el interior y fondo de las jaulas se colocó una malla de arpillera para retener el alimento que no fuera consumido y así poder detectar si los organismos estaban aceptando el alimento suministrado.

Usando buceo SCUBA, la limpieza de las jaulas se realizó mensualmente con una rasqueta, para eliminar fauna epibionte y restos de materia orgánica retenidas en la luz de malla.

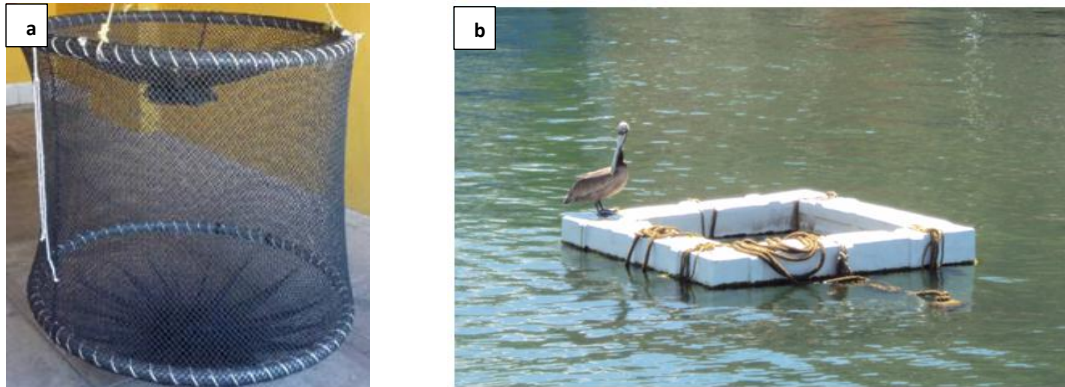


Fig. 3. a) Jaula experimental, b) Flotador.

5.3. Captura y transporte de organismos

Se colectaron 135 organismos de *L. colorado* en el estero La Sirena y zonas adyacentes al canal de navegación, usando trampas de alambre forradas de malla de paño medina y sedal con diámetro de 0.40 mm, y con anzuelo de número 14. Los peces capturados fueron trasladados en jivas con capacidad de 70 litros, cambiándoles el agua durante el trayecto de manera constante. Se colocaron en dos jaulas flotantes provisionales de un metro cúbico, una elaborada de malla tul de 0.25 pulgadas y la otra de malla sardinera de 0.5 pulgadas. Se les alimentó con alimento fresco, carne negra subproducto de *Thunnus albacares*. Al completar el número de ejemplares requeridos, se midieron y seleccionaron en clases de tallas, se eligieron los que no tenían daño alguno y se distribuyeron en las jaulas designadas para su crecimiento.

5.4. Siembra

Se tomaron biometrías de longitud total, altura y anchura con un ictiómetro de 40 cm y vernier de 15 cm; igualmente se pesaron en una balanza digital (Ohaus 0.1 a 2000 g) antes de ser depositados en las respectivas jaulas (Fig. 4).

En las tres primeras jaulas se colocaron 30 organismos (D1-30, D2-30 y D3-30) y en las tres restantes 15 (D1-15, D2-15 y D3-15) (Tabla 2). Para poder llevar a cabo las

biometrías sin dañarlos se les anestesió con esencia de clavo a una concentración de 0.25 ml/litro de agua.

Tabla 2. Pesos y longitudes (promedio \pm desv. est.) de siembra de *L. colorado* por jaula

Densidades Tallas	D1-15	D2-15	D3-15	D1-30	D2-30	D3-30
Peso (g)	121.9 \pm 42.6	86.3 \pm 34.4	8.5 \pm 5.8	101.4 \pm 35.8	71.6 \pm 30.0	8.7 \pm 4.0
Longitud (cm)	19.1 \pm 2.6	17.3 \pm 2.4	7.6 \pm 1.8	18.2 \pm 2.4 cm	16.2 \pm 2.1	7.8 \pm 1.2

5.5. Alimento y ración alimenticia

Se les alimentó con carne negra, subproducto fresco de *Thunnus albacares*, obtenida de pescadores y lanchas deportivas, generalmente se mantenía en hielo o bien en congelación a -10°C cuando había en exceso. A cada grupo de peces se les dio el mismo tipo y cantidad de alimento, picado y pesado antes de ser suministrado a los organismos. La ración alimenticia fue de 3% a 7% de su biomasa, el porcentaje se ajustó cada mes después de tomar las biometrías y observar mediante buceo SCUBA si consumían el alimento que se les proveía. Se les alimentó dos veces al día a las 8:00 h y a las 18:00 h.

5.6. Calidad nutricional del alimento y eficiencia alimenticia

Mensualmente se tomó una muestra de 10 g del alimento suministrado, carne negra subproducto fresco de *Thunnus albacares*, se guardó en bolsas de polietileno etiquetadas y en un congelador a -8°C para su posterior análisis bromatológico, con la finalidad de conocer su calidad nutricional. Asimismo, se realizaron análisis bioquímico proximal del cuerpo entero de *Lutjanus colorado* al inicio y final del experimento con el propósito de calcular la eficiencia alimenticia y el valor proteico productivo.

La humedad se calculó gravimétricamente, las muestras fueron mantenidas en una estufa a 105°C por un periodo de 12 horas (método 14.003 AOAC, 1984)(Anexo II); la ceniza se determinó calcinando las muestras en una mufla a 550°C durante 18 horas (Anexo III).

Igualmente, los análisis de proteína cruda (Anexo IV) se realizaron con el método de combustión de Dumas con el equipo Leco FP-528 (Método 990.03; AOAC, 1984) y la grasa cruda por medio de la extracción con éter de petróleo utilizando los métodos de Randal y Soxhlet con el equipo Soxtec 2050 (Método 963.22; AOAC, 1984)(Anexo V). Todos estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Nutrición y Bromatología del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD)–Unidad Mazatlán, Sin.

5.7. Biometrías

Mensualmente se tomaron datos biométricos de longitud total, altura y anchura con un ictiómetro (40 cm) y vernier (15 cm); así como el peso de los individuos con una balanza digital (Ohaus 0.1 a 2000 g) durante ocho meses (Fig.4). Para la manipulación se les anestesió con esencia de clavo a una concentración de 0.25 ml/l de agua, diluida previamente con alcohol del 96% en la misma proporción; para la realización de las biometrías se tomó una muestra de 15% de organismos de cada densidad.

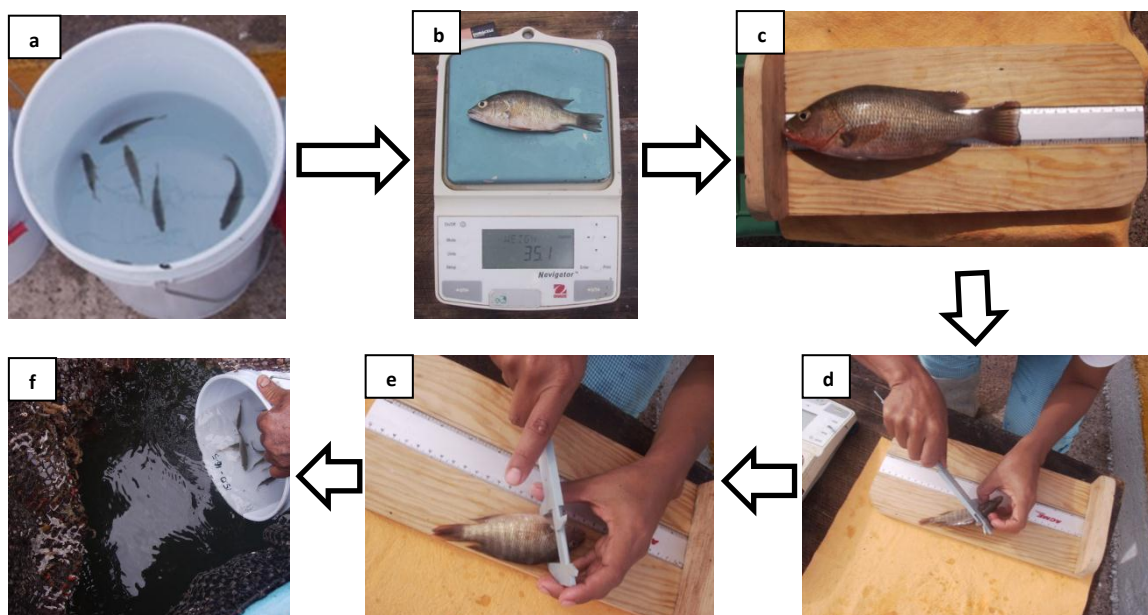


Fig. 4. Biometrías de *L. colorado*: a) proceso de anestesia, b) peso, c) longitud total, d) altura, e) anchura, f) depósito en las jaulas (previamente recuperados de la anestesia).

5.8. Parámetros fisicoquímicos del agua

Los parámetros de temperatura se tomaron con un HoBo Water Tem a dos metros y medio de profundidad, en tanto el oxígeno y la salinidad fueron medidos con un oxímetro marca YSI modelo 55. Todos estos parámetros fueron medidos diariamente a las 8:00 horas.

5.9. Análisis de datos

Se realizó un análisis exploratorio del peso, longitud, altura y anchura de las biometrías efectuadas durante los ocho meses de experimento. Todos los análisis aplicados fueron con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Posteriormente se realizó el análisis de covarianza no paramétrico por el método de Conover-Iman (Milla y Chacín, 2003), que consiste en calcular k regresiones lineales y comparar posteriormente las pendientes entre sí. Fue aplicado a las densidades trabajadas (D1-15, D2-15, D3-15, D1-30, D2-30 y D3-30), con la finalidad de identificar si las diferencias existentes entre las tasas de crecimiento de peso, longitud, altura y anchura eran significativas. Estas pruebas fueron realizadas en Excel 2010.

Asimismo, con el propósito de identificar diferencias en crecimiento entre las densidades de 15 y 30 peces/m³ se analizaron los datos de peso, longitud, altura y anchura; iniciales (febrero) y finales (octubre). El análisis se realizó por grupos de densidad, es decir, densidad 1 de 15 peces/m³ (D1-15) con su respectiva densidad 1 de 30 peces/m³ (D1-30), densidad 2 de 15 peces/m³ (D2-15) con su respectiva densidad 2 de 30 peces/m³ (D2-30), densidad 3 de 15 peces/m³ (D3-15) con la densidad 3 de 30 peces/m³ (D3-30). Se les aplicó análisis de varianza paramétrico de una vía cuando los datos fueron normales y homocedásticos, en caso contrario se utilizó análisis de varianza no paramétrico (Kruskal – Wallis) (Zar, 1996). De la misma manera, cuando se encontraron diferencias significativas se aplicó el análisis de comparación múltiple de Tukey, estas pruebas fueron realizadas con el programa estadístico SigmaStat versión 3.5.

Con los datos de pesos y longitudes promedios por densidades, se calcularon mensualmente los siguientes parámetros: peso ganado (PG), biomasa total (Bt), ganancia en biomasa (Gb), tasa de crecimiento absoluto (TCA), tasa de crecimiento específico (TCE), factor de conversión alimenticia (FCA), tasa de eficiencia proteica (TEP), valor proteico productivo (VPP), factor de condición (FC) y porcentaje de supervivencia a través de las siguientes fórmulas:

Peso ganado por pez

$$PG = W_t - W_i$$

Donde:

W_t = Peso promedio del pez a los t días del experimento

W_i = Peso promedio del pez a la edad de siembra

Biomasa total (por jaula)

$$B_t = P_t * N_t$$

Donde:

P_t = Peso promedio de los organismos en el tiempo t, en su respectiva densidad

N_t = Número de organismos al tiempo t

Ganancia en biomasa:

$$G_b = B_f - B_i$$

Donde:

B_f = Biomasa final

B_i = Biomasa inicial

Tasa de crecimiento absoluto

$$TCA = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$$

Donde:

W_2 = Peso promedio al final del periodo

W_1 = Peso promedio al inicio del periodo

t_2 = Tiempo final en días del periodo

t_1 = Tiempo inicial en días del periodo

Tasa de crecimiento específico

$$TCE = \frac{\ln W_f - \ln W_i}{t} \times 100$$

Donde:

W_f = Logaritmo natural del peso promedio al final del periodo

W_i = Logaritmo natural del peso promedio al inicio del periodo

t = Tiempo en días del periodo

Factor de conversión alimenticia

FCA = peso de alimento dado/ganancia del peso del pez

Tasa de eficiencia proteica (TEP)

$$TEP = \frac{P_g}{P_{sp}}$$

Donde:

P_g = Peso fresco ganado por pez

P_{sp} = Peso de la proteína en el alimento suministrado

Valor proteico productivo

$$VPP = \frac{(P_{tf} - P_{ti})}{P_t} \times 100$$

Donde:

P_{tf} = Proteína total final en los peces

P_{ti} = Proteína total inicial en los peces

P_t = Peso total de la proteína del alimento suministrado

La proteína total inicial y final fue obtenida a través de los análisis bromatológicos, el peso total de la proteína del alimento suministrado, se calculó multiplicando el peso promedio de alimento proporcionado a un individuo por el porcentaje de proteína contenida en el alimento al mes correspondiente.

Factor de condición

$$FC = \frac{P}{L^3} \times 100$$

Donde:

P = Peso (g) promedio de los peces en el tiempo t (días)

L = Longitud (cm) promedio de los peces en el tiempo t (días)

Porcentaje de supervivencia

$$SUP = \frac{N_t}{N_i} \times 100$$

Donde:

N_t = Número de peces vivos en el tiempo t

N_i = Número de peces iniciales

Con el objetivo de conocer si existían diferencias significativas en las tasas de crecimiento absoluto, tasas de crecimiento específico, factores de conversión alimenticia, factores de condición y ganancias en biomasa entre las distintas densidades, se realizó un análisis de varianza paramétrico de una vía cuando los datos fueron normales y homocedásticos, en los casos que no cumplieron con esas condiciones se utilizó análisis de varianza no paramétrico (Kruskal – Wallis) (Zar, 1996). Asimismo, cuando se encontraron diferencias significativas se aplicó el análisis de comparación múltiple de Tukey (Zar, 1996) para identificar entre qué densidades existían las diferencias.

La relación longitud – peso se estableció por el método de mínimos cuadrados a través de la ecuación:

$$P = aLT^b$$

Donde:

P = peso

LT = longitud total en cm

b = pendiente de la relación y coeficiente de alometría

a = ordenada al origen y factor de condición (Ricker, 1975).

Para determinar si el coeficiente de alometría “b” es diferente del valor teórico 3 que identifica el crecimiento isométrico en peso, se aplicó una prueba “t”, utilizando el valor de “b” y el de la desviación estándar del parámetro. Estos cálculos se realizaron a través de la fórmula:

$$t = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Donde:

x = valor obtenido

$\bar{x} = 3$

σ = desviación estándar del parámetro y gl = n-2.

El valor calculado se compara con el de tablas y dependiendo de su valor se acepta o rechaza la hipótesis nula, la cual establece que el valor de “b” obtenido es estadísticamente igual o diferente de 3. Estos análisis fueron realizados en una hoja de cálculo de Excel 2010. Para conocer la relación existente entre la temperatura y el crecimiento se realizó un análisis de correlación de Pearson, que consiste en el cálculo de la covarianza de las dos variables entre el producto de las desviaciones típicas de las mismas (Zar, 1996).

6. RESULTADOS

6. 1. Adaptación y manejo de *L. colorado* en el sistema de cultivo

En el proceso de captura y transporte de los peces, siembra y biometrías mensuales, no se presentó problema alguno con los organismos, es decir, en general tuvieron resistencia a la manipulación. La única mortalidad obtenida por manejo fue en el mes de septiembre durante la biometría.

6.1.1. Alimento y calidad nutricional

L. colorado aceptó el alimento que le fue proporcionado en función de su biomasa total como se señala en la Tabla 3, por ejemplo al inicio (febrero) las cantidades fueron desde 4 g para la densidad de 15 en juveniles pequeños (D3-15) hasta 245 g en el último mes. En febrero y marzo se les estuvo proporcionado sólo el 3% de su biomasa, sin embargo, debido a que se acababan todo el alimento se les fue aumentando de manera paulatina hasta alcanzar el 7%, que estuvo siempre en función de su consumo diario.

Tabla 3. Valores promedio del consumo diario de alimento en gramos de *L. colorado* por jaula

Meses Densidades	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	septiembre
D1-15	55	87	123	156	272	353	423	562
D2-15	39	50	123	156	179	277	399	446
D3-15	4	6	20	31	64	114	199	245
D1-30	91	98	164	292	375	500	769	1044
D2-30	64	127	164	292	343	554	742	832
D3-30	8	17	29	57	71	126	213	300

Durante el tiempo que duro el experimento, el alimento tuvo sólo ligeras variaciones en su nivel proteico, en abril presentó el nivel más alto (40.2%) y en octubre el nivel más bajo

(21%) (Tabla 4). En mayo y septiembre se presentaron los niveles más altos de grasa, 3.2% y 3.9% respectivamente, mientras que los porcentajes de cenizas fueron casi constantes. En general el promedio de proteína contenida en el alimento de *L. colorado* fue de 29%, 2% de grasa y 1% de ceniza.

Tabla 4. Análisis bioquímico proximal (promedio \pm desv. est.) de *Thunnus albacares* en base húmeda

Análisis	% Grasa	% Cenizas	% Proteína
Mes (2010)			
Marzo	0.8 \pm 0.3	1.5 \pm 0.2	30.1 \pm 0.6
Abril	1.2 \pm 0.9	2.1 \pm 0.4	42.2 \pm 0.1
Mayo	3.2 \pm 0.6	0.9 \pm 0.2	36.0 \pm 0.6
Julio	0.5 \pm 0.0	1.2 \pm 0.0	24.0 \pm 0.0
Agosto	0.8 \pm 0.0	1.5 \pm 0.0	25.6 \pm 0.0
Septiembre	3.9 \pm 0.1	1.2 \pm 0.0	23.6 \pm 0.0
Octubre	0.5 \pm 0.0	1.1 \pm 0.0	21.5 \pm 0.0

A través del análisis bromatológico realizado a la carcasa de *L. colorado* al inicio del experimento, se obtuvo que éstos organismos contenían 21.4 \pm 0.0% de proteína y 6.3 \pm 0.0% de grasa. Con el mismo análisis realizado al final al cuerpo entero de *L. colorado* éste alcanzó 24.5 \pm 0.1% de proteína y 12.5 \pm 0.0% de grasa (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis bioquímico proximal (promedio \pm desv. est.) del cuerpo entero de *L. colorado* en base húmeda

Análisis	% Humedad	% Grasa	% Cenizas	% Proteína
Tiempo				
Inicial	64.6 \pm 0.2	6.34 \pm 0.0	6.93 \pm 0.0	21.4 \pm 0.0
Final	62.9 \pm 0.1	12.58 \pm 0.0	3.0 \pm 0.0	24.5 \pm 0.1

6.2. Parámetros fisicoquímicos del agua

Al inicio del experimento en febrero la temperatura del agua fue de 25.7°C, éste fue aumentando hasta alcanzar los 31°C en octubre, siendo la temperatura promedio de 25.7°C. El oxígeno disuelto osciló de 5 mg/l a 6.4 mg/l, el nivel más alto coincidió con la temperatura más baja presentada en marzo, durante el presente estudio se tuvo un promedio de 5.6 mg/l (Tabla 6).

La salinidad fluctuó de 32 ppm a 35 ppm, teniendo en octubre el nivel más alto y un promedio de 32 ppm durante el desarrollo del experimento (Tabla 6).

Tabla 6. Valores (promedio \pm desv. est.) de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad

Parámetros Mes (2010)	Temperatura (° C)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Salinidad (ppm)
Febrero	25.7 \pm 0.9	5.6 \pm 0	32 \pm 0
Marzo	23.0 \pm 0.9	6.4 \pm 1.4	32.2 \pm 0.1
Abril	24.0 \pm 0.9	5.8 \pm 0.4	32.0 \pm 0.1
Mayo	25.0 \pm 1.3	5.8 \pm 0.7	32.0 \pm 0
Junio	26.0 \pm 1.8	5.1 \pm 0.7	32.7 \pm 0.6
Julio	31.0 \pm 0.8	5.0 \pm 0	33.0 \pm 0
Agosto	31.0 \pm 0.6	5.4 \pm 0.6	
Septiembre	31.0 \pm 0.4	6.0 \pm 1.0	
Octubre	31.0 \pm 1.0	5.0 \pm 0	35.0 \pm 0

En marzo, cuando la temperatura alcanzo los 19°C, disminuyó la ingesta alimenticia de los peces, condición que prevaleció por cuatro días; fue el mes en que se presentó la temperatura más baja.

Al aplicar el análisis de correlación de Pearson a los datos de temperatura y crecimiento se obtuvo un valor de $r = 0.85$, es decir, que existe una alto grado de relación entre la temperatura y el crecimiento (Fig.5). El ser positiva significa que al aumentar la

temperatura aumenta el crecimiento. Es importante señalar que en el presente estudio los intervalos de temperatura se encontraron dentro de los tolerados por la especie.

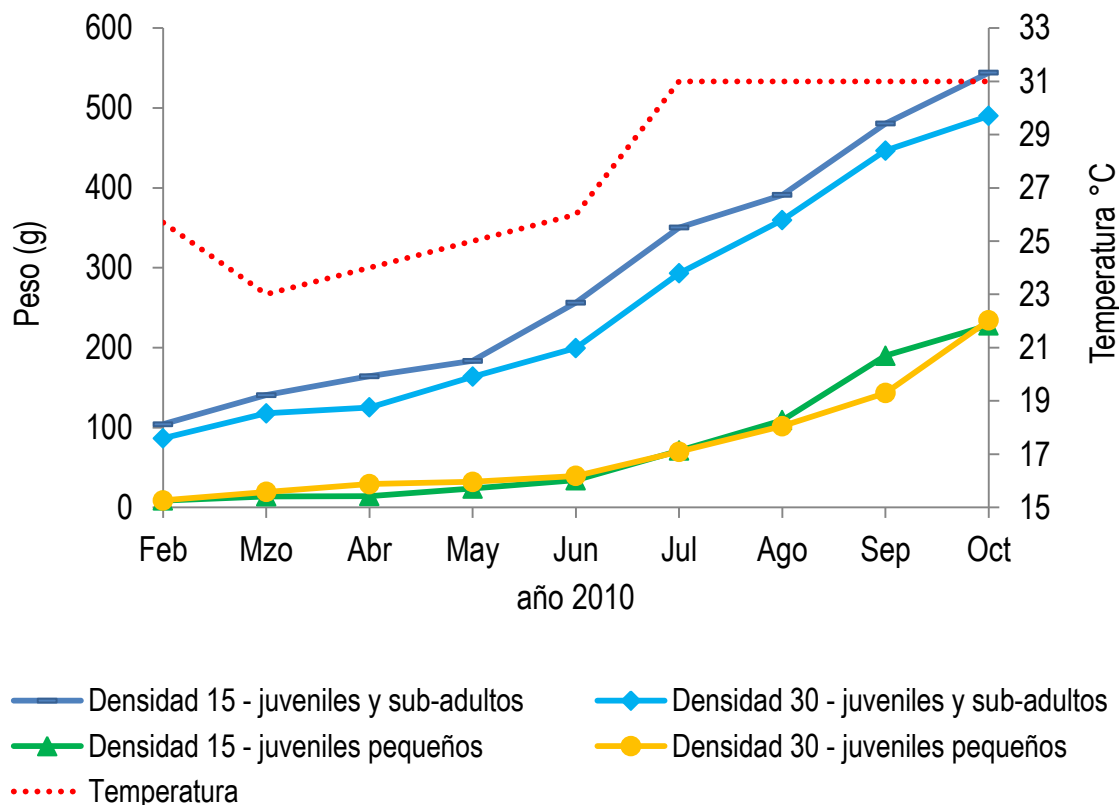


Fig. 5. Relación de la temperatura con el crecimiento de *L. colorado*, febrero a octubre del 2010.

6. 3. Crecimiento de juveniles de *L. colorado*

6.3.1. Relación Longitud - peso

La ecuación obtenida para la relación longitud - peso de la densidad de 15 peces por metro cúbico es: $P = 0.0199LT^{2.9277}$ con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.996$ (Fig. 6). Mediante la prueba "t" se obtuvo que el valor de "b" que es estadísticamente distinto de 3 ($t > 2.255$, $gl = 235$, $P < 0.05$), por ello se determinó que el tipo de crecimiento de *L. colorado* es alométrico negativo.

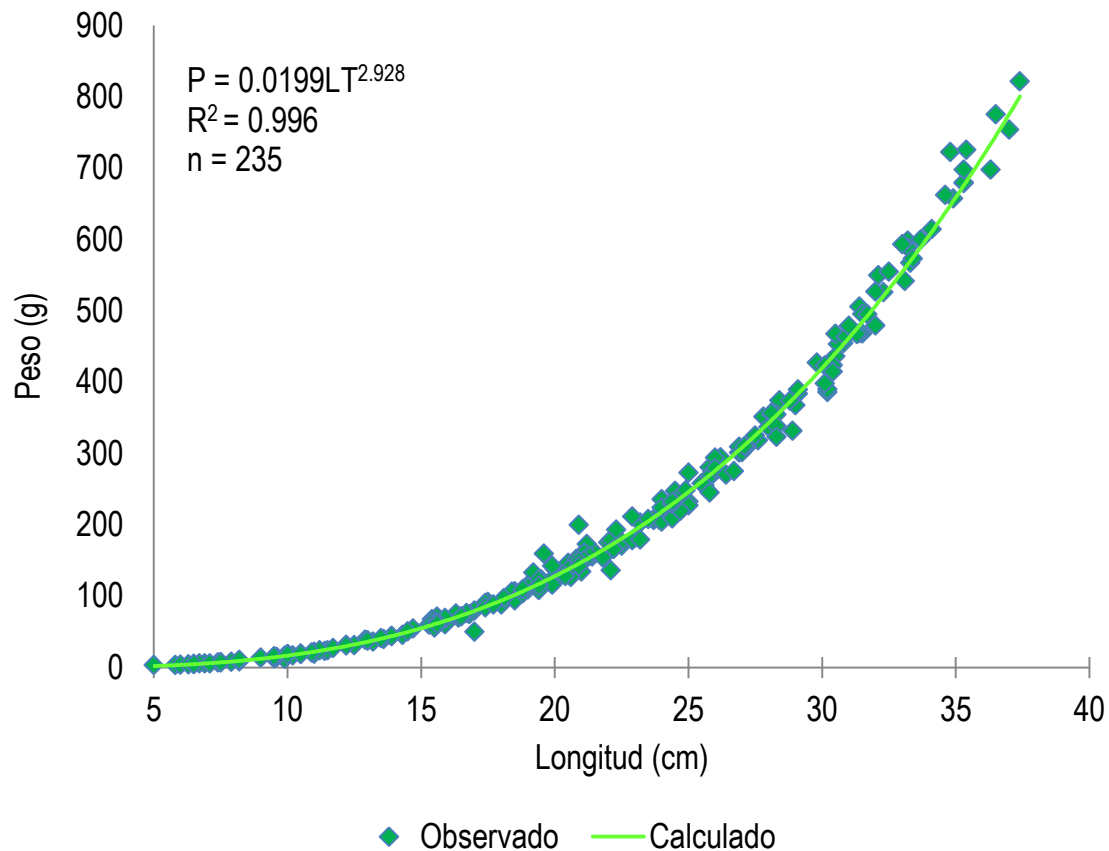


Fig. 6. Relación longitud total – peso de *L. colorado* correspondiente a la densidad de 15 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.

Respecto a la relación longitud– peso de los peces que crecieron en la densidad de 30 organismos por metro cúbico se obtuvo la siguiente ecuación: $P = 0.0186LT^{2.9516}$ con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.998$ (Fig. 7). Mediante la prueba “t” se obtuvo que el valor de “b” es estadísticamente diferente de 3 ($t > 2.251$, $gl = 343$, $P < 0.05$), determinando que el crecimiento es también alométrico negativo.

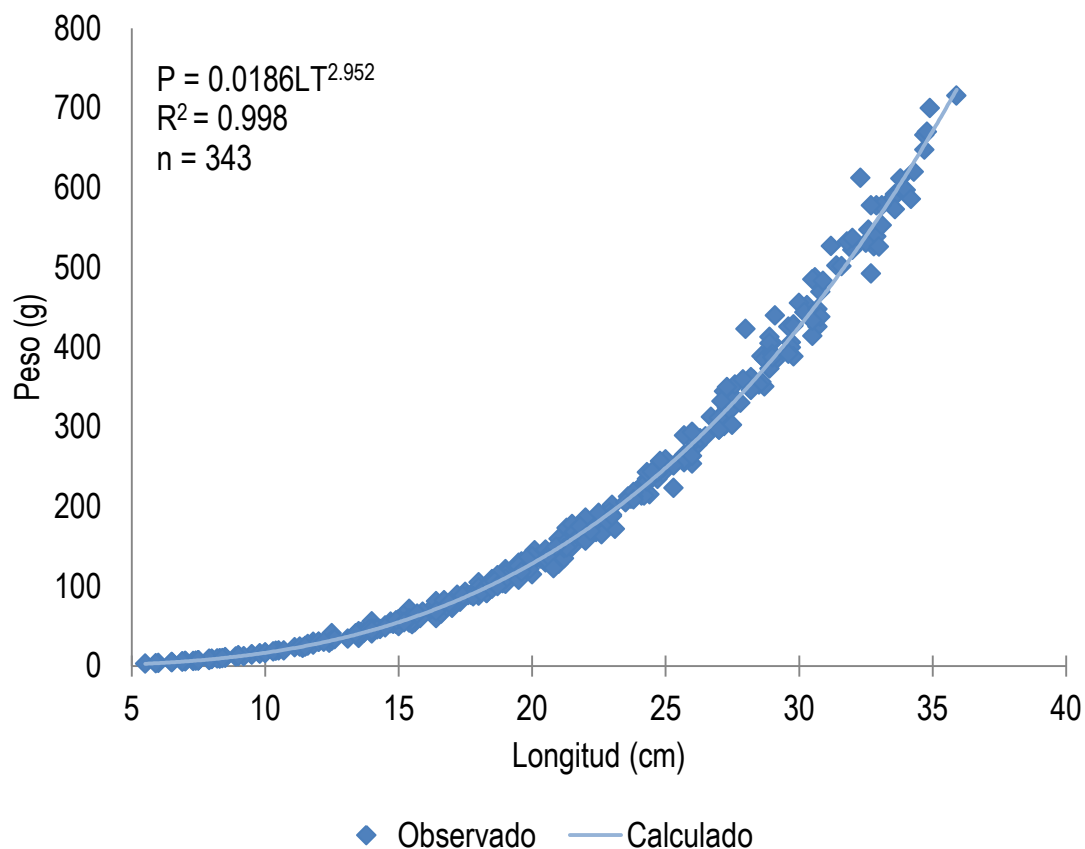


Fig. 7. Relación longitud total – peso de *L. colorado* correspondiente a la densidad de 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.

6.3.2. Peso

Los juveniles pequeños que fueron sembrados de 8.6 ± 4.9 g (D3-15 y D3-30) alcanzaron un peso promedio final de 231.0 ± 81.0 g, los juveniles sembrados de 79.0 ± 32.0 g (D2-15 y D2-30) lograron obtener 477.0 ± 134.0 g y los sub-adultos sembrados de 111.6 ± 39.0 g (D1-15 y D1-30) obtuvieron al final 557.0 ± 132.0 g (Tabla 7).

Las tasas de crecimiento logradas en cada uno de los tratamientos mostraron ser significativamente diferentes ($P < 0.05$) (Anexo VI, Tabla I), asimismo, al aplicar el análisis de varianza éste mostró que los pesos finales sí fueron significativamente distintos ($P < 0.05$) entre las densidades D1-15 (599.4 g) y D1-30 (514.1 g) (Anexo VI, Tabla II y Tabla II-b). D1-15 fue el tratamiento que tuvo la mayor talla inicial de siembra.

Tabla 7. Peso en gramos (promedio \pm desv. est.) de *L. colorado* por tiempo y densidad

Días	Réplicas	Densidad 15			Densidad 30		
		D1-15	D2-15	D3-15	D1-30	D2-30	D3-30
0		121.9 \pm 42.6	86.4 \pm 34.4	8.6 \pm 5.8	101.4 \pm 35.8	71.6 \pm 30.0	8.7 \pm 4.0
28		170.7 \pm 70.0	110.3 \pm 38.7	13.9 \pm 6.6	109.2 \pm 33.0	126.2 \pm 37.7	19.4 \pm 9.3
59		173.5 \pm 74.9	154.9 \pm 43.4	14.3 \pm 7.2	109.5 \pm 33.6	140.8 \pm 36.0	29.3 \pm 13.6
89		193.1 \pm 75.0	173.6 \pm 54.5	23.7 \pm 10.6	162.3 \pm 51.2	164.9 \pm 55.7	32.0 \pm 13.8
120		302.7 \pm 70.1	209.8 \pm 50.9	34.1 \pm 14.5	208.3 \pm 49.3	190.4 \pm 62.5	39.4 \pm 20.5
151		392.3 \pm 119.5	308.3 \pm 73.9	71.1 \pm 27.1	278.2 \pm 67	307.6 \pm 97.2	69.6 \pm 33.4
182		402.1 \pm 75.8	380.2 \pm 90.9	109.1 \pm 44.6	366.3 \pm 76.2	353.2 \pm 101.9	101.6 \pm 38.8
213		536.3 \pm 177.6	424.8 \pm 83.0	189.8 \pm 50.8	497.3 \pm 55.1	395.7 \pm 133.6	143.2 \pm 14.2
244		599.4 \pm 158.7	488.7 \pm 137.5	227.8 \pm 83.0	514.1 \pm 105.8	466.0 \pm 131.4	234.0 \pm 79.7

Los peces juveniles y sub-adultos fueron agrupados, por lo que en la Fig. 8 se muestra el crecimiento de *L. colorado* en dos grupos, observando que los organismos grandes cuyo peso promedio fue de 95.32 g alcanzaron un peso final de 517.0 g y los pequeños de 8.6 g lograron 231.0 g al final del experimento.

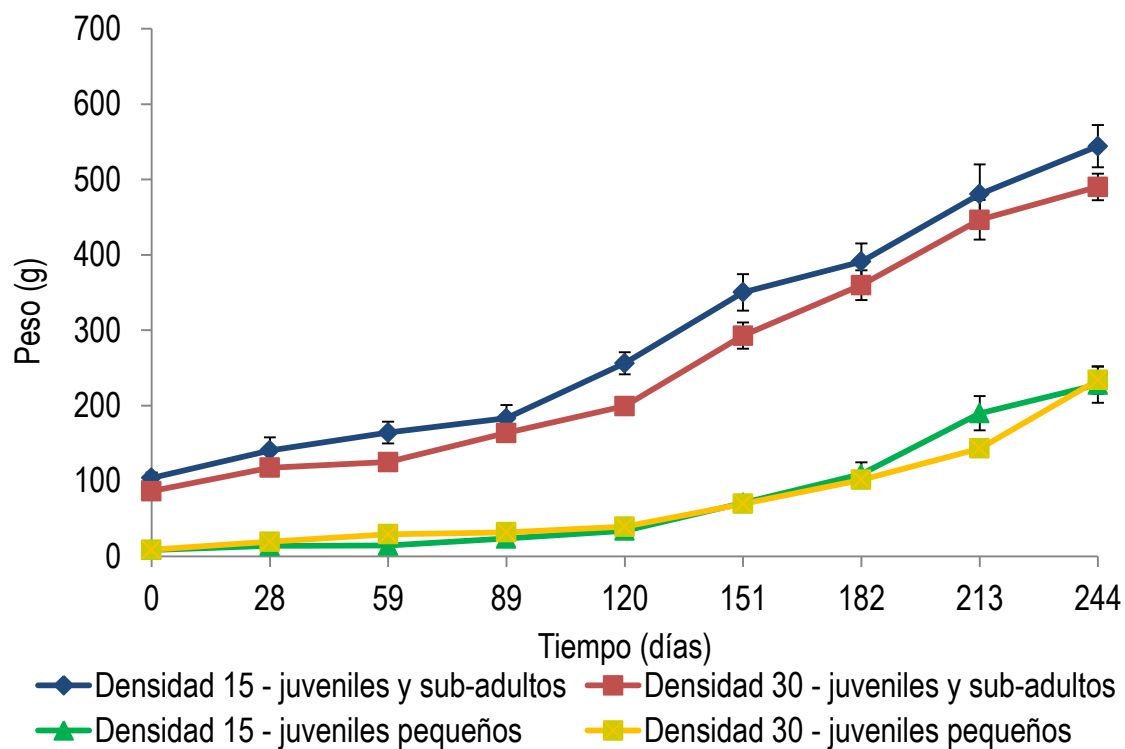


Fig. 8. Peso en gramos (promedio \pm error estándar) de *L. colorado* correspondientes a densidades de 15 y 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.

6.3.3. Biomasa total

Como es de esperarse la mayor biomasa obtenida fue de la densidad de 30 peces/m³, ésta se mantuvo así hasta septiembre, los datos reportados en octubre muestran una disminución debido a la mortalidad que se presentó en ambos tratamientos (Tabla 8).

Las diferencias observadas en las tasas de crecimiento de cada uno de los tratamientos (D1-15=1, D2-15=0.98, D3-15=0.98, D1-30=0.95, D2-30=0.98 y D3-30=1) mostraron no ser significativas ($P>0.05$) (Anexo VI, Tabla III).

Tabla 8. Biomasa total en gramos de *L. colorado* por tiempo y densidad.

Días	Réplicas	Densidad 15			Densidad 30		
		D1-15	D2-15	D3-15	D1-30	D2-30	D3-30
0		1,829	1,295	128	3,042	2,076	269
28		2,561	1,665	208	3,275	3,785	582
59		2,603	2,324	214	3,284	4,223	878
89		2,896	2,604	355	4,869	4,948	959
120		4,541	3,147	511	6,250	5,711	1,181
151		5,884	4,624	1,066	8,346	9,227	2,089
182		6,031	5,704	1,636	10,988	10,596	3,049
213		8,044	6,371	2,846	14,920	11,870	4,295
244		8,991	6,353	2,734	10,797	11,185	4,446

6.3.4. Longitud, altura y anchura

El crecimiento en longitud fue de 7.7 ± 1.5 cm a 24.0 ± 3.0 cm en juveniles pequeños, de 17.7 ± 4.5 cm a 31.0 ± 3 cm en juveniles y de 18.6 ± 2.5 cm a 32.6 ± 3 cm en sub-adultos (Tabla 9).

Las tasas de crecimiento observadas en cada uno de los tratamientos (D1-15=0.98, D2-15=1.0, D3-15=1, D1-30=1, D2-30=1 y D3-30=0.98) no fueron significativamente distintas ($P > 0.05$) (Anexo VI, Tabla IV). Sin embargo, al aplicar el análisis de varianza a cada una de las longitudes finales por tratamiento mostraron ser significativamente diferentes ($P < 0.05$) (Anexo VI, Tabla V, Tabla V-b) entre D1-15 y D1-30, dentro de las cuales se encontraron las tallas más grandes utilizadas en el presente experimento y en especial la densidad D1-15.

Tabla 9. Longitud total en cm (promedio \pm desv. est.) de *L. colorado* por tiempo y densidad

Días	Réplicas	Densidad 15			Densidad 30		
		D1-15	D2-15	D3-15	D1-30	D2-30	D3-30
0		19.1 \pm 2.6	17.3 \pm 2.4	7.6 \pm 1.8	18.2 \pm 2.4	16.2 \pm 2.1	7.8 \pm 1.2
28		21.7 \pm 2.9	18.2 \pm 2.3	9.2 \pm 1.7	18.8 \pm 2.1	19.7 \pm 2.0	11.2 \pm 2.8
59		22.4 \pm 3.1	21.1 \pm 1.6	9.5 \pm 1.7	18.9 \pm 2.6	20.1 \pm 1.6	11.5 \pm 1.9
89		22.1 \pm 3.6	21.6 \pm 1.4	10.8 \pm 1.8	21.4 \pm 2.6	21.3 \pm 1.6	11.5 \pm 2.4
120		26.7 \pm 2.1	23.8 \pm 1.8	12.5 \pm 1.7	23.7 \pm 2.1	22.7 \pm 2.4	13.0 \pm 2.1
151		28.8 \pm 3.1	27.0 \pm 1.9	16.0 \pm 2.2	25.9 \pm 2.2	26.5 \pm 3.2	16.0 \pm 2.4
182		29.3 \pm 2.0	28.9 \pm 2.1	18.6 \pm 2.8	28.4 \pm 2.0	27.8 \pm 2.6	18.2 \pm 2.1
213		32.2 \pm 3.4	30.3 \pm 1.6	22.7 \pm 2.2	31.6 \pm 1.6	28.8 \pm 3.1	21.3 \pm 0.4
244		33.5 \pm 3.1	31.5 \pm 3.2	24.0 \pm 3.0	31.7 \pm 2.6	30.6 \pm 2.9	24.1 \pm 2.7

Al agrupar a los juveniles y sub-adultos se observa que los organismos grandes sembrados de 17.7 cm alcanzaron 32 cm y los pequeños sembrados de 7.7 cm obtuvieron 24 cm (Fig. 9).

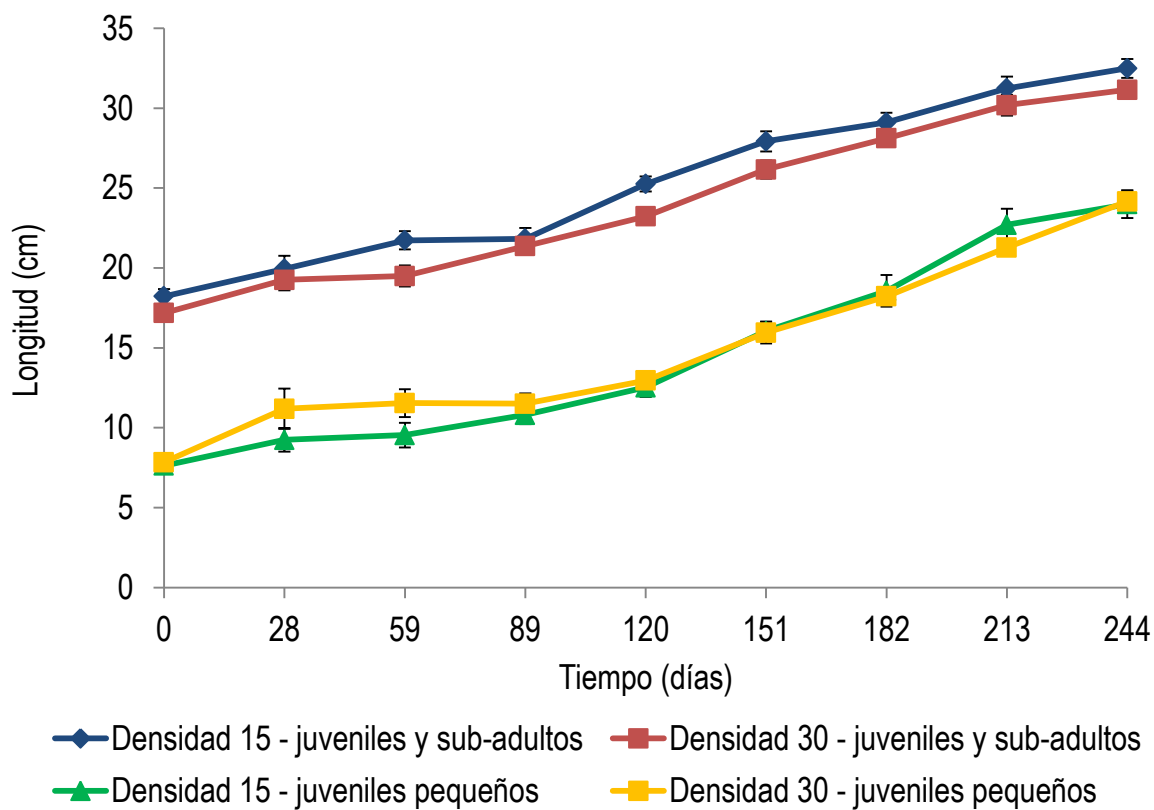


Fig. 9. Longitud en cm (promedio \pm error estándar) de *L. colorado* correspondientes a densidades de 15 y 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.

El crecimiento observado en altura para los juveniles pequeños fue de 2.2 ± 0.4 cm a 7.0 ± 0.8 cm, en juveniles de 4.5 ± 0.9 cm a 8.4 ± 0.9 cm y de 4.8 ± 0.6 cm a 8.9 ± 0.7 cm en sub-adultos (Tabla 10).

Las diferencias observadas en las tasas de crecimiento para cada uno de los tratamientos (D1-15=0.98, D2-15=1.0, D3-15=1.0, D1-30=0.97, D2-30=1.0 y D3-30=0.98) no fueron significativas ($P>0.05$) (Anexo VI, Tabla VI), al igual que los resultados obtenidos del análisis de varianza aplicado tanto a los tratamientos iniciales como finales (Anexo VI, Tabla VI-a y Tabla VI-b).

Tabla 10. Altura en cm (promedio \pm desv. est.) de *L. colorado* por tiempo y densidad

Días	Réplicas	Densidad 15			Densidad 30		
		D1-15	D2-15	D3-15	D1-30	D2-30	D3-30
0		4.9 ± 0.6	4.6 ± 0.6	2.2 ± 0.5	4.8 ± 0.6	4.4 ± 0.6	2.2 ± 0.4
28		5.6 ± 0.7	5.0 ± 0.8	2.7 ± 0.4	4.8 ± 0.5	5.3 ± 0.6	3.0 ± 0.6
59		5.8 ± 0.9	5.4 ± 0.5	2.7 ± 0.6	5.2 ± 0.6	5.5 ± 0.5	3.4 ± 0.5
89		5.7 ± 0.7	5.5 ± 0.5	3.1 ± 0.5	5.5 ± 0.7	5.6 ± 0.6	3.2 ± 0.7
120		6.5 ± 1.4	6.3 ± 0.6	3.6 ± 0.5	6.2 ± 0.6	6.0 ± 0.6	3.6 ± 0.6
151		7.7 ± 0.9	7.1 ± 0.6	4.6 ± 0.6	6.9 ± 0.6	7.2 ± 0.9	4.6 ± 0.7
182		7.9 ± 0.5	7.5 ± 0.8	5.4 ± 0.8	7.6 ± 0.6	7.4 ± 0.8	5.2 ± 0.6
213		8.9 ± 0.9	8.0 ± 0.7	6.4 ± 0.3	8.7 ± 0.3	7.8 ± 0.8	6.1 ± 0.3
244		9.1 ± 0.9	8.5 ± 1.0	6.8 ± 0.8	8.7 ± 0.6	8.4 ± 0.8	6.9 ± 0.9

Los organismos grandes (juveniles y sub-adultos) sembrados de 4.7 cm en promedio de altura alcanzaron 8.7 cm, mientras que los juveniles pequeños sembrados de 2.2 cm lograron 6.8 cm (Fig. 10).

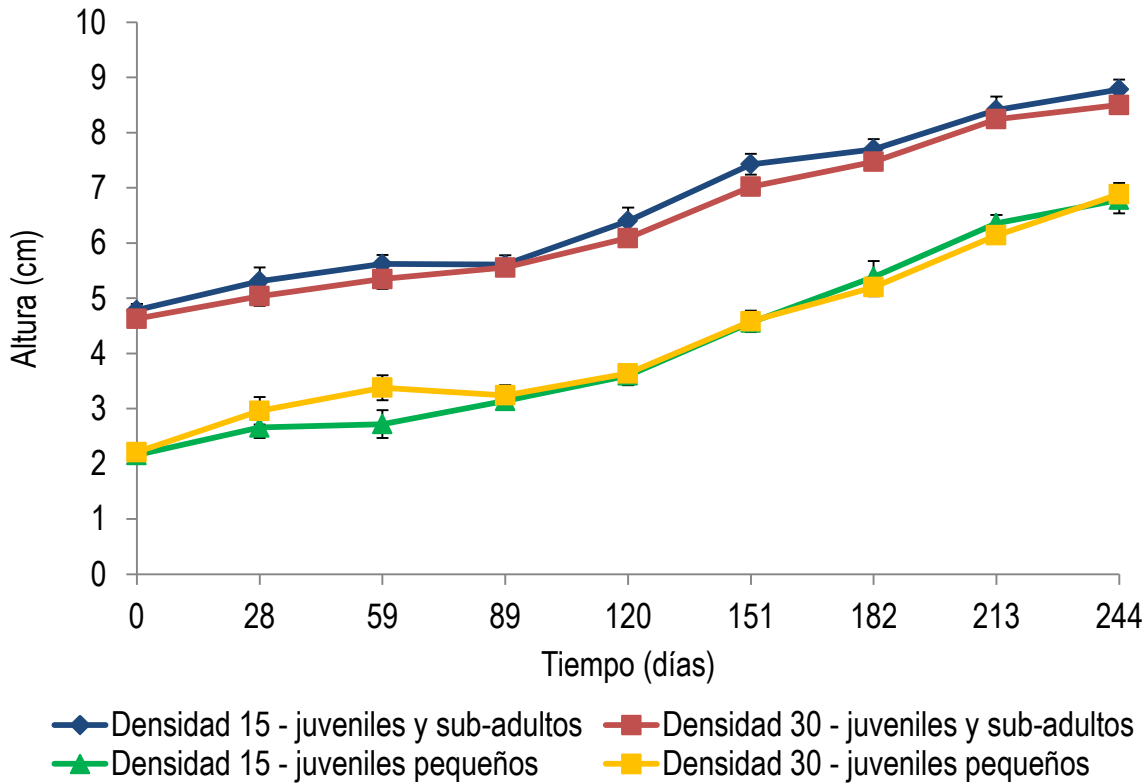


Fig. 10. Altura en cm (promedio \pm error estándar) de *L. colorado* correspondientes a densidades de 15 y 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.

El crecimiento en anchura fue de 0.9 ± 0.2 cm a 3.2 ± 0.3 cm en juveniles pequeños, de 2.2 ± 0.4 cm a 4.0 ± 0.4 cm en juveniles y de 2.4 ± 0.3 cm a 4.2 ± 0.3 en sub-adultos (Tabla 11).

Las diferencias obtenidas en las tasas de crecimiento en cada uno de los tratamientos (D1-15=0.98, D2-15=0.97, D3-15=1.0, D1-30=0.98, D2-30=0.98 y D3-30=0.98) mostraron no ser significativas ($P > 0.05$) (Anexo VI, Tabla VII). Asimismo, se obtuvo que las diferencias observadas en crecimiento entre los tratamientos al inicio y al final del experimento fueron constantes y mostraron no ser significativamente distintas ($P > 0.05$) (Anexo VI, Tabla VII-a, VII-b).

Tabla 11. Anchura en cm (promedio \pm desv. est.) de *L. colorado* por tiempo y densidad

Días	Réplicas	Densidad 15			Densidad 30		
		D1-15	D2-15	D3-15	D1-30	D2-30	D3-30
0		2.5 \pm 0.3	2.3 \pm 0.5	0.9 \pm 0.3	2.4 \pm 0.4	2.2 \pm 0.4	1.0 \pm 0.2
28		2.8 \pm 0.4	2.3 \pm 0.7	1.3 \pm 0.4	2.6 \pm 0.3	2.8 \pm 0.6	1.0 \pm 0.1
59		3.0 \pm 0.5	3.0 \pm 0.2	1.1 \pm 0.2	2.6 \pm 0.4	2.8 \pm 0.3	1.4 \pm 0.4
89		3.2 \pm 0.6	2.7 \pm 0.2	1.3 \pm 0.2	2.8 \pm 0.5	2.8 \pm 0.4	1.5 \pm 0.3
120		3.6 \pm 0.3	3.1 \pm 0.3	1.7 \pm 0.3	3.0 \pm 0.4	3.0 \pm 0.3	1.7 \pm 0.3
151		3.8 \pm 0.4	3.5 \pm 0.3	2.1 \pm 0.3	3.4 \pm 0.3	3.4 \pm 0.4	2.2 \pm 0.4
182		3.8 \pm 0.2	3.7 \pm 0.3	2.6 \pm 0.3	3.7 \pm 0.3	3.6 \pm 0.3	2.5 \pm 0.3
213		4.3 \pm 0.5	4.0 \pm 0.3	3.2 \pm 0.3	4.1 \pm 0.3	3.8 \pm 0.5	3.0 \pm 0.3
244		4.3 \pm 0.4	4.0 \pm 0.5	3.2 \pm 0.4	4.1 \pm 0.3	4.0 \pm 0.4	3.2 \pm 0.4

Al agrupar a los organismos grandes (juveniles y sub-adultos) se tuvo un promedio de siembra de 2.4 cm alcanzando al final 4.1 cm de anchura, en tanto los juveniles pequeños sembrados de 0.9 cm obtuvieron 3.2 cm en 244 días (Fig. 11).

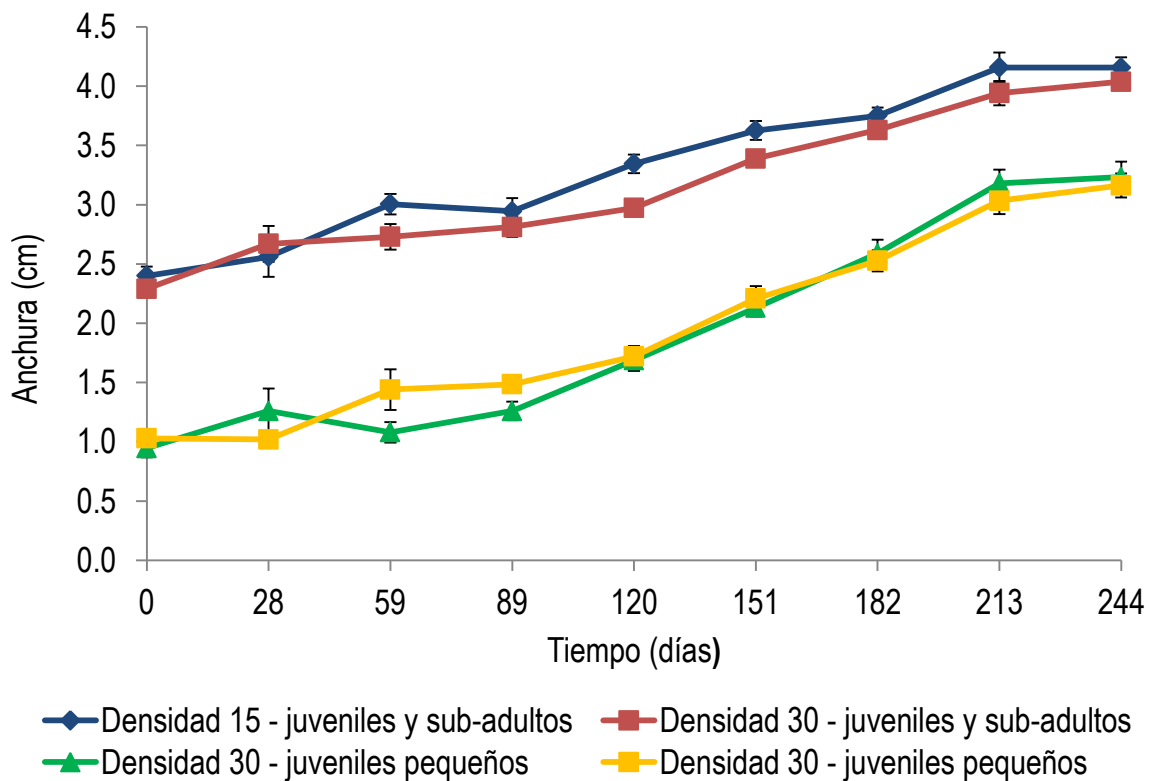


Fig. 11. Anchura en cm (promedio \pm error estándar) de *L. colorado* correspondientes a densidades de 15 y 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.

6.3.5. Peso ganado (PG)

Al observar el peso ganado entre los tratamientos de 15 y 30 peces/m³ se tuvo que la ganancia en peso fue muy similar entre ellos (Tabla 12), esto es al comparar las tallas y densidades correspondientes, puede identificarse mejor en la Tabla 13 donde se resume el promedio general del peso ganado.

A través de los análisis estadísticos aplicados, se determinó que las diferencias existentes en éste parámetro son significativas ($P < 0.05$) (Anexo VII), además al aplicar el análisis de varianza se obtuvo que sí existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre las densidades D1-15 y D1-30 (Anexo VI, Tabla II-b).

Tabla 12. Peso ganado en gramos (promedio \pm desviación estándar) de *L. colorado* por tiempo y densidad

Días	Réplicas	Densidad 15			Densidad 30		
		D1-15	D2-15	D3-15	D1-30	D2-30	D3-30
28		48.8 \pm 27.4	24 \pm 4.4	5.3 \pm 0.8	48.1 \pm 2.8	54.6 \pm 7.7	10.7 \pm 5.4
59		51.6 \pm 4.9	68.5 \pm 4.7	5.7 \pm 0.6	55.1 \pm 0.6	69.2 \pm 1.7	20.6 \pm 4.3
89		71.1 \pm 0.1	87.3 \pm 11.1	15.1 \pm 3.4	60.9 \pm 17.6	93.3 \pm 19.7	23.3 \pm 0.1
120		180.8 \pm 4.9	123.5 \pm 3.6	25.5 \pm 3.9	106.9 \pm 1.9	118.8 \pm 6.9	30.7 \pm 6.7
151		270.4 \pm 49.5	221.9 \pm 23	62.5 \pm 12.5	176.8 \pm 18.4	236.0 \pm 34.7	60.9 \pm 12.9
182		280.1 \pm 43.7	293.9 \pm 17.0	100.5 \pm 17.5	264.8 \pm 8.5	281.6 \pm 4.7	92.9 \pm 5.4
213		414.4 \pm 101.8	338.5 \pm 7.9	181.2 \pm 6.3	395.9 \pm 21.2	334.7 \pm 31.7	134.5 \pm 24.6
244		477.5 \pm 18.9	402.4 \pm 54.6	219.3 \pm 32.1	412.7 \pm 50.8	394.4 \pm 2.2	225.2 \pm 65.5

En la Fig. 12 se observa que no hubo diferencia en el peso ganado entre cada uno de los tratamientos a excepción de los sub-adultos de la densidad D1-15, en la gráfica se identifica como el grupo que se diferenció del resto de los organismos de su talla, éste está relacionado a la tamaño de siembra debido a que los sub-adultos de la densidad D1-15 fueron los de tallas mayores.

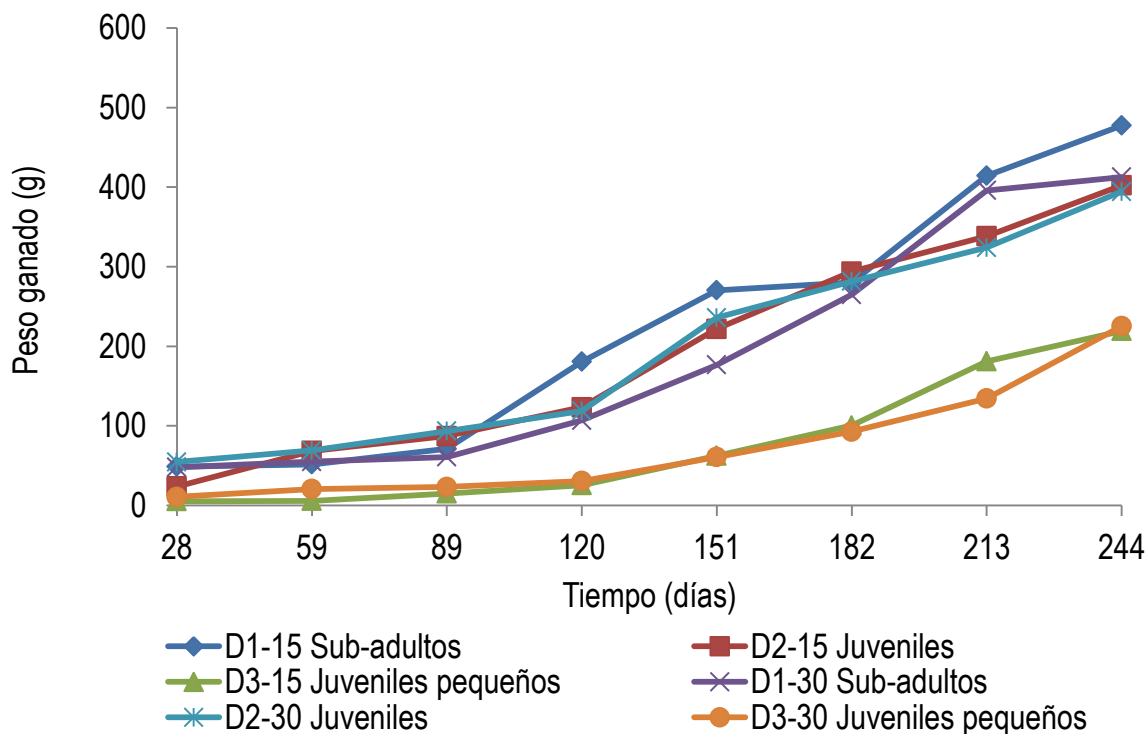


Fig. 12. Peso ganado en gramos de *L. colorado* en cada una de las seis jaulas, correspondientes a densidades de 15 y 30 organismos por metro cúbico, febrero a octubre del 2010.

6.3.6. Ganancia en biomasa (Gb)

La ganancia en biomasa obtenida no muestra una clara diferencia entre las densidades de 15 y 30 peces/m³, debido a la mortalidad que se presentó en el último mes del experimento. Por ejemplo la biomasa obtenida en la densidad D1-15 es similar a la densidad D1-30 porque en D1-15 hubo una supervivencia del 100% (Tabla 13).

6.3.7. Tasa de crecimiento absoluto (TCA)

La tasa de crecimiento absoluto obtenida para los juveniles pequeños fue de 0.9 ± 0.8 (D3-15 y D3-30), para juveniles de 1.6 ± 0.9 (D2-15 y D2-30) y de 1.8 ± 1.4 para sub-adultos (D1-15 y D1-30) (Tabla 13), siendo la TCA más alta la alcanzada por los sub-adultos.

No obstante, las diferencias observadas entre los tratamientos (densidades de 15 y 30 peces/m³) mostraron no ser significativas ($P>0.05$) (Anexo VIII).

6.3.8. Tasa de crecimiento específico (TCE)

La tasa de crecimiento específico lograda en juveniles pequeños fue de 1.5 ± 0.7 , en juveniles de 0.8 ± 0.4 y en los sub-adultos de 0.7 ± 0.5 , teniendo mayor crecimiento específico los juveniles pequeños. Sin embargo, estas diferencias no fueron significativamente distintas ($P>0.05$) (Anexo IX).

Tabla 13. Tasa de crecimiento absoluto (TCA), tasa de crecimiento específico (TCE), ganancia en biomasa (Gb), peso ganado (PG) de *Lutjanus colorado*, febrero a octubre del 2010.

Densidades Índices	D1-15	D1-30	D2-15	D2-30	D3-15	D3-30
TCA (g/día)	1.9 ± 1.5	1.7 ± 1.4	1.6 ± 0.8	1.6 ± 1.0	0.9 ± 0.8	0.9 ± 0.9
TCE (%/día)	0.7 ± 0.5	0.7 ± 0.5	0.7 ± 0.3	0.8 ± 0.6	1.3 ± 0.7	1.4 ± 0.8
Gb (g)	7,162	5,058	2,611	7,755	8,912	4,177
PG (g)	478 ± 116.2	413 ± 70.1	402 ± 103.1	394 ± 101.4	219 ± 77.1	225 ± 75.8

6.4. Supervivencia

En casi todo el experimento la supervivencia se mantuvo en 100% como se observa en la densidad D1-15 (Tabla 14), no obstante, en el mes de septiembre murieron algunos organismos por lo que finalmente se alcanzó una supervivencia de 98.3% para la densidad de 30 peces/m³ y de 99.5% para la densidad de 15 peces/m³. A pesar de ello finalmente se logró una supervivencia total de 98.9%.

Tabla 14. Porcentaje de supervivencia de *L. colorado* (promedio \pm desviación estándar) por densidad

Densidades	Vivos	Muertos	Total	% supervivencia
D1-15	15	0	15	100 \pm 0
D2-15	14	1	15	99.3 \pm 0.3
D3-15	14	1	15	99.3 \pm 0.3
D1-30	25	5	30	98.1 \pm 1.7
D2-30	28	2	30	99.3 \pm 0.7
D3-30	23	7	30	97.4 \pm 2.3

6.5. Índices de condición y de calidad del alimento

6.5.1. Factor de conversión alimenticia (FCA)

El factor de conversión alimenticia logrado en juveniles pequeños fue de 1.0 ± 0.3 , en juveniles 1.5 ± 0.3 y en los sub-adultos de 1.7 ± 0.7 , siendo menor el obtenido por los juveniles pequeños. Al aplicar los análisis estadísticos a cada uno de los tratamientos se tuvo que sí existen diferencias significativas ($P < 0.05$) (Anexo X) entre ellos, identificadas entre las densidades D1-30 y D2-30 respecto a las densidades D1-15, D2-15, D3-15 y D3-30 (Tabla 15).

6.5.2. Factor de condición (FC)

Los juveniles pequeños alcanzaron un factor de condición de 1.7 ± 0.1 , los juveniles de 1.7 ± 0.2 y sub-adultos de 1.6 ± 0.2 , siendo el más bajo el obtenido por los sub-adultos. Pese a que las variaciones fueron pequeñas, se encontró que las diferencias existentes fueron significativas ($P < 0.05$) (Anexo XI). Los factores de condición distintos corresponden a las densidades D3-15 (1.7 ± 0.10) y D1-30 (1.6 ± 0.4) (Tabla 15).

6.5.3. Tasa de eficiencia proteica (TEP)

Los valores de la tasa de eficiencia proteica obtenidos en juveniles pequeños fue de 0.8 ± 0.2 , en juveniles de 0.6 ± 0.3 y sub-adultos de 0.5 ± 0.2 , teniendo la TEP más alta en los juveniles pequeños y la más baja en sub-adultos.

Al comparar la tasa de eficiencia proteica entre cada uno de los tratamientos, se obtuvo que sí existe diferencia significativa ($P < 0.05$) (Anexo XII) entre las densidades D3-30 respecto a las densidades D1-15, D1-30 y D2-15. Sin embargo, estas diferencias son independientes de la densidad por observarse indistintamente en una densidad u otra (Tabla 15) por ejemplo la tasa de eficiencia proteica obtenida en las densidades D1-15 y D1-30 fue igual (0.5).

6.5.4. Valor proteico productivo (VPP)

Considerando que se tomaron muestras iniciales y finales homogéneas de *L. colorado*, el valor proteico productivo durante el presente experimento fue de 77.2%.

Tabla 15. Factor de conversión alimenticia (FCA), factor de condición (FC) y tasa de eficiencia proteica (TEP) de *Lutjanus colorado*, febrero a octubre del 2010.

Densidades Índices	D1-15	D1-30	D2-15	D2-30	D3-15	D3-30
FCA	$1.2 \pm 0.3a$	$2.2 \pm 0.4b$	$1.1 \pm 0.3a$	$1.9 \pm 0.4b$	$0.75 \pm 0.3a$	$1.3 \pm 0.4a$
FC	$1.6 \pm 0.0ab$	$1.6 \pm 0.4a$	$1.6 \pm 0.0ab$	$1.7 \pm 0.4ab$	$1.7 \pm 0.1b$	$1.7 \pm 0.2ab$
TEP	$0.5 \pm 0.3b$	$0.5 \pm 0.2b$	$0.8 \pm 0.5b$	$0.5 \pm 0.2ab$	$0.6 \pm 0.2ab$	$1.0 \pm 0.3a$

Subíndices distintos indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

7. DISCUSIÓN

Lutjanus colorado aceptó el subproducto fresco de *Thunnus albacares* que contenía 82% de proteína y 4.4% de lípidos (ambos en base seca), la proteína contenida en el alimento fue superior a lo sugerido para otras especies del mismo género mientras que los lípidos fueron inferiores. Catacutan *et al.* (2001) indica 44% de proteína y 6% a 12% de lípidos para *Lutjanus argentimaculatus*, Miller *et al.* (2005) 32% a 36% de proteína y 10% de lípidos para *Lutjanus campechanus*, Villa-López (2005) y Abdo de la Parra *et al.* (2010) de 32% a 45% de proteína y de 9% a 11% de lípidos para *Lutjanus guttatus*. No obstante, *L. colorado* presentó un desarrollo favorable alcanzando al final un aumento de 3% en proteína retenida en el músculo y el doble en grasa (12%) comparado con el resultado del análisis bioquímico proximal inicial. Quizás esto signifique que el alimento proporcionado cubrió los requerimientos básicos nutricionales para la especie y por lo tanto el aumento de éstos se deba a que la tasa metabólica y consecuentemente los requerimientos de energía para el mantenimiento disminuyen al aumentar el tamaño de los animales (Brett & Groves, 1979). Además Silva-Hernández (2004) mencionó que para *L. argentiventris* posiblemente el alimento suministrado no haya cumplido con los requerimientos nutricionales ya que obtuvo una disminución en la proteína final en el cuerpo total de la especie. Hernández-Mendoza (2007) en *L. guttatus* obtuvo en los análisis proximales finales (base seca) un contenido proteico superior (61%) al logrado en el presente estudio (57%), mientras que en lo que respecta a la grasa el resultado fue inverso, 12% y 29% respectivamente. Es importante mencionar que el alimento que se le proporcionó a *L. colorado* fue completamente natural sin ningún aditamento alimenticio, quizás a ello se deba la diferencia de resultados obtenidos por Hernández-Mendoza (2007) y el presente trabajo.

Durante el cultivo *L. colorado* toleró temperaturas de 19°C a 31°C. Sin embargo, la óptima para su crecimiento en este experimento fue de 25 a 31°C, similar a la obtenida para *Lutjanus argentiventris* de 25.8°C a 29.7°C (Guerrero-Tortolero, 1997) y 25.6°C a 32.3°C para *Lutjanus guttatus* (Castillo-Vargasmachuca *et al.*, 2007). La temperatura y el crecimiento presentaron una alta relación, la cual fue positiva, por lo tanto ambas variables

cambiaron en el mismo sentido, por ello se observó que cuando la temperatura bajó a 19°C los organismos disminuyeron la ingesta de alimento. Aunque, esto no se reflejó en la tasa de crecimiento debido a que las condiciones mencionadas duraron pocos días.

El oxígeno disuelto osciló entre 5 mg/l y 6.4 mg/l, que se encuentra dentro de los intervalos considerados como satisfactorio (4 mg/l y 7.8 mg/l) para *L. argentiventris* (Guerrero-Tortolero, 1997). Las variaciones de salinidad entre 32 ppm y 35 ppm a lo largo del experimento, no mostraron efecto alguno en *L. colorado*, aunque cabe mencionar que las variaciones fueron pequeñas y que ésta es una especie eurihalina.

La siembra de *L. colorado* fue a densidades de 15 y 30 peces/m³ que no mostraron influencia en el crecimiento de la especie. Las diferencias observadas en las tasas de crecimiento se debieron a los pesos y tallas iniciales de siembra, ya que los organismos de pesos y tallas pequeñas tienen tasas metabólicas más elevadas que los peces grandes (Lagler *et al.*, 1984). En *L. colorado* se obtuvieron tasas de crecimiento absoluto y específico superiores a los alcanzados con *L. argentiventris* (Guerrero-Tortolero, 1997 y Silva-Hernández, 2004), *L. synagris* (García-Torcuato *et al.*, 2006) y *L. guttatus* (Castillo-Vargasmachuca *et al.*, 2007) en densidades similares. En tanto que Makhdoom y Khatoon (2000) obtuvieron una tasa de crecimiento absoluto inferior con *L. johni* que en este trabajo con *L. colorado*, las densidades fueron similares pero con pesos y tallas inferiores de siembra a éstas (D2-30).

Benetti *et al.* (2002) con *L. analis* y Castillo-Vargasmachuca *et al.* (2007) con *L. guttatus* obtuvieron tasas de crecimiento específico similares a las obtenidas por *L. colorado* en las densidades D3-15 y D3-30. No obstante, Botero y Ospina (2002) y Garduño-Dionate *et al.* (2010) obtuvieron en *L. analis* y *L. peru* tasas de crecimiento absoluto superiores a los alcanzados en este trabajo (densidad D1-15), de 3.1 g/día y 2.6 g/día, respectivamente. En tanto que la tasa de crecimiento específico fue de 1.0%/día para ambas especies, e inferiores a las obtenidas en *L. colorado* (densidades D3-15 y D3-30). Quizás esto se deba a que las tallas de siembra fueron mayores a las utilizadas en este experimento, aunque es importante señalar que son especies completamente distintas con condiciones de cultivo

también diferentes; además, en el presente estudio el alimento utilizado fue fresco y sin complementos alimenticios.

La ganancia en biomasa, el peso ganado y la biomasa total de *L. colorado* utilizados también como parámetros de crecimiento, no mostraron influencia por las densidades utilizadas (15 y 30 peces/m³).

Respecto a la relación longitud – peso en las densidades de 15 y 30 peces por metro cúbico, se obtuvo un crecimiento alométrico negativo ($b = 2.9277$ para la densidad de 15 y $b = 2.9516$ para la densidad de 30), es decir, el incremento en peso es menor respecto a la longitud. Los valores de b difieren entre especies, hábitat, ciclos de vida de la especie y entre poblaciones de la misma especie (Bagenal, 1978). En este caso, los pesos y tallas de *L. colorado* trabajados tuvieron intervalos de edad de juveniles pequeños de 8.6 g con 7.6 cm en promedio a adultos que alcanzaron 599 g con 33.5 cm; son pequeños considerando su ciclo de vida, por lo tanto el valor obtenido de b podría estar relacionado a su etapa temprana de desarrollo; sin embargo, alcanzaron el peso y talla adecuada para su comercialización.

Después de ocho meses de experimento se logró una supervivencia total de 98.9% en *L. colorado*, considerando la supervivencia como un indicador de la resistencia de los organismos al manejo y al confinamiento (Weatherley y Gill, 1987), *L. colorado* mostró ser una especie con posibilidades de ser manejada en cautiverio. La supervivencia alcanzada fue superior a las obtenidas por Guerrero-Tortolero (1997) (50%), Makhdoom y Khatoon (2000) (94.9%), Benetti *et al.* (2002) (70%), Botero y Ospina (2002) (97.6%), Silva-Hernández (2004) (96%) y Castillo-Vargasmachuca *et al.* (2007) (67.5%), en densidades similares con *L. argentiventris*, *L. synagris*, *L. guttatus*, *L. johni* y *L. analis*.

El factor de conversión alimenticia (FCA) predominante fue menor a dos, inferiores a los obtenidos por Guerrero-Tortolero (1997), Botero y Ospina (2002), Silva-Hernández (2004), García-Torcuato *et al.* (2006) y Castillo-Vargasmachuca *et al.* (2007), en las especies *L. argentiventris*, *L. synagris*, *L. guttatus* y *L. johni*. Al considerar que el FCA es kilogramo de alimento necesarios para obtener un kilogramo de carne de pez y que en los peces puede obtenerse una conversión de dos e incluso de uno (Voto, 1999), los resultados obtenidos en *L. colorado* fueron buenos por encontrarse dentro de estos intervalos. No obstante, Benetti *et*

al. (2002) obtuvo un FCA de 1.1 en *L. analis*, inferior al intervalo de 1.3 a 2.2 alcanzados por *L. colorado* en densidades similares.

El factor de condición osciló de 1.6 a 1.7, las diferencias observadas no se debieron al efecto de la densidad sino más bien a los pesos y tallas iniciales de siembra. En el presente trabajo los organismos fueron pequeños, las tallas alcanzadas a pesar de ser consideradas tallas comerciales estaban por debajo de las requeridas para alcanzar la madurez sexual. De tal manera que el factor de condición de 2.78 obtenido por Silva-Hernández (2004) en *L. argentiventris* -en una densidad similar pero con peso y talla superiores de siembra a las utilizadas en el presente estudio- fue mayor al logrado en *L. colorado* (1.7 en la densidad D3-15). No obstante, el factor de condición obtenido en *L. colorado* para todas las densidades trabajadas fueron superiores a 0.18 conseguido por Garduño-Dionate *et al.* (2010) en *L. peru* y 1.3 obtenido por Guerrero-Tortolero (1997) en *L. argentiventris*.

Los resultados de la tasa de eficiencia proteica (TEP) fueron significativamente diferentes, posiblemente estén relacionadas al peso y talla de siembra de los organismos y no a la densidad, debido a que los requerimientos de proteína disminuyen conforme aumenta el tamaño corporal de los peces (Tacon, 1989). Los resultados del TEP obtenidos en el presente estudio, fueron iguales a los alcanzados por Silva-Hernández (2004) en *L. argentiventris* a una densidad similar (D3-15) pero con tallas de siembra distintas, siendo inferiores las de *L. colorado*. El contenido proteico en el alimento de *L. argentiventris* (48%) fue inferior que el de *L. colorado* (82%), por lo que los resultados de la tasa de eficiencia proteica en *L. colorado* quizás se deban a que eran juveniles pequeñas (8 g) mucho más pequeños que *L. argentiventris* (42 g) y por lo tanto la necesidad proteica fue mayor.

El presente trabajo muestra resultados alentadores y positivos, relacionados a la resistencia de la especie a su manejo, la aceptación y asimilación del alimento, así como a tasas e índices de crecimiento. Igualmente, el diseño y tipo de materiales utilizados para la construcción de las jaulas -resistentes y se pueden conseguir de manera local, logrando una optimización de los recursos-, fueron también importantes para la supervivencia. Por lo tanto, *L. colorado* podría ser una nueva especie marina con alto potencial de cultivo.

8. CONCLUSIONES

- Las densidades de siembra de 15 y 30 peces/m³ no tuvieron efecto alguno en el crecimiento de *Lutjanus colorado*.
- Las tasas de crecimiento y los factores de conversión alimenticia obtenidos en el presente estudio indican que *L. colorado* es una especie con potencial de cultivo.
- Bajo las condiciones de cultivo empleadas en el presente estudio, es posible sembrar organismos de 8.7 g y en ocho meses obtener organismos con 231.0 g o bien de 500 g en 4 meses más.
- La supervivencia total de 98.9% lograda en *L. colorado* demuestra que es una especie resistente al manejo y al confinamiento.
- La carne negra fresca subproducto de *Thunnus albacares* con 29% de proteína y 2% de grasa fue aceptado por *L. colorado* y permitió su crecimiento sin deformación alguna.
- *L. colorado* tolera temperaturas de 19°C a 31°C, sin embargo, cuando la temperatura baja a 19°C disminuye su consumo de alimento.
- El sistema de cultivo diseñado para el confinamiento de *L. colorado* permitió su desarrollo, sin causar daño a los organismos.
- El diseño y los materiales utilizados en la construcción de las jaulas son resistentes y económicos.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar otros estudios con densidades mayores a los utilizados en el presente trabajo con la finalidad de identificar las densidades óptimas para niveles comerciales.
- Realizar estudios de reproducción y larvicultura de *L. colorado*, conocimientos muy importantes para el impulso de esta especie en la piscicultura marina.
- La técnica cultivo utilizada puede ser implementada en zonas costeras rurales con bajo costo de inversión, siendo así posible su implementación en municipios de alta marginación en nuestro país y contribuir al impulso del desarrollo de la piscicultura marina en México.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdo de la Parra, M. I., L. E. Rodríguez-Ibarra, C. Hernández, K. Hernández y B. González Rodríguez, 2010. Efecto de diferentes niveles de proteína y lípidos totales en la dieta sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45(3): 433-439.
- Al-Ahmad, T. A., M. Ridha y A. A. Al-Ahmed, 1988. Production and feed ration of the Tilapia *Oreochromis spilurus* in seawater. *Aquaculture*, 73: 111-118.
- Allen, R. G. & Talbot H. F., 1985. Indo-Pacific Fishes. Review of the snapper of the genus *Lutjanus* (Pisces: Lutjanidae) from the Indo-Pacific, with the description of a new species. Bishop Museum. Honolulu, Hawai. No 11, 87 p.
- Amezcu-Linares, F., 2009. Peces demersales del Pacífico de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Primera Edición, Universidad Nacional Autónoma de México. 281 p.
- AOAC, 1984. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 14th Ed. The Association: Arlington, VA, 1141 p.
- Arjona, F. J., I. Ruiz-Jarabo, L. Vargas-Chacoff, Ma. del P. Martín del Río y J. Miguel Mancera, 2006. Crecimiento frente a salinidad en los peces teleósteos. Encuentros en la biología, año XIV, Núm. 110, 7-8 p.
- Audesirk, T., G. Audesirk and B. E. Byers, 2002. Biology Life on Earth. Sixth Edition. Custom Edition. United State of America. 763 p.
- Avilés-Quevedo, A., J. M. Mazón Suástegui y F. Castelló Ovay, 2008. Avances en el cultivo del pargo flamenco (*Lutjanus guttatus*) un ejemplo a seguir de los pescadores de Bahía Concepción, en Baja California Sur. *Rev. Industria Acuícola*, 4(5): 6-8.
- Bagenal, TB; Tesch FW. Age end growth. In: Olaya-Nieto C., G. Tordecilla-Petro y F. Segura-Guevara, 2008. Relación longitud-peso del rubio (*Salminus affinis* Steindachner, 1880) en la cuenca del río Sinú, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba*, 13(2):1349-1359.
- Bardach, J. E., J. H. Ryther y W. O. Mclarney, 1982. Acuicultura, crianza, cultivo de organismos marinos y de agua dulce. Agt. Editores. 741 p.
- Benetti, D. D., J. A. Matera, O. M. Stevens, J. F. Alarcón, M. W. Feeley, F. J. Rotman, Y. Miremoto, G. Banner-Stevens, J. Fanke, S. Zimmerman y L. Eldridge., 2002. Growth,

- survival, and feed conversion rates of hatchery-reared mutton snapper *Lutjanus analis* cultured in floating net cages. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33 (3): 1-9.
- Bernabé, G., 1994. Aquaculture. Biology and ecology of cultured species. p 403. En: Silva-Hernández M. A., 2004. Efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento y la supervivencia del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 18699) (Percoidei:Lutjanidae) cultivado en jaulas flotantes. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz Baja California Sur. 121 p.
- Botero, J. y J. F. Ospina, 2002. Growth of juveniles of the mutton snapper *Lutjanus analis* in floating cages at the Rosario Islands, Colombian Caribbean. *Bol. Invemar*. 31(1): 205-217.
- Brett & Groves, 1979 en: Tacon A. G. J., 1989. Nutrición y alimentación en peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. GCP/RLA/102/ITA. Proyecto Aquila II. FAO Documento de campo No 4, 573 p.
- Brett, J. R., 1979. Environmental factors and growth. p 599-675 en: Silva-Hernández M. A., 2004. Efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento y la supervivencia del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 18699) (Percoidei:Lutjanidae) cultivado en jaulas flotantes. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz Baja California Sur. 121 p.
- Castelló-Orvay, F., 2001. Estado actual del cultivo de peces en el mundo. p 7-15 en: Avilés-Quevedo A., 2002. Piscicultura marina en México. Reunión Nacional sobre cultivo de peces marinos. Instituto Nacional de Pesca, Universidad Autónoma de Baja California Sur y Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. 167 p.
- Castillo-Vargasmachuca, S., J. T. Ponce-Palafox, E. Chávez Ortiz y J. L. Arredondo-Figueroa, 2007. Effect of the initial stocking body weight on growth of spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) in marine floating cages. *Biología Marina y Oceanografía*, 42(3): 261-267.
- Catacutan, M. R., G. E. Pagador y S. Teshima, 2001. Effect of dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios on growth, survival and body composition of the mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus* (Forsskal 1775). *Aquaculture Research*, 32: 811-818.
- Chua, T. E. y S. K. Teng, 1979. Relative growth and production of the estuary grouper *Epinephelus salmoides* under different stocking densities in floating net-cages. p 363-372 en: Silva-Hernández M. A., 2004. Efecto de la densidad de confinamiento sobre

- el crecimiento y la supervivencia del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 18699) (Percoidei:Lutjanidae) cultivado en jaulas flotantes. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz Baja California Sur. 121 p.
- CONAPESCA, 2009. Anuario estadístico de pesca y acuicultura 2007. Edición 2007. 223 p.
- CONAPO, 2005. Índices de marginación. Primera edición noviembre del 2006. Impreso en México. 51 p.
- Delgado, C. L., Wada N., Rosegrant M.W., Meijer S. & Ahmed M., 2003. Fish to 2020: Supply and Demand in Changing Global Markets. 226 p in: FAO, 2007. Cage aquaculture. Regional reviews and global overview, Rome, 241 p.
- Díaz-Uribe, J. G., E. A. Chávez y J. F. Elorduy-Garay, 2004. Evaluación de la pesquería de huachinango (*Lutjanus peru*) en el suroeste del golfo de California. *Ciencias Marinas* 30(4):561-574.
- Espino-Barr, E., 2000. Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México. Tesis de doctorado en ciencias pecuarias. Posgrado interinstitucional en ciencias pecuarias, Universidad de Colima, México. 162 p.
- FAO, 2006d. State of World Aquaculture 2006. p 134 in: FAO, 2007. Cage aquaculture. Regional reviews and global overview, Rome, 241 p.
- FAO, 2007. Cage aquaculture. Regional reviews and global overview, Rome, 241 p.
- FAO, 2007. Estado Mundial de la Acuicultura 2006. *Documento Técnico de Pesca*. No 500. Roma, 134 p.
- FAO, 2009. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008. Departamento de pesca y acuicultura de la FAO. Roma, 196 p.
- Fernández-Borrás, J. y J. Blanco-Mínguez, 1993. Fisiología de nutrición. Alimentación y energética de la nutrición en peces: Generalidades p 177-1994. En: Castelló-Ovay, F. (Ed). *Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción*. Ciencias experimentales, matemáticas. Universitat de Barcelona.
- Fox, A. B. & A. G. Cameron, 1992. *Ciencias de los Alimentos, Nutrición y Salud*. Primera edición. Editorial Limusa. México, D.F., 457 p.

- García-Torcuato, R. R., M. Cervantes Trujano y A. Ancona Ordaz, 2006. Evaluación del crecimiento de pargo canane *Ocyurus chrysurus* y biajaiba *Lutjanus synagris* cultivadas en jaulas flotantes en la costa de Lerma, Campeche, México. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 8 p.
- Garduño-Dionate, M., M. L. Unzueta-Bustamante, M. Hernández-Martínez, R. M. Lorán-Núñez y F. R. Martínez-Isunza, 2010. Crecimiento de huachinangos juveniles silvestres (*Lutjanus peru*) en un encierro de engorda en Puerto Vicente Guerrero, Guerrero, México. *Ciencia Pesquera*, 18(1): 93-96.
- Gracia-López, V. y F. Castelló-Ovaray, 1996. Crecimiento del mero *Epinephelus marginatus* (=guaza) bajo distintas condiciones de cultivo. En: Silva-Hernández M. A., 2004. Efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento y la supervivencia del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 18699) (Percoidei:Lutjanidae) cultivado en jaulas flotantes. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz Baja California Sur. 121 p.
- Guerrero-Tortolero, D. A., 1997. Efecto de la densidad de siembra de juveniles del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) cultivado en jaulas. Tesis de maestría en ciencias. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S. Méx. 97 p.
- Halwart, M. & Moehl J. F. (eds.) 2006. FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa. p 113 in: FAO, 2007. Cage aquaculture. Regional reviews and global overview, Rome, 241 p.
- Hambrey, J., Tuan L. A., Nho N. T., Hoa D. T. & Thuong T. K., 1999. Cage culture in Vietnam: how it helps the poor. p 15-17. In: FAO, 2007. Cage aquaculture. Regional reviews and global overview, Rome, 241 p.
- Hepher, B. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. En: Silva-Hernández M. A., 2004. Efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento y la supervivencia del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 18699) (Percoidei:Lutjanidae) cultivado en jaulas flotantes. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz Baja California Sur. 121 p.
- Hernández, C., J. Sarmiento-Pardo, B. González-Rodríguez y I. Abdo de la Parra, 2004. Replacement of fish meal with co-extruded wet tuna viscera and corn meal in diets for white shrimp. *Aquaculture Research*, 35: 1153-1157.
- Hernández-Mendoza, K., 2007. Evaluación de los requerimientos de proteína, lípidos totales y dietas prácticas en juveniles de pargo flamenco, *Lutjanus guttatus* (steindachner, 1896). Tesis de maestría. Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo – Unidad Mazatlán. Mazatlán, Sin. 79 p.

- Jover-Cerdá, M., 2000. Estimación del Crecimiento, Tasa de Alimentación y Producción de Desechos en Piscicultura mediante un Modelo Bioenergético. *Revista AquaTIC*, No 9, Marzo 2000. [Disponible el 05/06/2011 en URL: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=82>].
- Juell, E. J., J. C. Holm, G. I. Hemre y Ø. Lie, 1998. Growth and feeding behavior of caged Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L. *Aquaculture Research*, 29: 115-122.
- Lagler, K. F., J. E. Bardach, R. R. Miller y D. R. Passino, 1984. Ictiología. Interamericana, México, 489 p.
- Lucano-Ramírez, G., S. Ruiz Ramírez y H. E. Peña Pérez, 2003. Captura comercial de pargos en la costa sur de Jalisco. II Foro Científico de Pesca Ribereña. Del 20 al 22 de octubre de 2003, Colima, Col. 113-114 p.
- Makhdoom, H. S. y Z. Khatoon, 2000. Preliminary studies on cage culture of *Lutajnus johni* (snapper) and *Pomadasys kaakan* (grunt) marine fishes. *Pakistan J. Zool.*, 32 (1): 85-91.
- Martínez-Andrade, F., 2003. A comparison of life histories and ecological aspects among snappers (Pisces: Lutjanidae). Thesis Doctor of Philosophy in The Department of Oceanography and Coastal Sciences. Faculty of the Louisiana State University. 201 p.
- Masser, P. M., 1998. What is Cage Culture?. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Publication No 160. 2 p.
- Mateos-Velasco, A. M., 1993. Piscicultura en jaulas flotantes. p 681-690. En: Castelló-Ovay, F. (Ed). *Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción*. Ciencias experimentals, matematiques. Universitat de Barcelona.
- Méndez N., 2002. Annelid assemblages in soft bottoms subjected to human impact in the Urías estuary (Sinaloa, Mexico). *Oceanologica Acta*, 25: 139-147.
- Milla, M. y F. Chacín, 2003. Comparación del análisis de covarianza no paramétrico y paramétrico y sus aplicaciones agrícolas. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*, 29: 85-95.
- Miller, C. L., D. A. Davis y R. P. Phelps, 2005. The effects of dietary protein and lipid on growth and body composition of juvenile and sub-adult red snapper, *Lutjanus campechanus* (Poey, 1860). *Aquaculture Research*, 36: 52-60.

- Montaño-Ley, Y., F. Páez-Osuna y R. Peraza-Vizcarra, 2000. Suspended and bed load sediment transport through a coastal lagoon entrance in Mazatlán, Sinaloa, México. *Int. Contam. Ambient.*, 16 (1): 27-36.
- New, 1987. en: Silva-Hernández M. A., 2004. Efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento y la supervivencia del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 18699) (Percoidei:Lutjanidae) cultivado en jaulas flotantes. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz Baja California Sur. 121 p
- Newman, S. J. y I. J. Dunk, 2002. Growth, age validation, mortality, and other population characteristics of the red emperor snapper, *Lutjanus sebae* (Cuvier, 1828), off the Kimberley Coast of North-Western Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55: 67-80.
- Ochoa-Izaguirrea, M. J., J. L. Carballo y F. Páez-Osuna, 2002. Qualitative changes in macroalgal assemblages under two contrasting climatic conditions in a subtropical estuary. *Botanica Marina*, 45: 130-138.
- Piñón-Gimate, A., 2003. Contribución al conocimiento de la biología de las especies *Hoplopagrus guetherii*, *Lutjanus argentiventris*, *Lutjanus colorado* y *Lutjanus guttatus* de la Bahía de Mazatlán y Santa María la Reforma. Tesis de maestría, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, 106 p.
- Ricker, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish.; Res. Board Can.* 191: 1-382.
- Ricker, W. E., 1979. Growth rates and models in fish physiology. Vol. VIII. Bioenergetics and Growth. Academia Press, INC. United Status of America. 786 p.
- Rojas, M. J. R., 1997. Dieta del "pargo colorado" *Lutjanus colorado* (Pisces:Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Biol. Trop.*, 45(3):1173-1183.
- Rojas-Herrera, A. A., 2001. Aspectos de dinámica de poblaciones del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 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.
- Rowland, S.J. Site selection, design and operation of aquaculture farms. In: Mercado-Burgos I., J. L. García, R. Rosado Cárcamo, C. W Olaya-Nieto, F. F. Segura-Guevara, S. B Brú-Cordero, G. Tordecilla-Petro., 2006. Cultivo de dorada (*Brycon sinuensis* Dahl, 1955) en jaulas flotantes a diferentes niveles de proteína. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 19 (2): 204-211.

- Santamaría, A. y E. A. Chávez, 1999. Evaluación de la pesquería de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) de Guerrero, México. *Biol. Trop.* 47 (3): 571-580.
- Santamaría-Miranda, A., M. Saucedo-Lozano, M. N. Herrera-Moreno y J. P. Apún-Molina, 2005. Hábitos alimenticios del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y del pargo rojo *Lutjanus colorado* (Pisces: Lutjanidae) en el norte de Sinaloa, México. *Biología Marina y Oceanografía*, 40(1): 33-44.
- Serrano-Pinto, V. V., 1997. Crecimiento del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) (Pisces: Lutjanidae) a diferentes concentraciones de salinidad en condiciones de cautiverio. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 62 p.
- Silva-Hernández, M. A., 2004. Efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento y la supervivencia del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) (Percoidei:Lutjanidae) cultivado en jaulas flotantes. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz Baja California Sur. 121 p.
- Tacon, A. G. J., 1989. Nutrición y alimentación en peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. GCP/RLA/102/ITA. Proyecto Aquila II. FAO Documento de campo No 4, 573 p.
- Teng, S. K., T. E. Chua y H. Ch. Lai, 1977. Construction and management of floating net-cages for culturing the estuary grouper *Epinephelus salmoides* Maxwell. p 359-371 en: Silva-Hernández M. A., 2004. Efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento y la supervivencia del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) (Percoidei:Lutjanidae) cultivado en jaulas flotantes. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz Baja California Sur. 121 p.
- Torres-Pérez, M. y J. Ma. Meléndez Robredillo, 1989. Piscicultura en jaulas flotantes. Hojas divulgadoras. Núm. 18/89 DH. Dirección General de Capacitación e Investigación Agrarias. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid, España. I.S.B.N.: 84-341-0662-0. 24 p.
- Villa-López, A. Y., 2005. Efecto de diferentes niveles de proteína y lípidos en el alimento, sobre el crecimiento y sobrevivencia del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1896). Tesis de licenciatura en biólogo acuicultor. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Sinaloa. 61 p.
- Viveros, E. R., E. A. Rubio R. y J. H. Gamboa D`Croz, 2009. Evaluación del crecimiento y sobrevivencia del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en dos

- sistemas de producción, estanques en tierra y jaulas flotantes, en la estación acuícola Bahía Málaga del Incoder, Pacífico colombiano. [en línea] <<http://mariculturabun.blogspot.com/>> [5 sep. 2009].
- Voto, B. J., 1999. Piscicultura amazónica con especies nativas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Perú, Lima. [en línea] <<http://www.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/iiap/iiap1/texto.htm>> [22 mzo.2011].
- Weatherley, A. H., 1972. Growth and ecology of fish populations. Academic Press INC. London. 293 p.
- Weatherley, A. H. y H. S. Gill, 1987. The biology of fish growth. Academic Press. Orlando Florida, 443 p.
- Wedemeyer, G., 1996. Physiology of fish in intensive culture systems. p 5-8 en: Pérez-Arvizu Ma. De la L. P., 2009. Efecto de la densidad de siembra en juveniles de lenguado de California *Paralichthys californicus* evaluado mediante indicadores de estrés. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada-CICESE. 68 p.
- Zar, H. J., 1996. Biostatistical analysis. Third edition. Prentice Hall. United States of America. 121 p.

11. ANEXO I

Antecedentes de crecimiento del género *Lutjanus* en jaulas flotantes

Especie	Densidad		% alimento	Tipo de alimento	Alimento al día (suministro)	Días de cultivo	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Longitud inicial (cm)	Longitud final (cm)	Tasa de crecimiento absoluto (g/día)		Tasa de crecimiento específico (%/día)	Tasa de conversión alimenticia	Factor de condición	Supervivencia (%)	Mortalidad	Autor y año
	cm ²	cm ³																
<i>L. johni</i>		37	2	Artificial	-	120	62.94	147.94	12.92	21.34	0.70	-	-	1.5	-	5.01	Makhdoom y <i>Khatoon</i> (2000)	
<i>L. analis</i>		15.9	-	Artificial	2	118	151.1	524	22.3	-	3.16	1.06	3.53	-	97.6	2.4	Botero y Ospina (2002)	
<i>L. analis</i>		25	3	Artificial	3	246	16.5	330.7	-	25.7	1.28	1.22	1.11	-	70	-	Benetti <i>et al.</i> (2002)	
<i>L. analis</i>		5	3	Artificial	3	178	42.3	245.6	-	23.8	1.16	1	1.64	-	70	-	Benetti <i>et al.</i> (2002)	
<i>L. argentiventris</i>		6	-	Sardina	1	125	16.91	82.33	8.0	13.8	0.52	0.46	0.54	8.3	2.7 a 3.29	50	-	Guerrero-Tortolero (1997)
<i>L. argentiventris</i>		9	-	Sardina	1	125	16.85	54.59	8.5	12.4	0.30	0.31	0.31				-	Guerrero-Tortolero (1997)
<i>L. argentiventris</i>		12	-	Sardina	1	125	17.45	57.51	8.5	12.5	0.32	0.32	0.34				-	Guerrero-Tortolero (1997)
<i>L. argentiventris</i>	6	-	-	Artificial	1	182	42.27	99.86	10.91	14.98	-	0.48	4.33	3.08	96	-	Silva-Hernández (2004)	
<i>L. argentiventris</i>	9	-	-	Artificial	1	182		107.85		15.22	-	0.51	2.82	2.97	96	-	Silva-Hernández (2004)	
<i>L. argentiventris</i>	12	-	-	Artificial	1	182		109.66		15.26	-	0.53	2.78	3.06	96	-	Silva-Hernández (2004)	
<i>L. synagris</i>		5/1.5	10 – 12	Artificial	2	60	64.81	109.53	14	15.83	0.84	-	4.83	-	-	1.11	García-Torcuato <i>et al.</i> (2006)	
<i>L. synagris</i>		10/1.5	10 – 12	Artificial	2	60	64.81	115.03	14	16.06	0.84	-	4.83	-	-	1.11	García-Torcuato <i>et al.</i> (2006)	
<i>L. synagris</i>		15/1.5	10 – 12	Artificial	2	60	64.81	111.23	14	15.8	0.84	-	4.83	-	-	1.11	García-Torcuato <i>et al.</i> (2006)	
<i>L. guttatus</i>		12.03	1.5 a 1.2	Artificial	2	153	24.5	155.2	10.6	22.51	-	1.2	2	-	67.5	-	Castillo-Vargasmachuca <i>et al.</i> (2007)	
<i>L. guttatus</i>		11.89	1.5 a 1.2	Artificial	2	153	55.4	226.2	14.6	24.65	-	1.1	1.8	-	71.5	-	Castillo-Vargasmachuca <i>et al.</i> (2007)	
<i>L. guttatus</i>		11.99	1.5 a 1.2	Artificial	2	153	110.2	366.1	18.1	29.53	-	1	1.9	-	74.7	-	Castillo-Vargasmachuca <i>et al.</i> (2007)	
<i>L. guttatus</i>		10	-	Artificial	-	-	-	-	-	-	1.5 a 2.2	-	1.4	-	-	-	Avilés-Quevedo <i>et al.</i> (2008)	
<i>L. peru</i>		9.6	5-2	Artificial	2	120	138.2	374.4	21.5	29.1	2.6	1.0	-	0.18	-	-	Garduño-Dionate <i>et al.</i> (2010)	

Peso | longitud (cm)

12. ANEXO II

Determinación de humedad

El método consiste en secar la muestra en un horno y determinar por diferencia de peso el material seco y húmedo.

Equipo

- Horno eléctrico
- Desecador

Procedimiento

1. Pesar 3 g de la muestra previamente molida
2. Colocar la muestra en el horno eléctrico a 105°C aproximadamente 18 horas, hasta lograr un peso constante
3. Transferir la muestra en el desecador para enfriarla, hasta que alcance la temperatura ambiente (15 a 30 minutos)
4. Pesar el recipiente con la muestra
5. Realizar cálculos mediante la siguiente formula

Contenido de humedad (%) = $(B-A)(100)/C$

Donde:

A: peso del contenedor y la muestra seca

B: peso del contenedor y la muestra húmeda

C: peso de la muestra

13. ANEXO III

Cenizas

Este método se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación. Se considera como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra.

Materiales y equipo

- Crisoles de porcelana
- Mufla
- Desecador

Procedimiento

1. En un crisol de porcelana que previamente se calcino y se llevó a peso constante se colocaron de 0.5 a 1.0 g de muestra seca
2. La muestra se puso alrededor de 15°C a 100°C, posteriormente se elevó la temperatura de la mufla a 550°C por 18 horas
3. Las muestras se transfirieron a un desecador hasta su completo enfriamiento
4. Se pesó el crisol
5. Se realizaron los cálculos mediante la siguiente formula:

$$\text{Contenido de cenizas (\%)} = (A-B)(100)/C$$

Donde:

A: peso del crisol con ceniza (peso final)

B: peso de crisol (peso inicial)

C: peso de la muestra

14. ANEXO IV

Proteína cruda

Método de Dumas, este se divide en tres ciclos de análisis: purga, combustión y análisis. En la fase de purga una alícuota de la muestra es encapsulada y colocada en el cabezal de carga, sellada y purgada de algún gas atmosférico que haya sido ingresado en el proceso de preparación. El Ballast y el gas son purgados. Durante la fase de combustión, la muestra es introducida al horno a 850°C y acelerado con oxígeno puro para obtener alcanzar una rápida combustión. Los productos de la combustión son principalmente CO₂, H₂O, NO_x y N₂, estos pasan a través de un filtro en el horno y por un enfriador eléctrico, con la finalidad de eliminar la humedad, luego son colectados por el Basllast.

En la fase de análisis, los gases obtenidos en la combustión son homogeneizados en el Ballast a través de una mezcla pasiva. Una alícuota de 3 cc es capturada y el Ballast es forzado a evacuarse. La muestra gaseosa de 3 cc pasa a través de cobre caliente para remover el O₂ y cambiar el NO_x y N₂, luego a través del Lecosorb y anhídrido se remueve el CO₂ y el agua respectivamente. Los productos remanentes de la combustión son el nitrógeno arrastrado por un gas Helio y medido por una celda de conductividad térmica.

15. ANEXO V

Determinación de grasa cruda

Las grasas son extraídas de las muestras de petróleo y evaluadas con un porcentaje de su peso después que el solvente se haya evaporado.

Reactivos, material y equipo

- Éter de petróleo, punto de ebullición 40°C-60°C
- Aparato de extracción Soxtec System (Foss Tecador)
- Horno a 105°C
- Desecador
- Dedales de extracción
- Vasos de aluminio

Método

1. Sacar los vasos de aluminio del horno, enfriar durante una hora en el desecador y pesar hasta peso constante
2. Pesar 0.5 g de muestra seca en un dedal de extracción, tapar con algodón y colocarlo en la unidad de extracción
3. En el aparato de extracción Soxtec System, la plancha de calentamiento está programada a 135°C, la muestra permanece sumergida en el solvente 35 minutos, el tiempo de fase de reflujo es de 1:30 horas y la recuperación del solvente finalmente es de 10 minutos
4. Sacar los vasos de aluminio del aparato extractor y colocarlos en el horno a 105°C durante 45 minutos
5. Sacar los vasos del horno y colocarlos en el desecador durante una hora y pesar hasta obtener un peso constante

Cálculos

Contenido de grasa cruda (%) = $100(B-A/C)$

Donde:

A = peso del vaso limpio y seco (g)

B = peso del vaso con grasa (g)

C = peso de la muestra (g)

16. ANEXO VI

Tabla I. Análisis de covarianza no paramétrico de las pendientes de crecimiento en peso de *L. colorado* por tiempo y densidad.

	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	n	b	Residual SS	Residual DF
Regresión 1	56372	112453.8	236165.4	9	2.0	11836.8	7
Regresión 2	56372	96333.5	169827.9	9	1.7	5204.8	7
Regresión 3	56372	50495.0	53821.4	9	0.9	8590.8	7
Regresión 4	56372	105851.2	215303.8	9	1.9	16544.2	7
Regresión 5	56372	90642.0	151612.0	9	1.6	5866.2	7
Regresión 6	56372	44733.8	43364.4	9	0.8	7866.0	7
Regresión "estimada"						55908.8	42
Regresión "Común"	338232	500509.292	870094.934	54	1.479	129450.784	47
Regresión "total"	338232	500509.292	1361137.248	54	1.479	620493.097	52
F calculada	11.049						
F _{0.05 (1),5,42}	2.438						

Tabla II. Peso (promedio \pm desv. est.) en gramos de *L. colorado* por tiempo y densidad.

Densidades	Peso inicial	Peso final
D1-15	121.9 \pm 42.5	599.4 \pm 158.7
D1-30	101.4 \pm 35.7	514.1 \pm 105.8
D2-15	86.3 \pm 34.4	488.7 \pm 137.5
D2-30	71.6 \pm 30.0	466.0 \pm 131.4
D3-15	8.5 \pm 5.8	227.8 \pm 83.0
D3-30	8.7 \pm 3.9	234 \pm 79.7

Tabla II-a. Análisis de varianza paramétrico y no paramétrico de los pesos iniciales (febrero) para cada una de las densidades *L. colorado*

Grupo 1. (D1-15 con D1-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	4,209.336	4,209.336	2.900	0.096
Residuales	43	62,416.587	1,451.549		
Total	44	66,625.923			

Grupo 2. (D2-15 con D2-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	2,155.900	2,155.900	2.172	0.148
Residuales	43	41,680.692	992.397		
Total	44	43,836.592			

Grupo 3. (D3-15 con D3-30)

$H = 0.635$ $p = 0.426$ – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	15	318.5
Grupo 2	30	30	762.5

Tabla II-b. Análisis de varianza paramétrico y no paramétrico de los pesos finales (octubre) para cada una de las densidades *L. colorado*

Grupo 1. (D1-15 con D1-30)

$H = 4.283$ $p = 0.038$ – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	15	342
Grupo 2	30	30	324

Grupo 2. (D2-15 con D2-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	4,343.062	4,343.062	0.244	0.625
Residuales	35	624,023.377	17,829.239		
Total	36	628,366.439			

Grupo 3. (D3-15 con D3-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	279.967	279.967	0.0427	0.838
Residuales	29	190,183.552	6,558.054		
Total	30	190,463.519			

Tabla III. Análisis de covarianza no paramétrico de las pendientes de crecimiento en biomasa total de *L. colorado* por tiempo y densidad.

	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	n	b	Residual SS	Residual DF
Regresión 1	60	60	60	9	1	0	7
Regresión 2	60	59	60	9	0.983	1.983	7
Regresión 3	60	59	60	9	0.983	1.983	7
Regresión 4	60	57	60	9	0.95	5.85	7
Regresión 5	60	59	60	9	0.983	1.983	7
Regresión 6	60	60	60	9	1	0	7
Regresión "estimada"						11.8	42
Regresión "Común"	360	354	360	54	0.983	11.9	47
Regresión "total"	360	354	360	54	0.983	11.9	52
F calculada	0.071						
F _{0.05 (1),5,42}	2.438						

Tabla IV. Análisis de covarianza no paramétrico de las pendientes de crecimiento en longitud de *L. colorado* por tiempo y densidad.

	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	n	b	Residual SS	Residual DF
Regresión 1	60	59	60	9	0.983	1.983	7
Regresión 2	60	60	60	9	1	0	7
Regresión 3	60	60	60	9	1	0	7
Regresión 4	60	60	60	9	1	0	7
Regresión 5	60	60	60	9	1	0	7
Regresión 6	60	59	60	9	0.983	1.983	7
Regresión "estimada"						3.97	42
Regresión "Común"	360	358	360	54	0.994	3.99	47
Regresión "total"	360	358	360	54	0.994	3.99	47
F calculada	0.047						
F _{0.05 (1),5,42}	2.438						

Tabla V. Longitud (promedio \pm desv. est.) en gramos de *L. colorado* por tiempo y densidad.

Densidades	Longitud inicial	Longitud final
D1-15	19.1 \pm 2.6	33.5 \pm 3.1
D1-30	18.2 \pm 2.4	31.6 \pm 2.6
D2-15	17.3 \pm 2.4	31.5 \pm 3.2
D2-30	16.1 \pm 2.0	30.6 \pm 2.9
D3-15	7.6 \pm 1.8	24.0 \pm 3.0
D3-30	7.8 \pm 1.2	24.2 \pm 2.7

Tabla V-a. Análisis de varianza paramétrico y no paramétrico de las longitudes iniciales (febrero) para cada una de las densidades de *L. colorado*

Grupo 1. (D1-15 con D1-30)

H = 1.988 p = 0.159 – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	15	403.5
Grupo 2	30	30	631.5

Grupo 2. (D2-15 con D2-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	13.488	13.488	2.778	0.103
Residuales	42	203.900	4.855		
Total	43	217.388			

Grupo 3. (D3-15 con D3-30)

H = 0.733 $p = 0.392$ – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	15	316
Grupo 2	30	30	765

Tabla V-b. Análisis de varianza paramétrico y no paramétrico de las longitudes finales (octubre) para cada una de las densidades de *L. colorado*

Grupo 1. (D1-15 con D1-30)

H = 5.047 $p = 0.025$ – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	15	347.5
Grupo 2	30	21	318.5

Grupo 2. (D2-15 con D2-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	6.264	6.264	0.690	0.412
Residuales	35	317.929	9.084		
Total	36	324.192			

Grupo 3. (D3-15 con D3-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	0.216	0.216	0.0268	0.871
Residuales	29	234.113	8.073		
Total	30	234.330			

Tabla VI. Análisis de covarianza no paramétrico de las pendientes de crecimiento en altura de *L. colorado* por tiempo y densidad.

	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	n	b	Residual SS	Residual DF
Regresión 1	60	59	60	9	0.983	1.983	7
Regresión 2	60	60	60	9	1	0	7
Regresión 3	60	60	60	9	1	0	7
Regresión 4	60	58	60	9	0.967	3.933	7
Regresión 5	60	60	60	9	1	0	7
Regresión 6	60	59	60	9	0.983	1.983	7
Regresión "estimada"						7.9	42
Regresión "Común"	360	356	360	54	0.989	7.955	47
Regresión "total"	360	356	360	54	0.989	7.955	52
F calculada	0.059						
F _{0.05 (1),5,42}	2.438						

Tabla VI-a. Análisis de varianza paramétrico y no paramétrico de alturas iniciales (febrero) para cada una de las densidades de *L. colorado*

Grupo 1. (D1-15 con D1-30)

H = 0.441 $p = 0.507$ – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	15	372.5
Grupo 2	30	30	662.5

Grupo 2. (D2-15 con D2-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	0.445	0.445	1.305	0.260
Residuales	42	14.323	0.341		
Total	43	14.768			

Grupo 3. (D3-15 con D3-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	0.0283	0.0283	0.127	0.723
Residuales	44	9.771	0.222		
Total	45	9.799			

Tabla VI-b. Análisis de varianza paramétrico y no paramétrico de alturas finales (octubre) para cada una de las densidades de *L. colorado*

Grupo 1. (D1-15 con D1-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	1.806	1.806	3.104	0.087
Residuales	34	19.782	0.582		
Total	35	21.587			

Grupo 2. (D2-15 con D2-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	0.0972	0.0972	0.125	0.726
Residuales	35	27.290	0.780		
Total	36	27.388			

Grupo 3. (D3-15 con D3-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	0.0748	0.0748	0.0954	0.760
Residuales	29	22.742	0.784		
Total	30	22.817			

Tabla VII. Análisis de covarianza no paramétrico de las pendientes de crecimiento en anchura de *L. colorado* por tiempo y densidad.

	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	n	b	Residual SS	Residual DF
Regresión 1	60	59	60	9	0.983	1.983	7
Regresión 2	60	58	60	9	0.967	3.93	7
Regresión 3	60	60	62.889	9	1	2.889	7
Regresión 4	60	59	60	9	0.983	1.983	7
Regresión 5	60	59	60	9	0.983	1.983	7
Regresión 6	60	59	60	9	0.983	1.983	7
Regresión "estimada"						14.756	42
Regresión "Común"	360	354	362.889	54	0.983	14.789	47
Regresión "total"	360	354	362.981	54	0.983	14.881	52
F calculada	0.019						
F _{0.05 (1),5,42}	2.438						

Tabla VII-a. Análisis de varianza paramétrico y no paramétrico de anchuras iniciales (febrero) para cada una de las densidades de *L. colorado*

Grupo 1. (D1-15 con D1-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	0.0401	0.0401	0.319	0.575
Residuales	43	5.404	0.126		
Total	44	5.444			

Grupo 2. (D2-15 con D2-30)

H = 0.825 p = 0.364 – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	15	374
Grupo 2	30	30	616

Grupo 3. (D3-15 con D3-30)

H = 1.735 p = 0.188 – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	15	297
Grupo 2	30	30	784

Tabla VII-b. Análisis de varianza paramétrico y no paramétrico de anchuras finales (octubre) para cada una de las densidades de *L. colorado*

Grupo 1. (D1-15 con D1-30)

H = 2.722 $p = 0.099$ – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	15	328.5
Grupo 2	30	21	337.5

Grupo 2. (D2-15 con D2-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	0.0435	0.0435	0.241	0.626
Residuales	35	6.304	0.180		
Total	36	6.348			

Grupo 3. (D3-15 con D3-30) – Análisis de varianza paramétrico

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	p
Entre grupos	1	0.0362	0.0362	0.184	0.671
Residuales	29	5.711	0.197		
Total	30	5.747			

17. ANEXO VII

Análisis de covarianza no paramétrico de las pendientes de crecimiento en peso ganado de *L. colorado* por tiempo y densidad.

	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	n	b	Residual SS	Residual DF
Regresión 1	39991.5	85383.12	191428.00	8	2.14	9132.33	6
Regresión 2	39991.5	72806.61	136036.97	8	1.82	3488.75	6
Regresión 3	39991.5	41216.70	48565.99	8	1.03	6086.56	6
Regresión 4	39991.5	76268.28	159701.49	8	1.91	14249.32	6
Regresión 5	39991.5	66931.20	117290.46	8	1.67	5272.02	6
Regresión 6	39991.5	35699.34	38381.49	8	0.89	6513.66	6
Regresión "estimada"						44742.64	36
Regresión "Común"	239949	378305.25	691404.43	48	1.58	94965.76	41
Regresión "total"	239949	378305.25	865473.87	48	1.58	269035.20	46
F calculada	8.082						
F 0.05 (1),5,42	2.478						

18. ANEXO VIII

Análisis de varianza paramétrico de la tasa de crecimiento absoluto (TCA) de *L. colorado* por densidad.

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	<i>p</i>
Entre grupos	5	7.726	1.545	1.175	0.338
Residuales	42	55.236	1.315		
Total	47	62.963			

19. ANEXO IX

Análisis de varianza no paramétrico de la tasa de crecimiento específico (TCE) de *L. colorado* por densidad.

H = 9.772 *p* = 0.082 – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	8	148
Grupo 2	15	8	170
Grupo 3	15	8	269
Grupo 4	30	8	154
Grupo 5	30	8	171
Grupo 6	30	8	264

20. ANEXO X

Análisis de varianza paramétrico del factor de conversión alimenticia (FCA) de *L. colorado* por densidad.

Fuente de variación	DF	SS	MS	F	<i>p</i>
Entre grupos	5	11.283	2.257	17.254	<0.001
Residuales	42	5.493	0.131		
Total	47	16.776			

21. ANEXO XI

Factor de condición (FC) de *L. colorado* por densidad.

H = 11.698 *p* = 0.039 – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	9	208
Grupo 2	15	9	182
Grupo 3	15	9	345
Grupo 4	30	9	169
Grupo 5	30	9	270
Grupo 6	30	9	311

22. ANEXO XII

Tasa de eficiencia proteica (TEP) de *L. colorado* por densidad.

H = 13.328 $p = 0.020$ – Análisis de Kruskal-Wallis

	Código	N	Suma de rangos
Grupo 1	15	7	103
Grupo 2	15	7	113
Grupo 3	15	7	182
Grupo 4	30	7	116
Grupo 5	30	7	148
Grupo 6	30	7	241