



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## FACULTAD DE CIENCIAS

Efecto del fotoperiodo en la coloración del pez Gourami  
enano (*Colisa lalia*)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

**Rafael Sebastián Muratalla Miranda**



**DIRECTORA DE TESIS:**  
**Dra. María del Carmen Miñana Solís**

**2020**

Ciudad Universitaria, CDMX



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

# Índice

1. Agradecimientos.....	4
1.1 Académicos.....	4
1.2. Personales.....	5
2. Resumen.....	7
3. Introducción.....	8
3.1. Ritmos biológicos.....	8
3.2. Clasificación de los ritmos.....	10
3.3. Sistema circadiano.....	12
3.4. Definición de Fotoperiodo, fotoperiodismo y sus efectos.....	14
3.4.1. Efecto del fotoperiodo en mamíferos.....	16
3.4.2. Efecto del fotoperiodo en insectos.....	17
3.4.3. Efecto del fotoperiodo en aves.....	18
3.4.4. Efecto del fotoperiodo en peces.....	18
3.5. Influencia del fotoperiodo en la coloración de los peces.....	21
3.6. Modelo de estudio Gourami enano ( <i>Colisa lalia</i> ).....	22
3.6.1. Anatomía y fisiología.....	23
3.6.2. Ecología.....	24
3.6.3. Coloración.....	25
3.6.4. Condiciones de manejo.....	26
4. Antecedentes.....	27
4.1. Coloración.....	28
5. Justificación del problema.....	29
6. Hipótesis.....	30
7. Objetivos.....	31
8. Materiales y métodos.....	31

8.1. Sistema de estudio (tamaño de muestra y características de la misma.....	31
8.2. Diseño experimental.....	31
8.3. Evaluación de la supervivencia de los peces.....	33
8.4. Análisis y evaluación de la coloración.....	33
8.5. Peso corporal.....	36
9. Resultados.....	37
9.1. Supervivencia de los peces.....	37
9.1.1. Pruebas estadísticas.....	39
9.2. Coloración.....	41
9.2.1. Pruebas estadísticas.....	51
9.2.2 Imágenes por tratamiento.....	53
9.3. Peso corporal.....	54
9.3.1. Pruebas estadísticas.....	57
10. Discusión.....	59
10.1 Supervivencia.....	59
10.2 Coloración.....	62
10.3 Peso.....	65
11. Conclusiones.....	68
12. Perspectivas.....	69
13. Apéndices.....	70
13.1. Apéndice 1.....	70
13.2. Apéndice 2.....	95
14. Literatura citada.....	101

# 1. Agradecimientos

## 1.1. Académicos

Mis sinodales y directora de tesis: Dra. Alicia Cruz Martínez, M. en C. Liliana Itzé López Olmedo. Dra. María del Carmen Miñana Solís. M. en C. María Estela Pérez Cruz. Las elegí a cada una de ustedes porque han sido las mejores profesoras y personas que tuve el agrado de conocer en mi camino de licenciatura. Su pasión por enseñar me impulso enormemente, pues en los tiempos que no me iba muy bien, las recordaba y me volvían las ganas de ser como ustedes. ¡Muchas gracias! Al quinto sinodal, Biol. Edgar Ávila Luna. No tuve el agrado de conocerlo, pero sus observaciones a mi tesis fueron algo muy valioso para mí, me hicieron entender varias cosas de las que no me había percatado.

M. en C. Ignacio Andrés Morales Salas y M. en C. María Estela Pérez Cruz. Sí, nuevamente usted, maestra. Durante toda la etapa experimental de mi proyecto siempre tuve el apoyo de estas dos grandiosas personas, encargadas del acuario de la Facultad de Ciencias, UNAM. Cualquier duda técnica fue resuelta. Cualquier necesidad de alimentar a mis organismos o de limpiarlos, fue asistida por ellos. Fue increíble su amabilidad y preocupación porque todo saliera bien conmigo. ¡Muchas gracias!

M. Ruth López Pérez. El procesamiento de mis resultados, principalmente de mis imágenes, fue una tarea bastante ardua. De no ser por usted, por sus enseñanzas y consejos, sencillamente no hubiera podido avanzar. ¡Muchas gracias!

Mi hermosa Facultad de Ciencias y mi UNAM. Todo lo que aprendí en estos recintos fue muy especial, invaluable y ha quedado dentro de mi mente y corazón. Las amo y siempre las llevaré dentro de mí. ¡Muchas gracias!

## 1.2. Personales

Lic. María de las Mercedes Miranda Rosas. Por fin lo logré, mamá. Durante toda mi vida has sido increíble. Me enseñaste muchas cosas, tan importantes y, a pesar de que luego eras un poco sobreprotectora, todas han sido por mi bien. Nunca me has permitido rendirme y aquí está el resultado. ¡Te quiero mucho!

Dr. Benjamín Muratalla. De entre mis recuerdos más antiguos, siempre has estado estudiando. Sin duda sé que esa es tu gran pasión. Quizá no lo sepas, pero eso me ha impulsado a desarrollarme y realizarme académicamente. Tu forma de ser, tan firme, ha hecho que en ocasiones choquemos, pero también me ha hecho ser una mejor persona cada día. ¡Te quiero mucho!

Lic. Martha Patricia Miranda Rosas. Siempre has sido una excelente persona y me has apoyado cuando más lo he necesitado. No le vayas a decir a nadie, pero ¡eres mi tía favorita!

Ing. Javier Cortés Figueroa. Gracias a mi papá es que te conozco. Esos viajes en los que hemos salido, han sido grandiosos. Enfatizo mi agradecimiento por tu flamante inteligencia, pues con ella fue que diseñaste mi instrumento para tomar las fotografías que necesitaba. ¡Miles de gracias!

Lic. Carla Orozco. Carlita, ya por fin te alcancé. Has sido mi más grande amiga. Después de que te mudaste, sentí que nuestra amistad peligraba, pero la realidad es que no. No importa donde quiera que estés, te sigo queriendo mucho y deseando que tu vida sea lo mejor para ti.

Enrique Sombra y mis compañeros de Preparatoria, Asaf Montesinos, Víctor García, Antonio García y Jazmín Ulloa. He disfrutado todas las etapas de mi vida, pero creo que la preparatoria fue muy padre a lado de ustedes. Las clases, las risas, el

básquet, los juegos. Todo fue muy padre y siempre lo recuerdo con gran emoción. Y Enrique (Kikis), el número 3 siempre será mío.

Lic. Jonathan Padilla y Lic. Luis Machorro. Desde el primer momento que los vi, supe que había algo especial con ustedes. Su compañía y amistad han sido de lo que más he atesorado. No importa que cada quien esté en su mundo y lejos del otro, cuando nos vemos, retoña la amistad y nos tratamos como si nunca nos hubiéramos separado. Espero que seamos amigos todo el tiempo que se pueda.

Gabriela García, Nayeli Paredes, Cynthia Eustaquio, Diana Hernández, César Gómez, Alondra Vega, Aline Cruz. Mis compañeros de la Universidad. Hicieron de la facultad algo inolvidable. Sigán sus sueños y nunca se den por vencidos.

Universum. Génesis Orduña, Kassandra Salgado, Aline Rojas, Mirna Casas, Natalia Pascual, Alejandra Lázaro, Laura Santiago, Nancy Guadarrama, Ian García, Ricardo Cebada, Félix Bello, David Acevedo. Son muchos y, precisamente por eso, inolvidables. Me encanto mi estancia en el museo especialmente por ustedes. De ahí salieron muchas amistades que creo y espero nunca se acaben.

Inglés. Andrea Acosta y Aranza Vega. Compartí con ustedes el aprendizaje de esta lengua tan bonita. Agradezco mucho haberme encontrado con ustedes.

## 2. Resumen

Los ritmos biológicos están presentes en todos los seres vivos. Algunas señales como la luz influyen directamente en ellos. El fotoperiodo, definido como la proporción de horas luz/oscuridad en 24 horas, regula procesos vitales. En peces afecta la actividad locomotriz, pigmentación, termorregulación y alimentación. El Gourami enano (*Colisa lalia*) es modelo atractivo para el estudio de los efectos del fotoperiodo. En la naturaleza se ha observado que la intensidad de coloraciones puede ser correlacionada con la condición física y apareamiento.

En este trabajo se evaluó el efecto del fotoperiodo en la coloración de *Colisa lalia*. Además, se determinó si la cantidad de horas de luz influye en el peso y supervivencia. Se utilizaron 12 individuos machos adultos con peso promedio de 3.0 +/- 1.1 gr y longitud estándar de 4.0 a 4.6 cm. Fueron repartidos y expuestos a 3 tratamientos de fotoperiodo: 1) 12/12 (grupo control); 2) 16/8; y 3) 8/16; (horas luz/oscuridad respectivamente). Se realizó el registro fotográfico cada dos semanas para la evaluación de la coloración, así como la relación y proporción de supervivencia de los peces utilizados y el peso respecto al fotoperiodo al que fueron expuestos.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia por efecto del fotoperiodo. Los peces que mostraron coloraciones de naranja intenso a rojo profundo en la línea lateral fueron los del grupo control (12/12). En contraste, los que presentaron coloraciones de naranja intenso a rojo profundo en lugares aleatorios fueron aquellos que se sometieron al fotoperiodo 16/8). Se comprobó que los tratamientos 1 y 2 se diferencian significativamente del 3.

En cuanto al peso, el tratamiento 2 presentó la media más alta. Por lo tanto, hay relación entre el aumento de peso y la cantidad de horas de luz a las cuales fueron expuestos los organismos.

### 3. Introducción

Todos los organismos se caracterizan por poseer adaptaciones que les permiten relacionarse con su ambiente, lo que conlleva acciones que subyacen a las funciones constantes y regulares de ellos mismos. Entre ellas, se pueden mencionar a los ritmos biológicos. La cronobiología es la ciencia que se encarga del estudio de todos los mecanismos temporales que influyen en los ritmos biológicos. En ella se abordan temas como su origen, características, funciones, etc (Hill *et al.*, 2004).

#### 3.1. Ritmos biológicos

El ritmo biológico es aquel patrón de los seres vivos que se genera de manera temporal y constante en intervalos regulares de tiempo y exhibe componentes genéticos. Es decir, se presenta aún cuando el organismo no se encuentre influenciado por alguna variable ambiental. Lo anterior indica que los individuos tienen un reloj biológico endógeno, con el que son capaces de calcular el tiempo.

En general, el ritmo biológico se encuentra coordinado a varios sistemas, entre ellos al ritmo que presenta el sistema neuroendócrino del organismo. Algunas señales externas ajustan a los organismos vivos con el medio ambiente, a estas se les denomina sincronizadores (Cardinali *et al.*, 1994).

El sincronizador (del alemán *zeitgeber* o dador de tiempo), es aquella señal ambiental que le indica al organismo la temporalidad. Este provee la medición del paso del tiempo para el reloj biológico, lo que permite que se transmita el paso del tiempo y que se ajusten los ritmos biológicos al tiempo geofísico, es decir a las señales externas. El reloj biológico es el tipo de estructura presente en el interior de los organismos que actúa como cronómetro del ritmo endógeno, puede tomar parte en cambios que ocurren de manera rítmica y proveer estímulos en los sistemas nervioso y endócrino (Hill *et al.*, 2004).

Los sincronizadores se relacionan con las vías aferentes y eferentes, que son las vías de entrada y salida, respectivamente, del sistema nervioso central. Las aferentes que se conocen al momento son de tipo neural (visuales y no visuales) y de tipo humoral. Por otra parte, las vías eferentes se constituyen por las señales químicas y eléctricas transmitidas por la neurona eferente y son denominadas a partir de la descripción anatómica del nervio que transporta la señal (Silverthorn, 2009).

En términos generales, el proceso de sincronización consiste en que dos variables o una estructura y un fenómeno (señal) se encuentren en correspondencia temporal, esto es, en relación de tiempo entre el reloj biológico y la señal exógena o ambiental. La señal mencionada puede ser como los ciclos de luz/oscuridad o el alimento (Hill *et al.*, 2004). Estas señales se encuentran en estrecha relación con los ritmos biológicos, los cuales están caracterizados por los siguientes parámetros (Cardinali *et al.*, 1994; Figura 1):

-Periodo: Duración promedio de las variaciones que se repiten a intervalos regulares de tiempo.

-Frecuencia: Número de veces que se repite un ciclo completo en una unidad de tiempo.

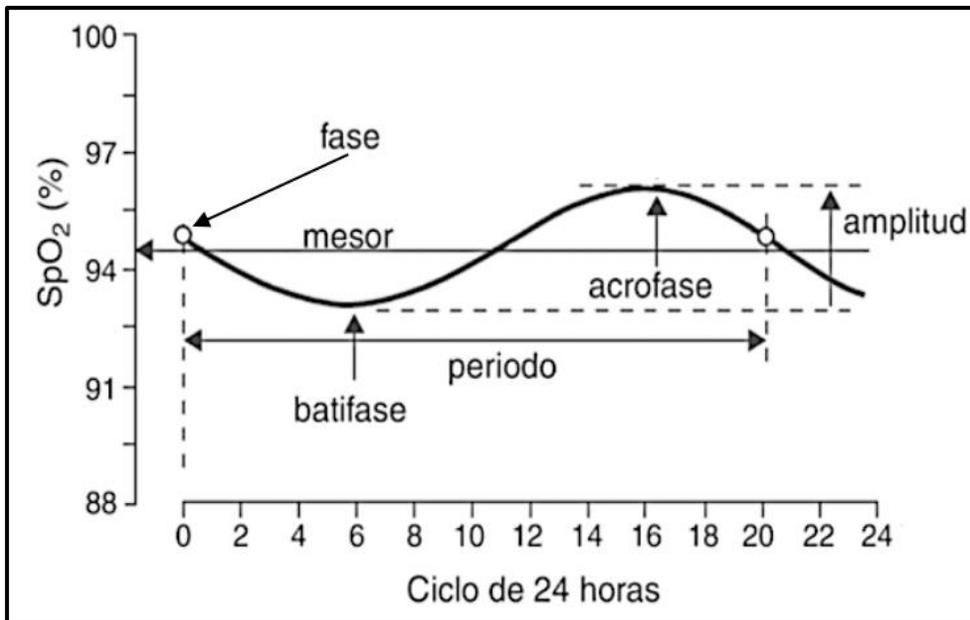
-Fase: Valor que tiene la variable en determinado punto temporal. Puede presentarse en cualquier lugar de cada periodo.

-Acrofase: Valor máximo de la variable a lo largo del periodo completo.

- Nivel medio o mesor: valor medio de la variable estudiada a lo largo del periodo completo.

-Batifase: Valor mínimo de la variable a lo largo del periodo completo.

-Amplitud: La diferencia entre el pico, o acrofase, y el valor mínimo, o batifase, de la variable durante el periodo.



**Figura 1.** Parámetros que definen al ritmo con duración de ciclo completo aproximadamente de 24 horas. El eje de las x's corresponde al tiempo, mientras que el eje de las y's corresponde a la saturación de hemoglobina en sangre periférica (variable). Modificado de Vargas *et al.*, 2012.

Estos parámetros en conjunto permiten la organización de los ritmos dentro de una clasificación, misma que se describe mediante el libre curso, el cual es la actividad endógena que no está bajo influencia de algún factor externo conocido.

### 3.2. Clasificación de los ritmos

Los ritmos biológicos, al ser un patrón que se encuentra en los organismos en diferentes periodos de tiempo, se han conformado según su frecuencia. De acuerdo a García Fernández (1998), se han clasificado en referencia a su frecuencia de duración en: frecuencia alta, con periodo en libre curso menor a 30 minutos; media, con periodo en libre curso de entre 30 minutos a 6 días; y baja, con periodo en libre curso mayor a 6 días. En la frecuencia media se encuentran los ritmos más estudiados. Dentro de estos, se puede mencionar a los ultradianos (con periodo

menor a 19 horas), como ejemplo la secreción pulsátil de la hormona luteinizante; infradianos (con periodos mayores a 28 horas), como los ciclos menstrual y estral y finalmente, los circadianos (con periodicidad de aproximadamente 24 horas) siendo estos los más estudiados en el área (Márquez de Prado, 2004).

La periodicidad de los ritmos biológicos puede coincidir con otros ciclos como los geofísicos (Cardinali *et al.*, 1994), por tanto llegan a ser geofísico dependientes y consiguientemente, sincronizados a factores del entorno como mareas, ciclos de luz y oscuridad o estaciones del año (Segarra, 2006). Por ejemplo, el movimiento de rotación de la tierra sobre su propio eje, marca el momento de iluminación en las zonas geográficas, lo que a su vez tiene influencia en la fase de actividad y reposo de los organismos.

Con base en el periodo, la clasificación de ritmos puede ser en circalunares (con duración aproximada a 29 días), circamareales (aproximado de 12 horas) que siguen las variaciones de la marea, circadianos (del latín circa: cerca y diem: día; el cual se define como aquel que presenta su periodo de 20 a 22 como número de horas mínimo y de 26 a 28 como número de horas máximo) (Márquez de Prado, 2004).

De acuerdo a Cardinali *et al.*, (1994), si se sitúa a un organismo en ambiente de oscuridad constante, el ritmo puede persistir con variaciones mínimas, condición llamada como “libre curso” o “free running”. Como ejemplo se tiene la reproducción de la lubina. De manera general, al manejar fotoperiodos con periodos largos de oscuridad, se encuentra que su ritmo de puesta de huevos persiste (Carrillo *et al.*, 1995). En ausencia de señales externas nunca se tendrá periodo exacto de 24 horas. A esto se le conoce como la expresión endógena del mismo. Por tal motivo y en este caso, el ritmo circadiano implica que el ritmo es endógeno. En otras palabras, se da cuando el ritmo se origina desde dentro de la unidad biológica (Aschoff, 1981).

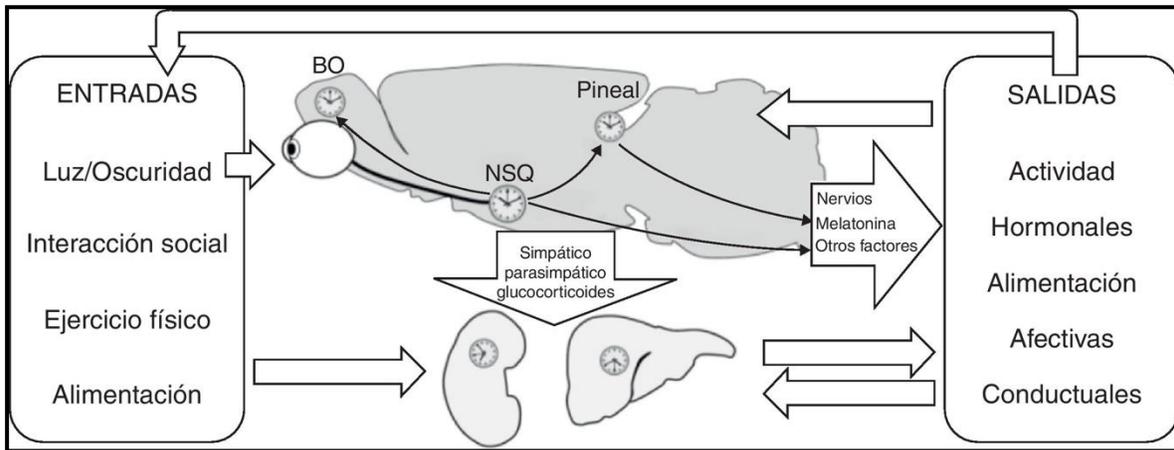
La capacidad de repetición sistemática que presenta el ritmo depende del sistema en el que sus elementos trabajen en conjunto para formar la actividad rítmica necesaria.

### **3.3. Sistema circadiano**

El sistema circadiano se describe como el conjunto de elementos anatómicos y fisiológicos en los ritmos biológicos de tipo endógeno con duración aproximada de 24 horas. Comprende todos los diferentes componentes por los cuales el estímulo externo entra al organismo y es transformado o procesado en señal nerviosa u hormonal y se genera así el ritmo manifiesto.

Los elementos que presenta el sistema se encuentran descritos en la Figura 2 y son: las vías aferentes o de entrada al marcapaso u oscilador endógeno, el cual es capaz de generar la señal circadiana; que sirve de sincronizador proveniente del ambiente; y las vías eferentes o de salida, que resultan del marcapaso y se dirigen a los efectores que expresan la ritmicidad (Sánchez-Barceló, 2014).

Se define al marcapaso, reloj u oscilador como el circuito de carácter oscilatorio o rítmico, mismo que confiere al organismo el orden temporal de sus eventos. En los mamíferos, el marcapasos, también llamado reloj circadiano, se localiza en los núcleos supraquiasmáticos del hipotálamo (NSQ) (Turek, 1985). De acuerdo a Sánchez Barceló (2014), si se extirpa el NSQ de un animal, se provoca el cese de la actividad rítmica, mientras que si se trasplanta al tercer ventrículo de animales arrítmicos, la ritmicidad se recupera.



**Figura 2.** Estructura del sistema circadiano en mamíferos. Se presentan las principales vías aferentes (entradas y/o sincronizadores) a la izquierda y algunos los osciladores endógenos y el reloj (BO: bulbo olfatorio, Pineal y NSQ: núcleo supraquiasmático) y las vías eferentes más importantes a la derecha (salidas y/o ritmo manifiesto). Tomado de Lucas-Sánchez *et al.*, 2012.

En los mamíferos se puede encontrar oscilador primario (NSQ) y osciladores secundarios (Bulbo olfatorio, Pineal, riñón y páncreas, entre otros). A su vez, se encuentra que varios sitios provenientes del oscilador primario y productos secretados como la melatonina originada de la glándula pineal, tienen acción directa en las actividades rítmicas manifiestas (Caba y Valdez, 2015).

En organismos no mamíferos, se ha descrito la presencia de múltiples osciladores circadianos, como estructuras oculares, glándula pineal (en algunos peces), ciertas regiones hipotalámicas y límbicas (amígdala, hipocampo, corteza) (Mendoza, 2009; Golombek y Yannielli, 2006). Sin embargo, en el caso de los peces y otros vertebrados, hasta el momento no se ha encontrado evidencia de la existencia de una estructura neuronal análoga al núcleo supraquiasmático en mamíferos. La localización anatómica del reloj circadiano principal se puede encontrar en la retina, en el órgano pineal o posiblemente en alguna otra estructura hipotalámica aún no descrita. De igual manera, se sabe que la extirpación o alteración de una de estas estructuras puede influir drásticamente en la expresión de los ritmos circadianos (Menaker *et al.*, 1997).

Falcón (1999) describe al órgano pineal de peces teleósteos como la evaginación de la región diencefálica. A lo largo del epitelio se encuentran tres tipos celulares, los fotorreceptores, neuronas y células gliales. Los fotorreceptores se conectan de forma sináptica con las neuronas y consecuentemente, con el cerebro (Herrero-Ramón, 2007). Se ha encontrado que el órgano pineal posiblemente esté asociado anatómicamente con otros mecanismos y/o estructuras, como la fototransducción, osciladores secundarios y síntesis de hormonas como la melatonina en peces y reptiles (Hyde y Underwood, 2000).

Para conocer más al respecto, los investigadores han centrado sus estudios en el pez cebra (*Danio rerio*), debido a que se considera excelente modelo del sistema circadiano en vertebrados no mamíferos. Sus embriones presentan transparencia, es fácil de manipular genéticamente y su desarrollo corporal es rápido (Golombek y Yannielli, 2006). Dentro de estudios realizados en este pez, se encuentra a la luz como el sincronizador mayormente utilizado. Se ha observado que la proporción de horas de luz influye en sus ritmos biológicos en el animal. Moreno Fernández (2013) describe que la iluminación influye de manera importante en el ritmo de reproducción. En su trabajo menciona que el pez cebra se sincroniza de tal manera que realiza sus puestas en las primeras horas de luz.

#### **3.4. Definición de fotoperiodo, fotoperiodismo y sus efectos**

Entre los factores externos que influyen en cada organismo, el fotoperiodo tiene papel significativo, porque determina y regula eventos importantes en los ciclos de vida en los seres vivos (Hill *et al.*, 2004). La definición más común de fotoperiodo es aquella que lo expresa como la proporción de horas de luz/oscuridad en el ciclo o período determinado, comúnmente de duración de 24 horas, por ejemplo, la duración aproximada del día y la noche.

En los animales, el fotoperiodo puede regular procesos vitales, como por ejemplo, en la primavera puede ser utilizada como señal para la reproducción o la migración

(Hill *et al.*, 2004). Esto comúnmente en zonas de latitud media donde es posible observar concretamente los cambios meteorológicos correspondientes a las estaciones; o bien la aclimatación estacional. Ésta consiste en cambios compensatorios a nivel anatómico y fisiológico que presenta el organismo de acuerdo a las condiciones ambientales acordes a la estación del año en que se encuentren.

La intensidad de la luz del sol que llega a la superficie terrestre presenta cambios de acuerdo a la posición de las zonas de la tierra respecto al sol. La duración de las horas de luz dentro de las 24 horas del día cambia variablemente en el ciclo anual a lo largo de los sitios del planeta tierra. En las distintas latitudes, se encuentran cambios estacionales en la duración del fotoperiodo. Sólo en el ecuador, la duración del día es de 12:12 (Luz/Oscuridad) aproximadamente, a lo largo del año.

La cantidad de luz proveniente de la radiación solar influye en procesos fisiológicos, morfológicos, genéticos y reproductivos. Los organismos llevan a cabo modificaciones en sus patrones fisiológicos y conductuales para que se ajusten a los cambios en la duración del día. Estos también son necesarios para la realización de eventos, regularmente programados, por ejemplo reproducción o migraciones, en cierto momento del día y/o del año. Es en estas situaciones que los organismos dependen de sus adaptaciones evolutivas que les dan la ventaja para anticiparse a los cambios estacionales, para cuando las condiciones ambientales les son adversas y no les permiten llevar a cabo sus diversos procesos. Por ejemplo en animales como algunos mamíferos (Caprinos) y aves, el nacimiento y crianza en primavera o verano beneficia a éstos, debido a que se presentan temperaturas cálidas, adecuadas para los nuevos individuos (Cardinali, 1994). Por el contrario en otros mamíferos (ej. Ovinos, osos y ardillas) les son benéficas las bajas temperaturas y el periodo corto de luz así como la baja intensidad de la misma para la crianza de sus críos (de Sairigné, 2013).

Los diferentes eventos, ya sean conductuales o fisiológicos, que presentan los organismos como respuesta a la duración del día y la noche, que se modifican conforme el paso de las estaciones se define como fotoperiodismo. Desde que el fotoperiodismo fue descrito por Garner y Allard (1920), se han realizado sinnúmero de investigaciones fisiológicas para entender mejor el proceso. Sin embargo la mayoría de estas se ha llevado a cabo en plantas (Samach y Gover, 2001). Como ejemplo, se tiene que en *Arabidopsis*, la floración es estimulada por el aumento de la duración del día, lo que es señal de que el invierno está por acabar. Además, en algunas cepas la floración es acelerada después de que la planta ha sido expuesta a un largo periodo de temperatura fría, lo que también indica que el invierno ya finalizó (Wolpert *et al.*, 2010).

Entre los pocos estudios realizados en animales, se puede encontrar, tal como lo describen Saldaña *et al.*, (2007), que en la fisiología influyen varios factores. En el caso de anfibios y reptiles, estos dependen del calor proveniente del sol para regular su temperatura corporal y, consecuentemente, presentar metabolismo eficiente, esto se presenta tanto de manera circadiana como circaanual. Esta dependencia al calor obliga a la mayoría de reptiles a estar activos durante ciertas horas del día y así llevar actividades como defender su territorio o búsqueda de alimento, entre otras.

#### **3.4.1. Efecto del fotoperiodo en mamíferos**

Bradshaw y Holzapfel (2007) describen que el fotoperiodo en la naturaleza está en función de la altitud, latitud y la estación del año en la que se encuentren los organismos en su hábitat, debido a que depende en qué forma y/o ángulo incidan los rayos del sol sobre el área determinada. Además, el fotoperiodo se puede relacionar de cierta forma con la temperatura, debido a que la incidencia de luz está acompañada de energía calórica, la que a lo largo del tiempo tenderá a aumentar o disminuir la temperatura del medio. Por ejemplo, la termorregulación en ratones se

encuentra intrínsecamente relacionada con las horas de luz al día (Ellison *et al.*, 1992).

En la reproducción se ha utilizado al fotoperiodo para su regulación y control en ovinos y caprinos. Chemineau (2014) menciona que las variaciones en el fotoperiodo influyen en la aparición del anestro en la hembra (fase del ciclo sexual en la cual se presenta el reposo de los animales) y reducción de actividad sexual en el macho. Otro estudio realizado en México, menciona que en los caprinos del norte se presenta estacionalidad reproductiva, es decir, paren a sus crías en meses específicos a lo largo del año (Arroyo, 2011).

La variación de la duración del día es clave, porque los días cortos estimulan la actividad sexual y los largos la inhiben en caprinos (Delgadillo Sánchez *et al.*, 2003). Un ejemplo más del fotoperiodo y la reproducción es el descrito por Arenas Baéz (2011), quien encuentra que la época reproductiva del venado cola blanca en el Altiplano Potosino inicia justo cuando las horas de luz comienzan a disminuir por debajo de las 12 horas al día y termina en relación de cuando las horas de luz comienzan a incrementarse pasando de las 11 horas al día.

### **3.4.2. Efecto del fotoperiodo en insectos**

Se han descrito diversos efectos del fotoperiodo en insectos que muestran la relación entre la proporción de horas de luz y la temperatura en invertebrados. Ejemplo de ellos es el estudio que realizan Capello *et al.*, (2007) quienes demostraron la influencia que ejercen la temperatura y fotoperiodo en el desarrollo ninfal del ortóptero *Cornops aquaticum*. En su estudio, utilizaron temperaturas y fotoperiodos constantes y variables. En el caso del fotoperiodo constante, era aquél que duraba 24 horas de luz, mientras que el variable era de 14 horas de luz y 10 de oscuridad. Demuestran que el mayor índice de supervivencia de ninfas se obtuvo con el fotoperiodo y temperatura constantes. Además, encontraron que el fotoperiodo favorece la mayor cantidad de estadios ninfales en Amazonia central y

sólo en hembras. Finalmente, concluyeron que la temperatura y el fotoperiodo actúan sinérgicamente, ya que dependen una de otra.

### **3.4.3. Efecto del fotoperiodo en aves**

Guerra *et al.* (2000) se enfocan en describir los efectos de fotoperiodos artificiales (horas de luz (L) y oscuridad (O), (L:O) grupo 1, 20:4; grupo 2: 16:8; grupo 3: 12:12; grupo 4: 8:16 y grupo 5: 4:20) en la actividad suprarrenal y su relación con parámetros electrolíticos y peso corporal en la codorniz japonesa. Ellos encontraron que algunos electrolitos, como los iones de sodio y cloruro alcanzan sus valores máximos en prevalencia de oscuridad, mientras que los iones de potasio y magnesio llegan a aumentar sus valores en predominio de luz. Esto les permitió llegar a la conclusión de que las concentraciones de dichos electrolitos en el organismo y la actividad de la glándula suprarrenal de la codorniz se ven influenciadas por cambios artificiales en el fotoperiodo y, como consecuencia, pueden determinar cambios de peso corporal como aumento o disminución.

### **3.4.4. Efecto del fotoperiodo en peces**

De acuerdo a Bairwa *et al.* (2013), el fotoperiodo en peces afecta procesos conductuales como la actividad locomotriz, pigmentación, termorregulación, alimentación y su conducta sexual, por mencionar algunos. Esto se debe a la alternancia de luz y oscuridad que ejerce el papel mayor en la sincronización de estos ritmos, y que por ejemplo, induce que la coloración de los peces se modifique. De igual manera, esto puede pasar al alternar fotoperiodos largos (mayor proporción de horas de luz que de oscuridad) y cortos (menor proporción de horas de luz que de oscuridad). Existen modificaciones si hay más o menos horas de luz en el día, en la fisiología (como el crecimiento y la reproducción). Estas se deben a que el pez se ambienta o aclimata a la forma de percibir el ambiente, puede crecer mejor y desarrollarse más rápidamente, todo dependiendo de la secreción de hormonas, por lo que la proporción de horas de luz sí tiene relación.

Parma de Croux (1996) estudió el efecto del fotoperiodo sobre los índices de crecimiento y tasa de supervivencia en peces juveniles de bagre amarillo. Encontró que presentaron fototaxis negativa, es decir, la reacción de orientación como respuesta al estímulo luminoso, y desarrollaron mayor nivel de actividad y mejor crecimiento en oscuridad. Los peces bajo este tratamiento, lograban desplazarse mejor y capturar alimento bajo estas condiciones. Al final del estudio, se presentaron pesos y longitudes mayores. Por el contrario, la crianza bajo periodos de luz prolongados resulta altamente estresante. Los individuos de bagre amarillo bajo estas condiciones, mostraron menor actividad, crecimiento y búsqueda constante de refugio.

Por su parte, Vallés y Estévez (2009) encontraron que los resultados óptimos en cuanto a crecimiento, se obtuvieron al usar luz continua (24 horas), mientras que los fotoperiodos cortos de luz (8:16 horas) resultaron en las tasas más altas de supervivencia. Aragón-Flores *et al.* (2014) mencionan que el fotoperiodo largo puede condicionar la capacidad de visualización de alimento, uso de energía derivada de la alimentación y el comportamiento social de peces de cultivo, lo que tiene incidencia directa en el crecimiento y supervivencia, debido a que crecen y sobreviven más. También se ha demostrado que las variaciones en periodos de luz inducen diferencias en la liberación de hormonas como la melatonina de la glándula pineal, hormonas de la glándula pituitaria y la expresión de genes y hormonas como GnRH y GnRH-R2a en peces. Esto se ve reflejado en que las respuestas fisiológicas tengan influencia en acelerar el crecimiento del individuo así como proyección secundaria al aumentar las tasas de cultivo, algo clave en la producción acuícola.

Martin *et al.* (2012) estudiaron el efecto del fotoperiodo y la temperatura en la actividad de nado en el cultivo de salmones. Encontraron que, guiados por su “instinto”, los salmones nadan en dirección contraria a la corriente en invierno y a favor de la corriente en primavera, esto adecuado a sus tiempos de migración y de reproducción, debido a que el desove se da a finales de invierno para que las crías nazcan y crezcan en primavera, cuando las condiciones ambientales son más

favorables. Su resultado más importante, indicó que el nado es activo durante horas de luz y pasivo en la oscuridad, al estar sometidos bajo condiciones controladas en *hatcheries* (criaderos), lo que quiere decir que en condiciones ambientales de mayores horas de luz, como en primavera, pueden presentar mayor conducta de nado. No obstante, se debe recalcar que en invierno es cuando llevan a cabo su migración hacia los ríos donde nacieron.

De acuerdo a Parma de Croux (1996) la relación de la cantidad de horas de luz en peces es importante en la crianza, debido a que permite conocer qué variables fisiológicas maximizan su crecimiento y agilizan su maduración para estar listas para la reproducción.

Existen pocos estudios acerca de la influencia de la luz sobre el incremento de talla y masa en los peces. Dervo *et al.* (1991) y Brannas y Alanara (1992) encontraron que periodos de largos luz inducen elevados índices de crecimiento. Investigaciones más recientes, demuestran que periodos de 16/8 (Luz/Oscuridad) influyen positivamente en el incremento del crecimiento de algunas especies de peces, como el bacalao (*Gadus morhua*) o la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) (Barlow *et al.*, 1995; Simensen *et al.*, 2000; Fielder *et al.*, 2002; Puvanendran y Brown, 2002; Ergun *et al.*, 2003; Ginés *et al.*, 2004; Biswas *et al.*, 2005).

Biswas y Takeuchi (2003) utilizaron periodos de 6 hrs de luz, 6 hrs de oscuridad, 6 hrs de luz y 6hrs de oscuridad, es decir, fotoperiodo de 6:6/6:6, y encontraron mayor crecimiento de organismos de *Oreochromis niloticus*. En contraste, otros investigadores encontraron que el mantenimiento de peces bajo periodos largos de oscuridad (ej. 18 oscuridad y 6 de luz) aumentó favorablemente la talla y tasa de crecimiento (Appelbaum y Kalmer, 2000; Almazán-Rueda *et al.*, 2005; Mustapha *et al.*, 2012). Sitckney y Andrews (1971) por su parte, no encuentran diferencias significativas al utilizar diferentes fotoperiodos (cortos y largos) en la crianza de pez gato.

### 3.5. Influencia del fotoperiodo en la coloración de los peces

La coloración, en biología, es la característica aparente del organismo, determinada por la calidad y cantidad de luz que es reflejada o emitida en su superficie. Depende de varios factores como la distribución de pigmentos animales, particularmente la localización de áreas de color, la forma, postura, posición y movimiento del organismo. Es importante denotar que la coloración es el proceso dinámico y complejo diferente al concepto de color, el cual se refiere sólo a las cualidades espectrales de la luz emitida o reflejada (Howland Burt et al., *sin. fecha.*).

La propagación de la luz en el agua es posible gracias a las propiedades fisicoquímicas del agua y por las características físicas de la luz. Los factores fisicoquímicos del agua son la transparencia (cantidad de luz que se transmite en el agua), absorción (grado de radiación retenida) y turbidez (reducción de la claridad del agua por presencia de materia suspendida). Por su parte, las características más importantes de la luz involucradas son la reflexión (proceso en que vuelve a la atmósfera determinada cantidad de la luz que incide sobre ella) y la refracción (cambio de dirección de los rayos que entran en contacto con el agua). Estas características varían de acuerdo a la temporalidad del ambiente (cambios estacionales) y pueden afectar características en el organismo.

El Gourami enano o *Colisa lalia* por su fácil reproducción, mantenimiento en acuario, llamativa coloración y elevada cotización en el ámbito de la Acuariofilia, es modelo atractivo para el estudio de los efectos del fotoperiodo. Los pocos estudios del fotoperiodo y su relación con el fotoperiodismo en peces, llevan a plantear la importancia para seguir realizando experimentos en este tipo de organismos.

### 3.6. Modelo de estudio (Gourami enano *Colisa lalia*)

La especie de peces *Colisa lalia* (Hamilton-Buchanan, 1822) (sinonimia de *Trichogaster lalius* (Hamilton, 1822)), es conocido como Khosti en Asia y

mundialmente como Colisa o Gourami enano.

**Clasificación taxonómica**

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Orden:** Perciformes

**Familia:** Osphronemidae

**Género:** *Colisa* (*Trichogaster*)

**Especie:** *C. lalia* (*T. lalius*)

Se distribuye en Asia Oriental, en los países de la India (Welcomme, 1988) a lo largo de los Ríos Brahmaputra y Ganges, en Bangladesh y Borneo (Elson y Lucanus, 2002), entre las latitudes 26° y 21°. Sin embargo, se cuenta con registros de que se ha introducido en cuerpos de agua de Florida, en Estados Unidos, latitudes 24° y 31°; así como en Colombia y Singapur, como resultado de la liberación en

dichos cuerpos por parte de los dueños que compran estos peces, por ser apreciada ornamentalmente y gastronómicamente (Welcomme, 1988).

*Colisa lalia* presenta coloraciones intensas, comúnmente azules eléctricos, tonalidades rojas y anaranjadas en arreglos que van de acuerdo a la variedad (Figura 3). La talla que logra desarrollar es de 5 cm, en edad adulta. Tiene comportamiento pacífico y demanda de cuidado media por parte del acuarista al momento de tenerlo en cautiverio, lo que significa que no requiere de mantenimiento estricto de sus condiciones ambientales (ver apartado de ecología). De acuerdo a Sandford (1999) y Parisse (2016), estos organismos no presentan comportamiento muy agresivo al momento de reproducirse, sin embargo, sugieren separar al macho y hembra para evitar que se genere estrés en los individuos.

Su alimento consiste principalmente de invertebrados y material vegetal. La alimentación en cautiverio puede ser con cualquier tipo de alimento para pez, tanto vivo como manufacturado, como las escamas para peces tropicales carnívoros y herbívoros, alimento en tabletas o artemia. Sin embargo, las observaciones de

Pandey y Shukla (2007) demuestran que *Colisa* presenta preferencia por alimentos a base de camarón. Los estudios sobre la composición del alimento han sido de marcada importancia. En ellos se ha reportado que si tiene componentes de astaxantinas sintéticas darán coloraciones más rojizas e intensas, mientras que alimentos con betanina y vulgaxantinas, así como con antocianinas, los organismos muestran pigmentación de menor colorido, principalmente con tonos grisáceos (Baron *et al.*, 2008).



Figura 3. *Colisa lalia* variedad Sunset.

### 3.6.1. Anatomía y fisiología

*Colisa lalia* muestra características anatómicas y funcionales particulares. Descrito por primera ocasión por Hamilton-Buchanan (1822), presenta cuerpo ovalado y aplanado lateralmente. La boca es pequeña y dirigida hacia arriba, con el labio inferior prominente y

con mandíbula protáctil. La aleta dorsal es ancha y denota coloraciones anaranjadas y azuladas. Las aletas pélvicas se encuentran presentes en forma elongada, única y en forma de rayo filiforme. La aleta caudal es usualmente redondeada, en ocasiones con pequeñas hendiduras. La línea lateral es incompleta. Disponen de dos aletas pélvicas que asemejan a dos agujas alargadas y son de gran ayuda como órgano sensorial táctil. Presentan características de dimorfismo sexual. La aleta anal, al igual que la dorsal es ancha, mayor que la dorsal en el caso de los machos.

Se sabe que la fisiología de los peces se encuentra relacionada a las variaciones del ambiente, como ejemplo, de los procesos más importantes, que es la reproducción. Conforme a los cambios en la duración del período de luz, los peces pueden sincronizar su metabolismo a las condiciones del ambiente para encontrarse reproductivamente viables. Además de esto, otra influencia indirecta en este patrón de comportamiento es la coloración.

*Colisa lalia* es pez laberíntido, es decir, que posee el órgano llamado laberinto, localizado dentro de la cabeza y detrás de las branquias. La estructura está compuesta por numerosas láminas de tipo roseta que presentan miles de vasos sanguíneos y que permiten al pez respirar oxígeno atmosférico fuera de la superficie del agua. Esto es de vital importancia, debido a que frecuenta hábitats con aguas estancadas o con gran cantidad de partículas en suspensión, lo que deriva en el ambiente con muy baja disponibilidad de oxígeno y elevadas temperaturas (Rainboth, 1996).

### **3.6.2. Ecología**

*Colisa lalia* es considerado pez pacífico, sin embargo, al igual que los demás miembros de su familia, los machos pelean por el territorio. Se ha observado que puede tolerar la presencia de otros peces, siempre y cuando el acuario donde se encuentre tenga dimensiones apropiadas (aproximadamente de 40 L o volúmenes mayores) y componentes como plantas naturales y algunas rocas, ramas o piedras que les permitan esconderse y delimitar el pequeño territorio donde se sientan a salvo.

En varias especies de peces, la asociación al momento de elegir pareja se encuentra fuertemente afectada por características fenotípicas como la coloración (McRobert y Bradner, 1998; Bradner y McRobert, 2001). Esto se presenta debido a que las hembras tienden a elegir machos con coloraciones vistosas o, en algunos casos, con colores similares a los suyos, debido a que es posible que lo asocien con animales que soportan condiciones adversas. En el estudio del 2001, los autores encontraron que los peces también relacionan su coloración con el medio que los rodea, debido presumiblemente a que este les ayuda a camuflarse, lo que baja su nivel de estrés y posiblemente aumente su probabilidad de sobrevivir y aparearse.

En la naturaleza se ha observado que la intensidad de coloraciones rojas puede ser correlacionada positivamente con la condición física. Esta intensidad se da como consecuencia de la buena nutrición, además de que puede verse como resultado del ambiente libre de presiones selectivas, como la depredación por otros organismos (Milinski y Bakker, 1990). Así mismo puede influir en la intensidad del comportamiento de apareamiento al ocasionar estrés en el individuo.

Las coloraciones tienen amplio uso en la acuicultura, debido a que de estas dependerá la elección o no del organismo. Para esto, se han realizado experimentos con el fin de encontrar las variables que afecten la coloración, y hagan que los peces sean más atractivos al consumidor. Mustapha *et al.* (2012) enfatizan que el mantenimiento constante de peces, en su caso de pez gato africano (*Clarias gariepinus*) en oscuridad (0: Luz, 24:Oscuridad) deriva en coloraciones oscuras, y que estas tienen mayor precio en el mercado, debido a que el gasto en luz es menor, además de que los peces aumentan su peso y disminuyen su agresividad al encontrarse en el ambiente de menor estrés, lo que resulta en fenotipos diferentes a los convencionales.

### **3.6.3. Coloración**

Varios organismos presentan un punto rojo en las aletas dorsal y caudal, además de coloración rojo vino con doble fila de puntos color rojo escarlata y azul celeste eléctrico, que forman bandas oblicuas en el flanco y en la parte pélvica presenta coloraciones anaranjo-rojizas (Talwar y Jhingran, 2001; Rahman, 2005). De acuerdo a Pandey y Shukla (2007) se presentan tres variedades de color para esta especie, el tipo silvestre, que presenta líneas verticales alternadas de color azul y rojo/naranja, que cubren todo el cuerpo y se extienden en las aletas; el azul o neón, con brillo mayor al azul común y el rojo o puesta de sol, gracias a su coloración anaranjada y amarilla.

*Colisa lalia* presenta dimorfismo sexual. El macho posee colores muy llamativos y llega a medir hasta 5 cm de largo. La hembra, por su parte, llega a presentar tonos mucho más pálidos, coloraciones plateadas o blancas. Además de esto, la región anterior de su cuerpo es gris plateado, su longitud es de 3.5 cm y su vientre es abultado (Flores-Mondragón, 2001).



**Figura 4.** Coloración de Macho (izquierda) y hembra (derecha) de *Colisa lalia* variedad Sunset.

Price *et al.* (2008), mencionan que los patrones de coloración son delimitados por variedad de presiones selectivas impuestas por las relaciones presa/depredador, sus competencias y las parejas sexuales prospectivas. Bairwa *et al.*, (2013) mencionan que la pigmentación de los peces en general también se relaciona con el fotoperiodo. Los patrones de coloración en estos organismos pueden ser utilizados para comunicarse entre los individuos de la especie (intraespecíficamente) y entre diferentes especies (interespecíficamente). Es decir, la coloración de un pez se puede deber a sus relaciones intra e interespecíficas, pero también a su alimentación (Baron *et al.*, 2008) y al periodo de luz bajo al que se encuentren sometidos (Stickney y Andrews, 1971; Appelbaum y Kalmer, 2000; Almazán-Rueda *et al.*, 2005; Mustapha *et al.*, 2012).

#### **3.6.4. Condiciones de manejo**

Se ha estudiado la reproducción y el desarrollo embrionario del pez. Para conocer estos dos últimos tópicos en condiciones de laboratorio, Flores-Mondragón (2001) encontró que *Colisa* se reproduce todo el año bajo condiciones controladas, como

temperatura constante de 28°C y pH de 7.5. Su desarrollo embrionario tiene duración aproximada de 14 horas.

Esta especie es altamente preferida por los acuaristas, por sus colores llamativos y su fácil mantenimiento en el acuario. Puede tolerar aguas que no se encuentren del todo limpias y oxigenadas. No obstante, al mantenerlo en cautiverio se debe tener en aguas limpias, de lo contrario desarrollarán enfermedades bacterianas o de parásitos debido al estancamiento del agua y acumulación de desechos del pez (Elson y Lucanus, 2002). En la bibliografía acuarística se considera adecuado para acuarios acondicionados para presentar el biótomo del Sudeste asiático (Schliewen, 2014). Stadelmann (2008) enuncia las características básicas para mantener a un *Colisa* en cautiverio. Estas son, temperatura de 22 a 28 C°, pH de 6.5 a 7.5 y dureza del agua de, aproximadamente 106.8 mg/L de Calcio y 64.64 mg/L de Magnesio.

#### **4. Antecedentes**

El manejo de *Colisa lalia* en condiciones experimentales se ha enfocado en temas relacionados con los virus (Gona,1984; Anderson *et al.*, 1993; Go y Whittington, 2006; Go *et al.* 2006) debido a que en esta especie se cuenta con investigaciones de homología de virus. Estas se centran en el pez, debido a que es uno de los laberíntidos de mayor importancia económica y preferido por su comportamiento y coloración en el mundo, después del *Betta* sp.

De igual manera, se han realizado estudios de su sistema nervioso. Oka *et al.* (1986) realizaron cortes del nervio óptico de Colisas adultos y extrajeron sus cerebros para describir células nerviosas. Se encontraron diferencias morfológicas de cada grupo de células estudiado. Años después, Oka e Ichikawa (1990) se enfocaron en la descripción del sistema nervioso terminal y su relación con el conjunto neuronal y el sistema inmunoreactivo, donde se encuentra la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH).

Por su parte, Maejima *et al.* (1994) se basaron en estudios inmunohistoquímicos de la distribución de GnRH y células inmunorreactivas en el área preóptica de *Colisa sp.* Encontraron que poblaciones de células de isotocina en la parte ventral del área preóptica son inmunoreactivas a GnRH, mientras que las células de la parte dorsal de la misma región no lo son. Además, encontraron fibras de GnRH-ir en la glándula pituitaria.

#### **4.1. Coloración**

Se encuentran los estudios como el realizado por Pollak y Thompson (1982), quienes reportaron que los machos con colores llamativos tienen mayor éxito reproductivo en especies con dicromatismo sexual. Al observar 10 grupos de Colisas y 10 grupos de Gourami azul, ambos constituidos por un macho y dos hembras, encontraron que siete de los Colisa macho se reprodujeron, mientras que sólo uno de los 10 Gourami azul dejó descendencia. Los autores sostienen que esto se debe a la coloración dicromática de los Colisas frente al monocromatismo de los Gouramis azul.

Por su parte, Baron *et al.*, (2008), evaluaron cómo los efectos de los pigmentos de la dieta (Lucantin Pink, jugo de remolacha en polvo y polvo de carantho) afectaban la coloración y comportamiento de Colisas rojas. Encontraron que la intensidad de la coloración cambiaba y a su vez, los machos de determinados colores eran preferidos por las hembras. Sus conclusiones indican que al incluir astaxantina sintética, la coloración se hace más fuerte. De igual manera, observaron que las hembras sexualmente activas se asociaron en mayor medida con los machos con coloraciones más rojizas que aquellos con pigmentación más tenue.

Es importante mencionar que los colores de los fondos del acuario, como el sustrato y la parte posterior del acuario, tanto claros como oscuros, influyen en la pigmentación de los peces. Bailey y Burgess (1999) mencionan que el sustrato oscuro es preferible para peces tropicales, debido a que su hábitat natural presenta pedazos de hojas y otros detritos que crean el efecto oscuro. Stevens y Merilaita

(2011) explican que en sus investigaciones han encontrado que los peces que viven con sustratos oscuros tienen la facilidad de camuflarse con él al ser vistos desde la parte superior del cuerpo de agua, acorde a lo propuesto por Verhoef-Verhallen (1999).

Van der Salm *et al.* (2004) describen que la pigmentación de la piel se encuentra hormonalmente controlada y que la principal hormona envuelta en el oscurecimiento de la piel es la hormona estimulante de los melanocitos ( $\alpha$ MSH). De igual manera, mencionan a la temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento como variables involucradas en los cambios de coloración de los organismos. Finalmente, es importante recalcar que, según Migaud *et al.*, (2006), para optimizar las condiciones de crianza y mantenimiento, así como para manipular la fisiología de los peces, se debe considerar la duración respectiva del día y la noche. Aunado a ello, la intensidad de la luz, el componente espectral y la orientación de la fuente lumínica. Es por esto que el presente estudio buscó encontrar las condiciones óptimas de duración de luz cuyo efecto sea evidente en la coloración del pez.

La coloración en los peces es posible que se vea afectada por fenómenos físicos como el fotoperiodo. Debido a ello es de importancia la realización de estudios que muestren la relación del fotoperiodo y el fotoperiodismo. Como sus efectos en el crecimiento, supervivencia reproducción y la misma coloración. Principalmente en la Acuicultura, ya que, en peces de ornato, la coloración puede indicar la salud óptima del organismo, además de que lo hace más atractivo para quien lo adquiera.

## **5. Justificación del problema**

Los peces laberíntidos son considerados como de los más atractivos y por tanto económicamente importantes. Su mantenimiento no requiere de cuidados especiales. De sus características que los hacen más redituables se encuentran sus coloraciones y el bajo costo de crianza.

Los colores de *Colisa sp.* se limitan a azules, amarillos, anaranjados y rojos. En particular, los patrones de coloración se encuentran delimitados por diferentes presiones selectivas de acuerdo a las condiciones ambientales en las que se presente, como duración de horas de luz y colores de sustrato en el acuario, además de que estos patrones le son al organismo de utilidad para relaciones intra e interespecíficas.

En el presente trabajo se pretendió encontrar si existe influencia en la supervivencia de *Colisa lalia*, así como en la coloración del cuerpo, con el fin de encontrar el factor óptimo de iluminación ambiental que induce la coloración más atractiva en el mercado. Además de esto, se pretende estudiar diferentes condiciones ambientales de fotoperiodo, para observar la influencia de este en los cambios de peso del pez.

## **6. Hipótesis**

Los peces de la especie *Colisa lalia* que se encuentren sometidos al fotoperiodo donde prevalezca o existan en proporción más horas de oscuridad que de luz, presentarán mayor probabilidad de supervivencia, debido a que la oscuridad reduce el estrés del animal.

Los peces de la especie *Colisa lalia* que se encuentren sometidos al fotoperiodo donde prevalezca o existan en proporción más horas de oscuridad que de luz, presentarán coloraciones más tenues y parecidas al ambiente, debido a que les permite camuflajearse en comparación con aquellos que se encuentren en fotoperiodos con más horas de luz.

Si el peso de los peces aumenta conforme aumenta la cantidad de horas de luz en el fotoperiodo, entonces los peces de la especie *Colisa lalia* que se encuentren sometidos al fotoperiodo donde existan mayor cantidad de horas de luz que de oscuridad, presentarán pesos mayores a los que se encuentren en fotoperiodos normales (12h de luz y 12h de oscuridad).

## 7. Objetivos

1. Evaluar el efecto del fotoperiodo en la supervivencia de individuos machos de la especie de Gourami enano *Colisa lalia*.
2. Evaluar el efecto del fotoperiodo en la coloración de individuos machos de la especie de Gourami enano *Colisa lalia*.
3. Establecer si las proporciones de luz/oscuridad del fotoperiodo influyen en el peso corporal de individuos machos de la especie.

## 8. Materiales y métodos

**8.1. Sistema de estudio (tamaño de muestra y características de la misma).** Se utilizaron 12 individuos machos adultos con peso promedio de 3.0 g +/- 1.1 g y longitud estándar, que parte de la boca a la aleta caudal de 4.0 a 4.6 cm. Obtenidos en el mercado de Nuevo San Lázaro, ubicado a una cuadra del metro Mixiuhca, en la dirección Calle Imprenta 143, Alcaldía Venustiano Carranza, Col. Morelos, 15270 Ciudad de México, de diferente proveedor y lugar de origen desconocido.

**8.2. Diseño experimental.** El montaje del experimento se realizó en el acuario de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Se utilizó un estante de 4 niveles para colocar los acuarios de vidrio. En cada nivel se colocó una base de unicel para nivelar el peso del acuario y evitar que el vidrio se quebrara y un multicontacto para conectar equipos y salidas de aire múltiples (4 por nivel). En el nivel 1 superior, se colocaron dos acuarios comunitarios de 20 litros y de 40 cm de largo x 26 cm de alto x 20 cm de ancho) para varios peces (hasta un total de 6 individuos); mientras que en los niveles 2, 3, y 4 se ubicaron por nivel cuatro acuarios de 10 L con medidas de 32 cm de largo x 25 cm de alto x 15 cm de ancho, para un pez.

Se utilizaron 12 peceras de 10 L, las cuales estaban provistas de filtros biológicos de plataforma, con aireación constante y calentador con termostato para mantener la temperatura de  $26 \pm 2^\circ\text{C}$  y sustrato oscuro (grava para disminuir el estrés en los organismos) y fue colocado un individuo por pecera. En los niveles 2, 3 y 4 del estante se instaló “tela oscura” en las partes laterales y frontales para evitar el paso de luz del exterior. En las partes frontales se colocó velcro, con la finalidad de que se pudiera descubrir el nivel determinado y así realizar las observaciones correspondientes. En los niveles 2, 3, y 4 del estante se colocó un foco de led de la marca JWL (modelo JLMR-3X1, luz blanca) de  $470 \pm 5$  luxes por nivel. En los acuarios comunitarios se mantuvo en promedio dos organismos extra por acuario, en caso de que alguno de los individuos experimentales falleciera, todos con un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 de oscuridad.

Durante el periodo de aclimatación (duración de 7 meses), así como en la fase experimental (duración de 6 meses), los organismos fueron alimentados *ad libitum* con la mezcla de alimento seco balanceado en hojuelas para peces de la marca Wardley y con alimento vivo, *Artemia sp.* La ración diaria de alimento fue dividida en 2. Estas fueron proporcionadas por la mañana y por la tarde. Los organismos que presentaron alguna enfermedad, principalmente *ich* y hongos, se trataron con sal, verde de malaquita o azul de metileno, según correspondiera. Se mantuvieron a los organismos en concentraciones de oxígeno constantes gracias al aireador. La temperatura se mantuvo a  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Los 3 fotoperiodos experimentales fueron Tratamiento 1: 12/12 luz / oscuridad (7:00 a 19:00 hrs), Tratamiento 2: 16/8 luz /oscuridad (5:00 a 21:00 hrs) y Tratamiento 3: 8/16 luz /oscuridad (9:00 a 17:00 hrs). La manipulación del encendido y apagado de las luces en los diferentes tratamientos experimentales o fotoperiodos fueron regulados con Timers digitales y/o manuales marcas Intermatic® TIME-ALL®, YATA y TORK®. Se mantuvieron 4 individuos por tratamiento.

### 8.3. Evaluación de la supervivencia de los peces.

Se realizó la biometría inicial de los organismos, al evaluar el peso y fotografía de cada organismo. Al mismo tiempo, se llevó a cabo el registro de la supervivencia de los peces, desde el inicio del experimento (30 de mayo de 2017) hasta la última toma de datos (14 de noviembre de 2017). Se registró la relación y proporción de supervivencia de peces utilizados. Para el análisis estadístico se utilizaron curvas de supervivencia mediante el método de Kaplan-Meier.

**8.4. Análisis y evaluación de la coloración.** De acuerdo a Yasir y Quin (2009), el color percibido por el ojo humano es la reacción cerebral específica al estímulo visual, lo que la hace extremadamente subjetiva debido a que el humano describe los colores usando tres grupos principales correspondientes al rojo, verde y azul (RGB, por sus siglas en inglés).

Análisis visual. El registro fotográfico se realizó cada dos semanas, con el fin de reducir el estrés por manipulación en los organismos. Se tomaron fotografías de cada individuo. Se utilizó una cámara digital (Nikon Coolpix S3300; Nikon, China). Para evitar variaciones de luz y de alguna otra condición, se fabricó un soporte de madera con medidas de 19 cm de largo, 12 cm de alto, 12.5 cm de ancho. En las paredes interiores se colocó un foco led (en las dos laterales y en la superior). Al

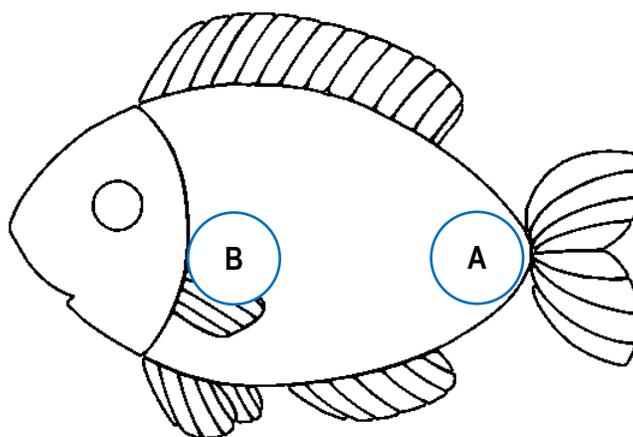


centro y dentro de esta, se colocó una pecera pequeña para posicionar al pez y fotografiarlo. La cámara se encontró a la distancia de 16 cm y mediante un agujero de 3.5 cm de diámetro, se tomaron las fotografías.

**Figura 5.** Soporte de madera para evitar variaciones de iluminación.

Se obtuvo el total de 139 imágenes, aproximadamente 12 por pez, del 30 de mayo al 14 de noviembre. Cada imagen se procesó en Adobe® Photoshop® CS6, Versión 13.0 x64, con el fin de colocar a cada individuo en posición horizontal y con el fondo gris uniforme para todos los peces. Las características de cada imagen son de tamaño de 3300 (ancho) x 2500 (alto) píxeles, resolución de 72 píxeles/pulgada, modo de color RGB de 8 bits y perfil de color de sRGB IEC61966-2.1.

Posteriormente, se colocaron dos áreas circulares para toma de muestra de color, con diámetro de 4.5 cm y área total de 15.90 cm<sup>2</sup>. Para esto, se dividió al individuo en tres partes mediante un corte paralelo y dos longitudinales, donde se colocó el área uno de muestreo en la base de la aleta caudal (muestra A) y el área dos en la parte central del pez, justo detrás del opérculo branquial (muestra B), tal como se aprecia en la Figura 6. Se obtuvieron dos tomas en cada área. La primera de la región de la línea lateral, mientras que la segunda se obtuvo al azar, dentro del área delimitada, con lo cual se consiguieron el total de 4 por individuo.



**Figura 6.** Localización de las áreas de muestreo para coloración.

El total de las muestras fue almacenado en una base de datos de Microsoft® Word para Mac, versión 16.10 (180210). Después, se realizó el procesamiento de colores con PANTONE®. Se utilizó la biblioteca de color PANTONE + Solid Coated de Adobe® Photoshop® CS6 y se nombró a cada muestra de acuerdo a su familia de color.

Para la evaluación del color se realizó la determinación del índice de color **IC**, el que describe la coloración del organismo y permite seguir su evolución de color (Vignoni *et al.*, 2006) y es expresado de la siguiente manera:

$$IC = \frac{(a)(1000)}{(L)(b)}$$

Donde *L*, *a* y *b* son parámetros de sistema de color CIELAB, que es modelo internacional utilizado para realizar mediciones de color, adoptado por la *Comission Internationale d'Eclairage* en 1976. *L* denota la intensidad de color y brillo de la muestra, *a* indica la zona de variación entre el verde y el rojo del espectro y *b* la zona de variación entre el azul y el amarillo del espectro (Thompson, 1998).

De acuerdo a Vignoni *et al.*, (2006), los resultados pueden semejarse a los siguientes estándares:

- a) Si IC\* es negativo (-40 a -20), su valor relaciona los colores que van desde el azul-violeta al verde profundo.
- b) Si IC\* es negativo (-20 a -2), su valor relaciona los colores que van del verde profundo al verde amarillento.
- c) Si IC\* está entre -2 a +2, representa el amarillo verdoso.
- d) Si IC\* es positivo (+2 a +20), se relaciona con los colores que van desde el amarillo pálido al naranja intenso.
- e) Si IC\* es positivo (+20 a +40), se relaciona con los colores que van desde el naranja intenso al rojo profundo.

Posterior a esto, se realizaron gráficos de tendencia para conocer si el **IC** cambió. De igual manera, se elaboraron gráficos para conocer la dispersión de los datos respecto a la media. Finalmente, se hicieron promedios de la zona de línea lateral (muestras A y B) y de la zona aleatoria (muestra A y B) para conocer si hubieron diferencias entre los tratamientos.

Después, se realizaron las pruebas estadísticas siguientes:

- Prueba de Levene para encontrar si las varianzas en los grupos difieren o no.
- Aplicación de ANOVA o ANOVA de Welch (según sea el caso).
- Aplicación de la prueba *post hoc* correspondiente (Tukey o Games-Howell, según sea el caso).

### **8.5. Peso corporal.**

Se realizaron histogramas para registrar las frecuencias de peso a lo largo del experimento. Para estos, se determinó el número de clases ( $K$ ) con la regla de Sturges (1926), la que se muestra como:

$$K = 1 + 3.22\log(N)$$

Donde  $N$  representa al número total de la muestra. El rango ( $R$ ) se obtuvo al usar la siguiente ecuación:

$$R = y_{max} - y_{min}$$

En la cual,  $y_{max}$  y  $y_{min}$  representan a los valores máximos y mínimos, respectivamente. Posteriormente, se definió la amplitud de clase ( $h$ ) mediante:

$$h = \frac{R}{K}$$

Posteriormente, se obtuvo la frecuencia relativa  $fr_i$  de cada clase para conocer la proporción de individuos que la representó del total que pertenecieron a cada clase. Finalmente, se obtuvo la Marca de clase  $X_i$ , que es el punto medio de cada clase, mismo que la representa:

$$X_i = \frac{(\text{Límite superior} - \text{Límite inferior})}{2}$$

Con estos datos, se construyó el polígono de frecuencias para cada tratamiento.

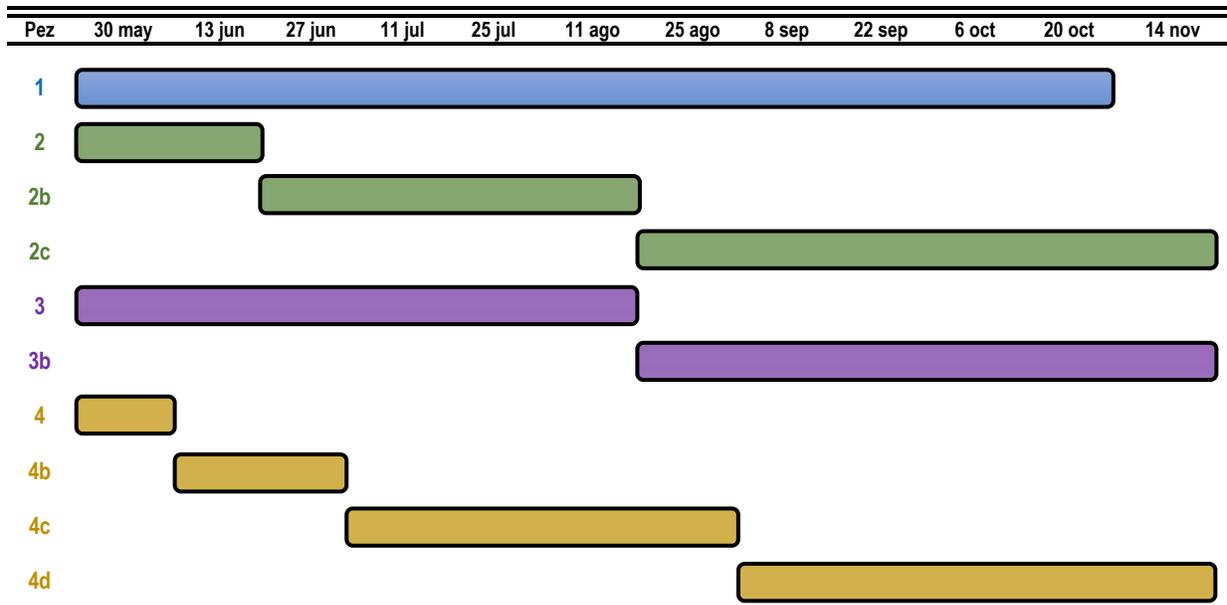
Posteriormente se realizaron las pruebas estadísticas siguientes:

- Prueba de Levene para encontrar si las varianzas en los grupos difieren o no.
- Aplicación de ANOVA o ANOVA de Welch (según sea el caso).
- Aplicación de la prueba *post hoc* correspondiente (Tukey o Games-Howell, según sea el caso).

## 9. Resultados

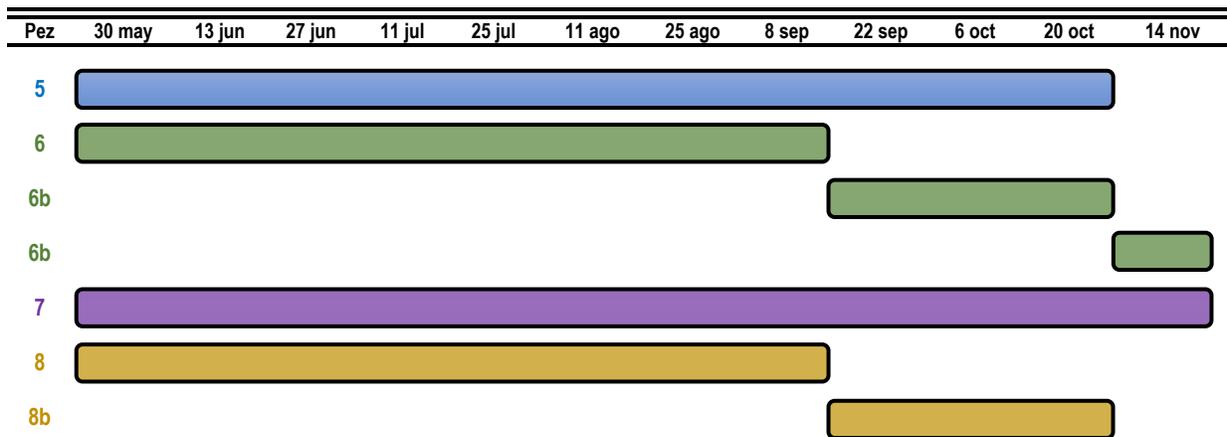
### 9.1. Supervivencia de los peces

En el tratamiento 1 se utilizó un total de 10 peces, donde se destaca que el pez 1 sobrevivió a todo el tratamiento, mientras que el pez 3 murió antes del 25 de agosto, el pez 2 tuvo que ser reemplazado dos veces y el pez 4 tres veces. (Figura 7).



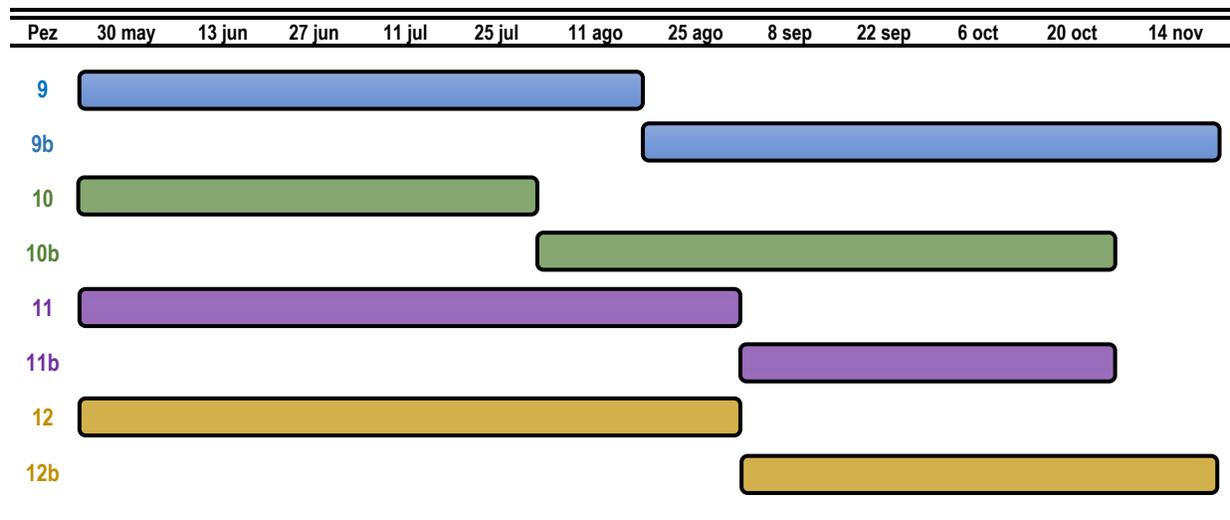
**Figura 7.** Relación de peces utilizados en la fase experimental bajo el tratamiento 1 de fotoperiodo 12/12 (Luz/Oscuridad).

En la Figura 7 se muestra al primer individuo con número (ej: 1, 2, 3), mientras que los números (2a, 2b, 2c) cada uno representa el nuevo individuo después de la muerte del primero. La proporción de supervivencia fue de 1/9 a lo largo de todo el experimento. Por su parte, el tratamiento 2 fue en el que menos murieron individuos experimentales, en el que se usó un total de 7 peces. En la Figura 8 se observa que los peces 5 y 7 se mantuvieron durante todo el periodo experimental, mientras que el pez 8 murió antes del 22 de septiembre y el pez 6 tuvo que ser reemplazado dos veces.



**Figura 8.** Relación de peces utilizados en la fase experimental bajo el tratamiento 2 de fotoperiodo 16/8 (Luz/Oscuridad).

La proporción de supervivencia fue de 2/7 en la duración del experimento. En el caso del tratamiento 3, se observa que se utilizó el total de 8 peces, en donde se destaca que todos tuvieron que ser reemplazados una vez a lo largo del experimento (Figura 9).

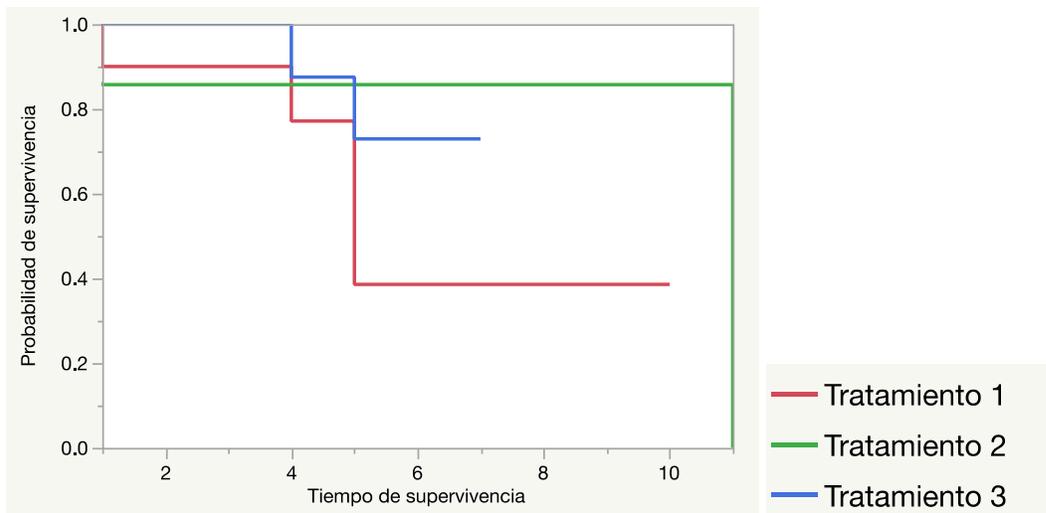


**Figura 9.** Relación de peces utilizados en la fase experimental bajo el tratamiento 3 de fotoperiodo 8/16 (Luz/Oscuridad).

La proporción de supervivencia para todo el experimento fue de 0/8.

### 9.1.1. Pruebas estadísticas

Posteriormente, se realizaron las curvas de supervivencia Kaplan Meier:



**Figura 10.** Curva de Kaplan-Meier con agrupación de tratamientos. El eje de las X presenta semanas como unidad de tiempo.

En la Figura 10 se muestran las diferencias de las curvas de supervivencia de los tres tratamientos. Se observa que el tratamiento 1 tiene como probabilidad de supervivencia 0.9 y al final, su probabilidad termina por ser mucho menor que la de los otros tratamientos. La media que se observa es de 4.4714 como tiempo medio de supervivencia (TMS), con error estándar de 0.4443 y 6 datos censurados.

En cuanto al tratamiento 2, se observa que su probabilidad de supervivencia no cambió a lo largo del experimento. La media que presenta es de 9.4285 (TMS), error estándar de 2.0574 y 5 datos censurados.

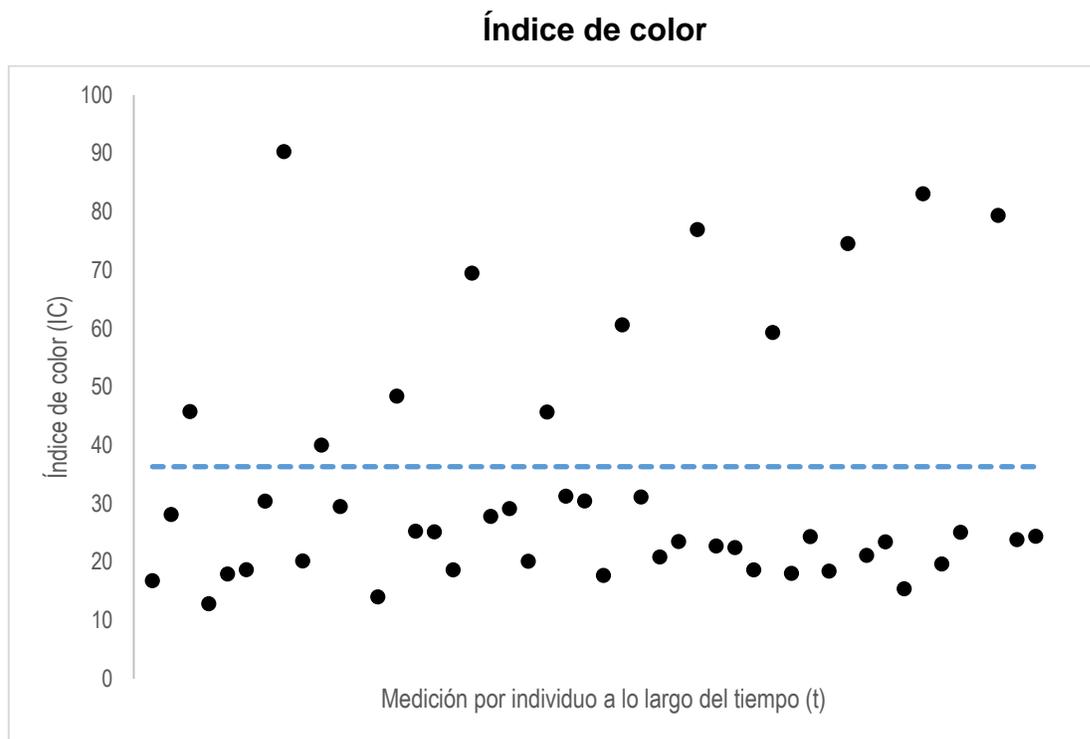
Por su parte, se observa que el tratamiento 3 inicia con mayor probabilidad que los otros dos, pero con el paso del tiempo, esta decae considerablemente. La media en este tratamiento es de 4.875 (TMS), con error estándar de 0.1653 y el número de datos censurados es de 6.

Finalmente, se realizó la prueba de Log-Rank para evaluar si existen diferencias significativas entre los tratamientos. Con una  $X^2_{(2)} = 1.7858$ ,  $p = 0.4095$  se encuentra que no hay diferencias estadísticamente significativas en la supervivencia de los tratamientos.

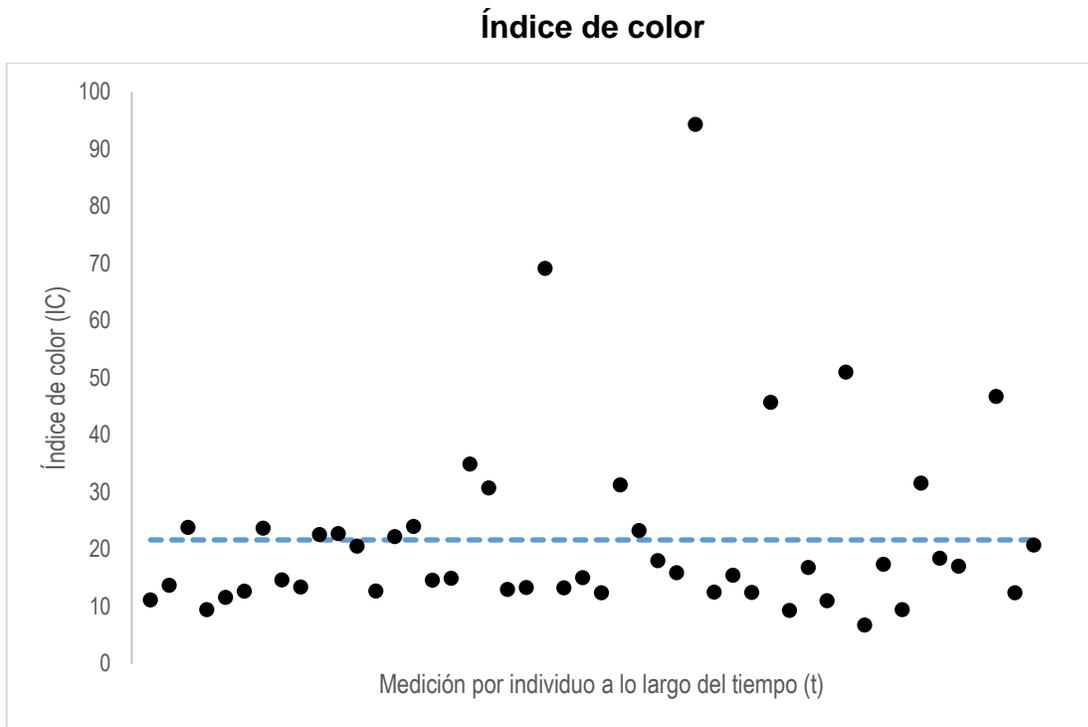
## 9.2. Coloración

### Tratamiento 1

En las Figuras 11 y 12 se puede observar la dispersión de los datos de la muestra A en línea lateral y muestra aleatoria, respectivamente y a lo largo del experimento. En la Figura 11 se observa que la mayoría de los datos se encuentran debajo de la media (36.3313) y sólo se tiene un dato extremo cercano al **IC** de 190. Por su parte, en la Figura 12 se encuentra el promedio de **IC** menor (21.6604) y algunos datos mayores a este, cercanos a **IC** = 100, con lo que se percibe que los peces tienen mayor índice de color en la muestra de línea lateral que en la muestra aleatoria, en el caso de la muestra A.



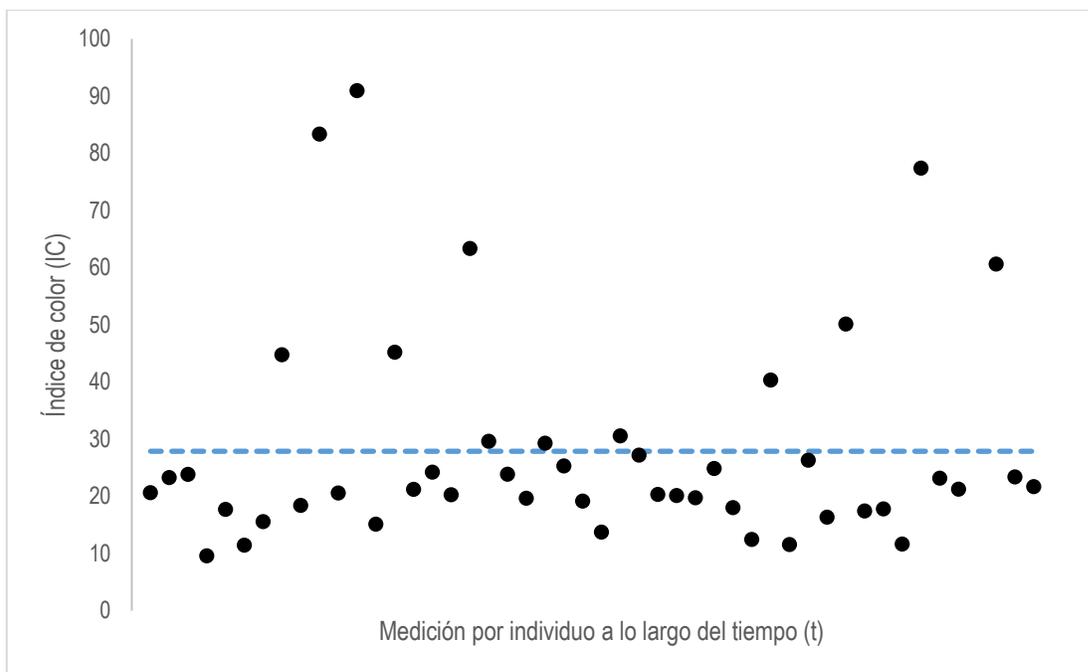
**Figura 11.** Dispersión respecto a la media, muestra A, línea lateral. Tratamiento 1. Media: 36.3313. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X. Este gráfico presenta un valor de 190.



**Figura 12.** Dispersión respecto a la media, muestra A, aleatoria. Tratamiento 1. Media: 21.6604. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X.

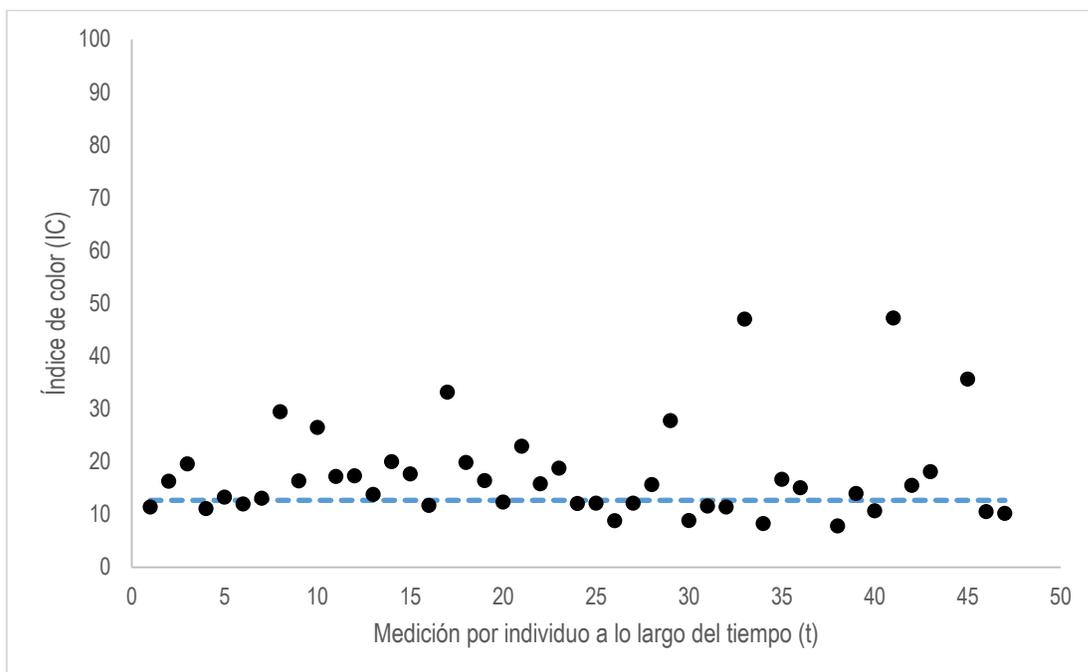
Al observar la muestra B se encuentran datos más dispersos, sin embargo las medias parecen no diferir tanto a las de la muestra A. En el caso de la Figura 13 que corresponde a la línea lateral, la mayoría de los datos se encuentran debajo y cercanos a la media (27.8911). Los que se encuentran arriba de esta son los más dispersos. En la Figura 14 se observa mucha menor dispersión. Se observa a la vez solamente un dato extremo, que se encuentra aproximadamente en un índice de color de -200. Este último dato provoca que la media en la muestra B aleatoria se reduzca hasta 12.6880. En esta muestra B, se observa que los peces tienden a tener el **IC** de línea lateral mucho mayor al **IC** de la muestra aleatoria ( $27.8911 > 12.6880$ ). No obstante, no se descarta la influencia del dato extremo en la Figura 14.

### Índice de color



**Figura 13.** Dispersión respecto a la media, muestra B, línea lateral. Tratamiento 1. Media: 27.8911. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X.

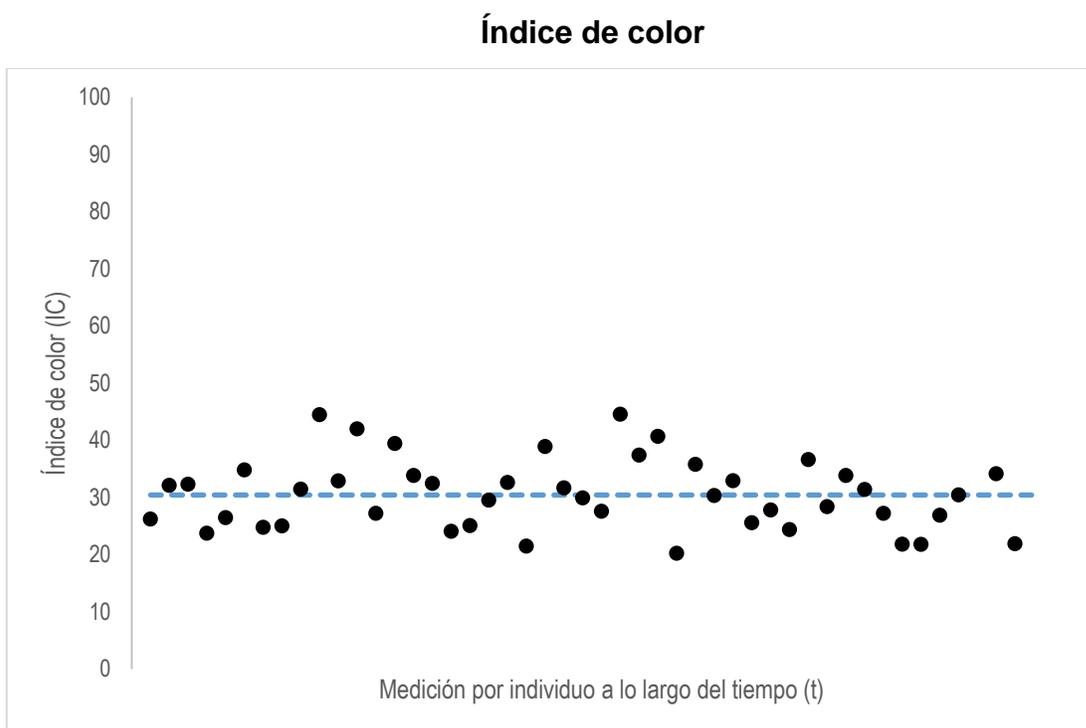
### Índice de color



**Figura 14.** Dispersión respecto a la media, muestra B, aleatoria. Tratamiento 1. Media: 12.6880. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X. Este gráfico presenta un valor en el punto aproximado de índice de color de -210.

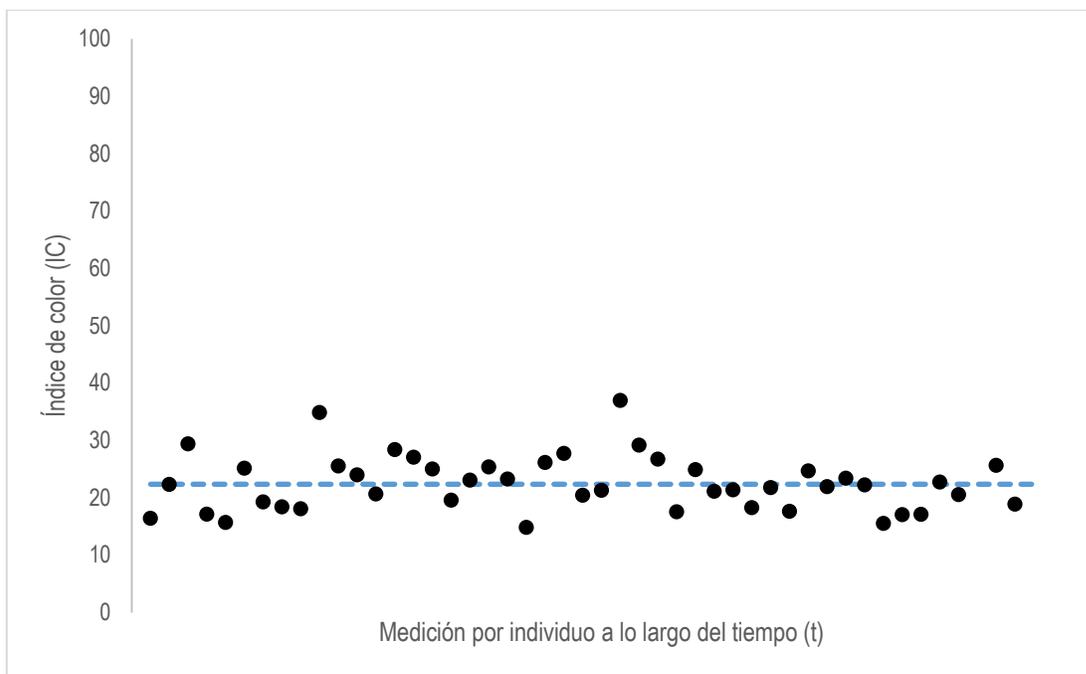
## Tratamiento 2

Para la muestra A del tratamiento 2, se encuentra menor dispersión de los datos. En la Figura 15 se observa la distribución aproximadamente equitativa entre datos superiores e inferiores a la media (30.4433). En la Figura 16 se observa el comportamiento similar, sin embargo la media de esta es menor, de 22.3617. El IC de la línea lateral es mayor al de la muestra aleatoria ( $30.4433 > 22.3617$ ).



**Figura 15.** Dispersión respecto a la media, muestra A, línea lateral. Tratamiento 2. Media: 30.4433. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X.

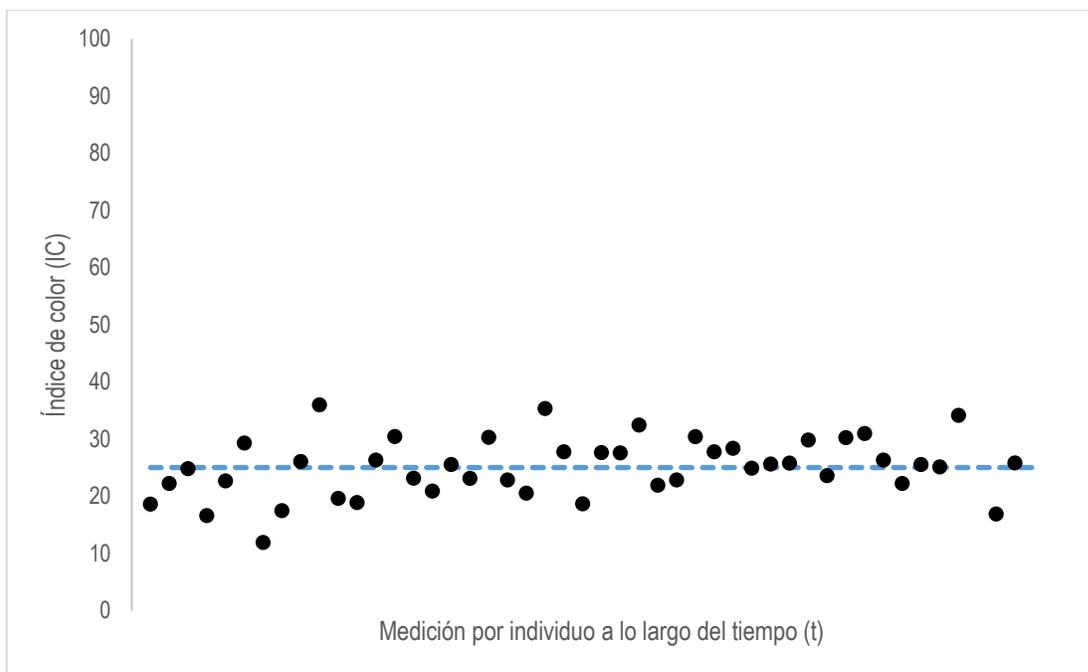
## Índice de color



**Figura 16.** Dispersión respecto a la media, muestra A, aleatoria. Tratamiento 2. Media: 22.3617. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X.

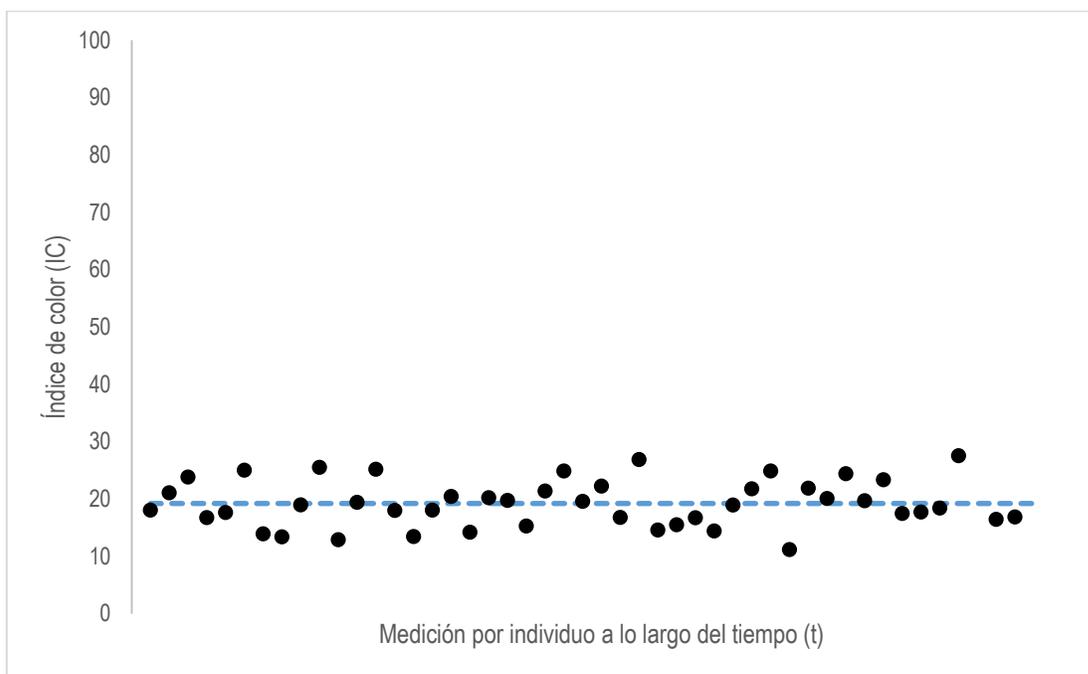
En el caso de la muestra B, la dispersión tampoco es grande. En la Figura 17 se observa que los datos se pueden alejar hasta 10 unidades respecto a la media, que es de 25.0450. En la Figura 18, a pesar de que la media es menor, de 19.2137, los datos tampoco se dispersan por más de 10 unidades. El IC de la línea lateral es mayor al de la muestra aleatoria ( $25.0450 > 19.2137$ ).

### Índice de color



**Figura 17.** Dispersión respecto a la media, muestra B, línea lateral. Tratamiento 2. Media: 25.0450. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X.

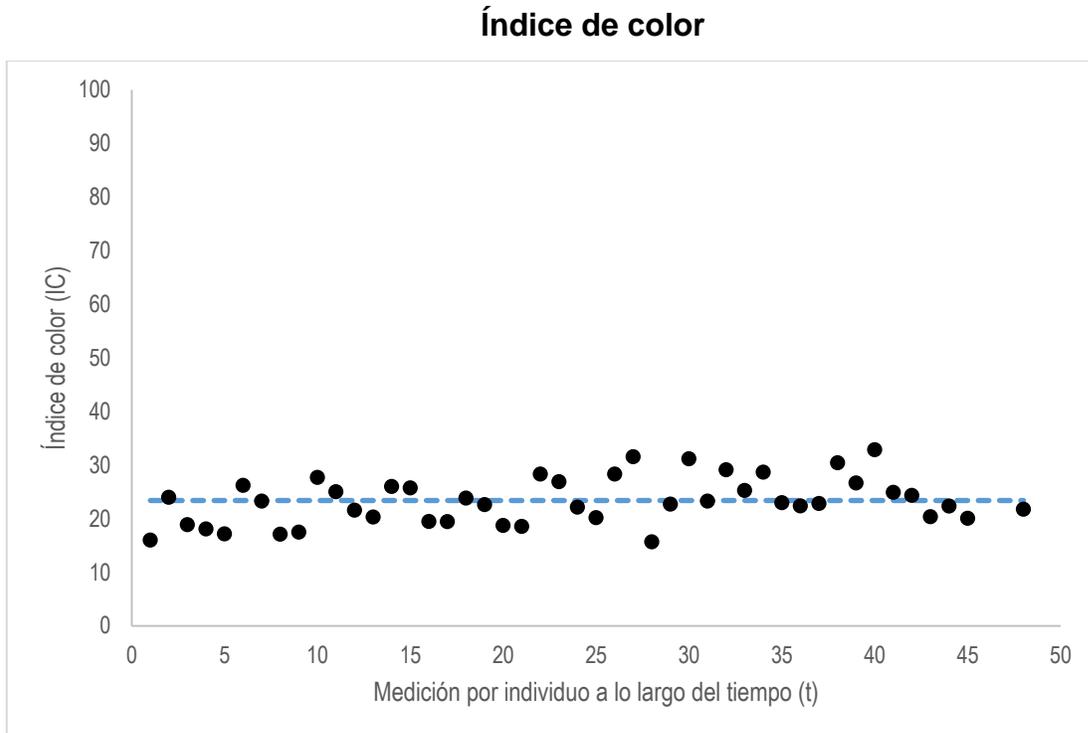
### Índice de color



**Figura 18.** Dispersión respecto a la media, muestra B, aleatoria. Tratamiento 2. Media: 19.2137. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X.

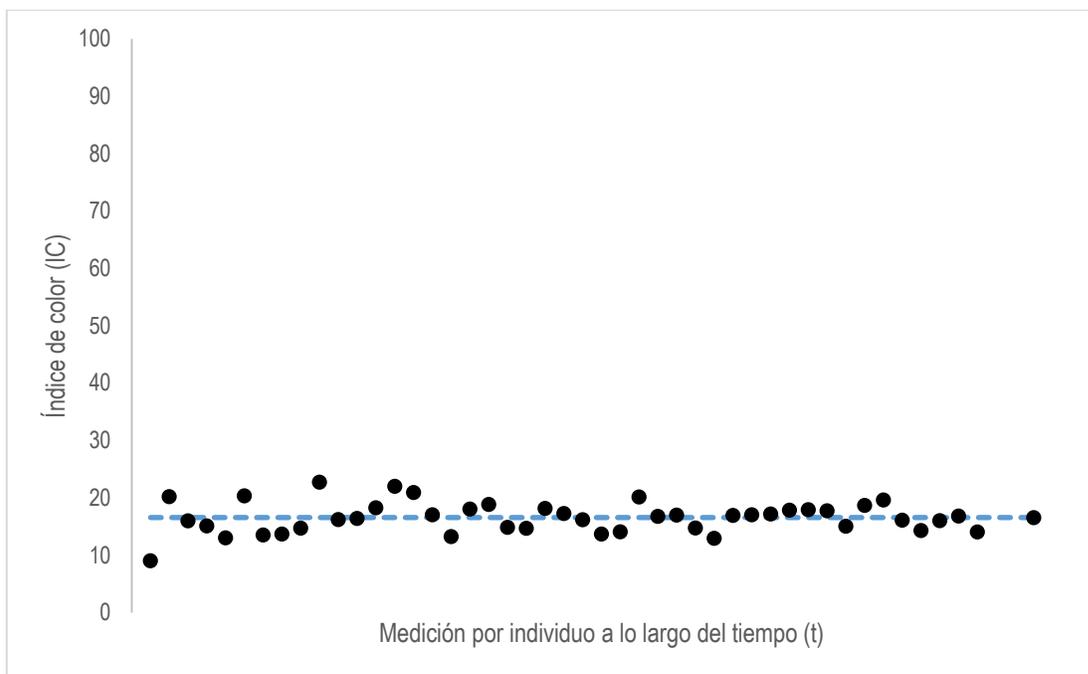
### Tratamiento 3

En la muestra A del tratamiento 3 no se muestran grandes diferencias en cuanto al **IC**. La Figura 19 denota dispersión. En el caso de la Figura 20, tampoco se perciben grandes diferencias entre los datos. La media de la línea lateral (23.3908) es mayor a la de la muestra aleatoria (16.5943).



**Figura 19.** Dispersión respecto a la media, muestra A, línea lateral. Tratamiento 3. Media: 23.3908. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X.

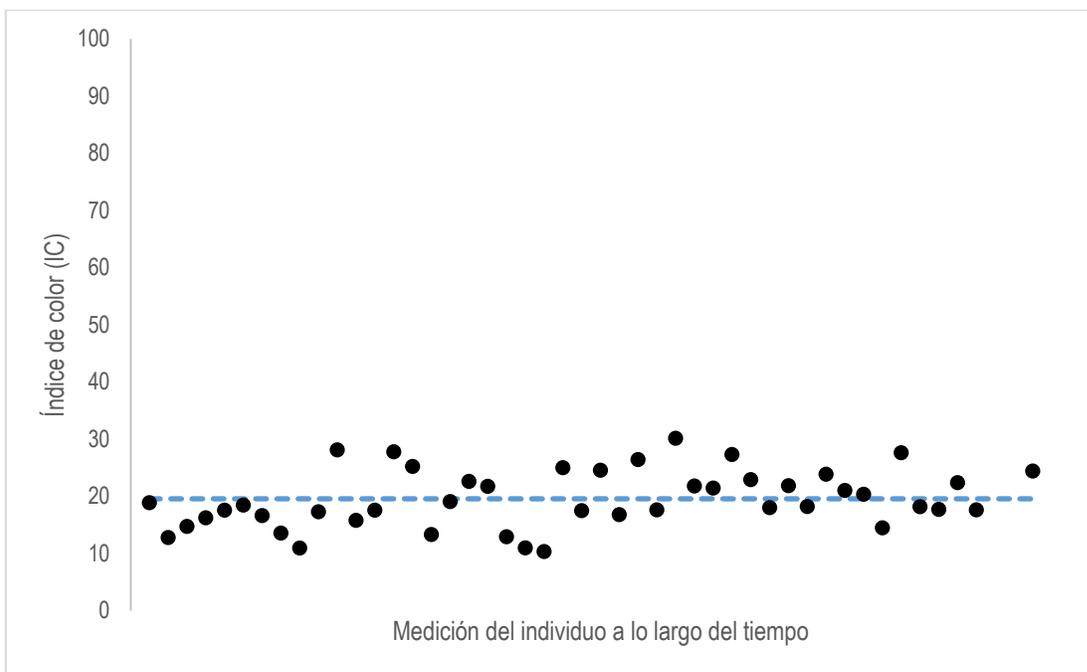
## Índice de color



**Figura 20.** Dispersión respecto a la media, muestra A, aleatoria. Tratamiento 3. Media: 16.5943. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X.

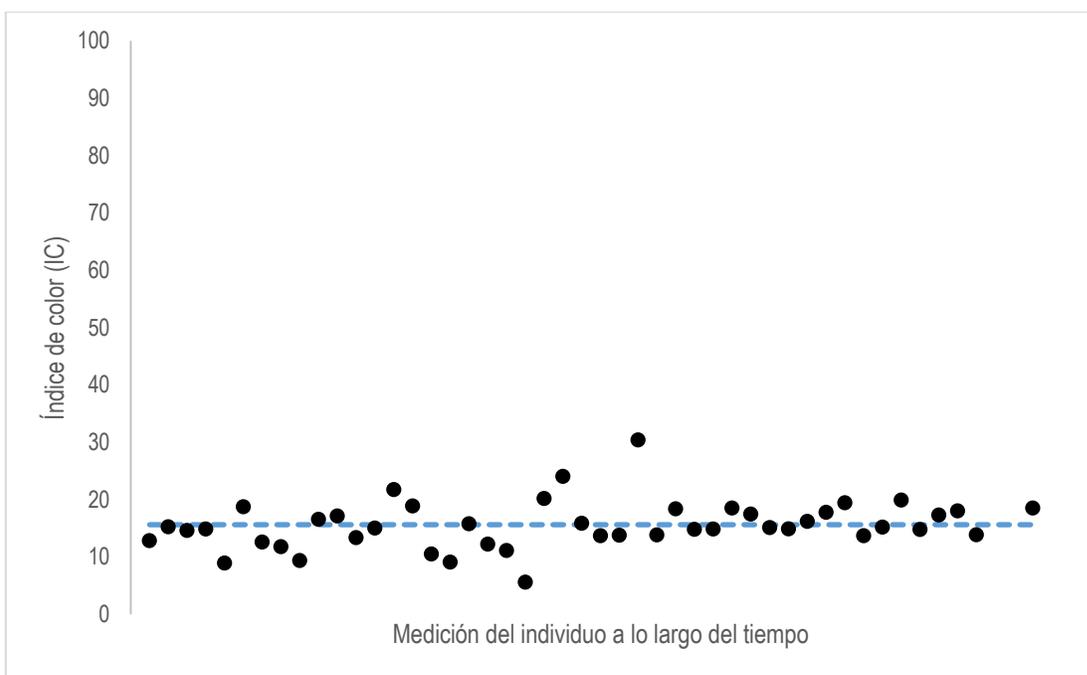
En la muestra B del tratamiento 3 se observa que las medias son menores respecto a los otros dos tratamientos, siendo de 19.5788 para la línea lateral (Figura 21) y de 15.6442 para la muestra aleatoria (Figura 22). La dispersión parece no ser significativa.

### Índice de color



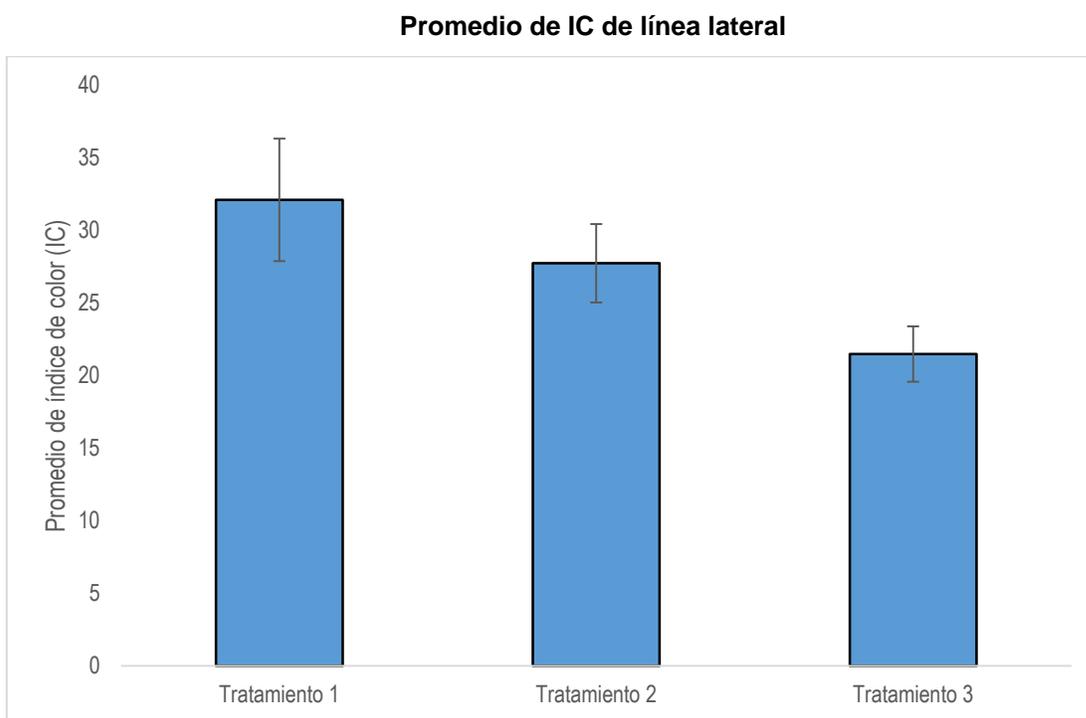
**Figura 21.** Dispersión respecto a la media, muestra B, línea lateral. Tratamiento 3. Media: 19.5788. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X.

### Índice de color



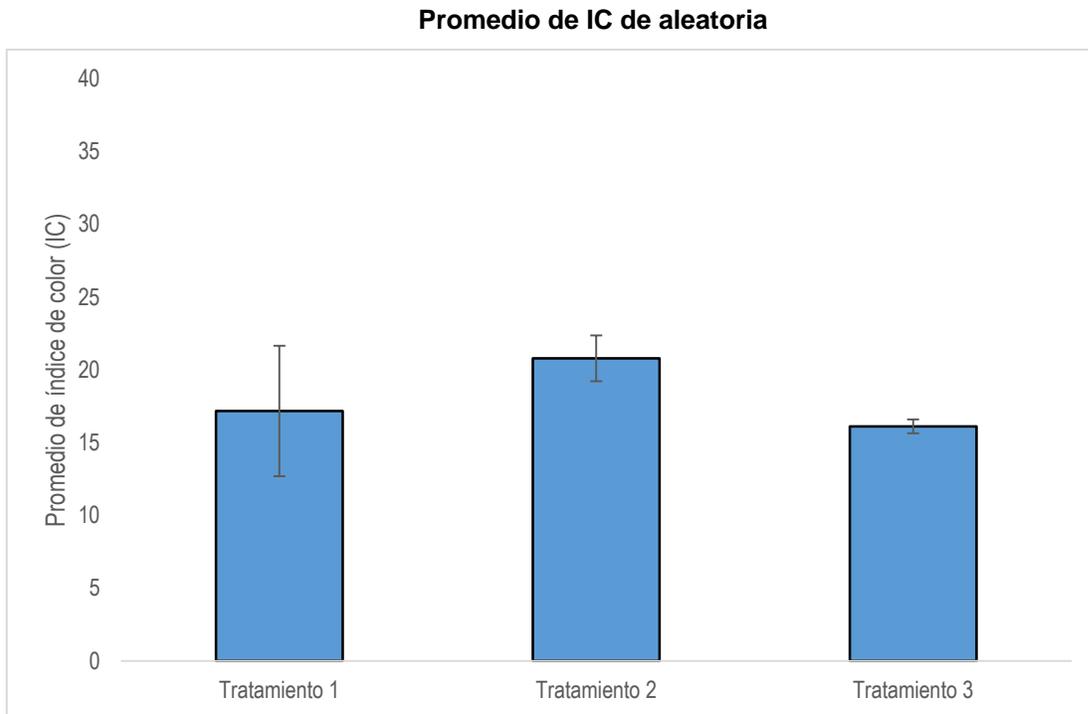
**Figura 22.** Dispersión respecto a la media, muestra B, aleatoria. Tratamiento 3. Media: 15.6442. Semanas como unidad de tiempo en el eje de las X.

Al realizar el promedio general de todas las muestras A y B del experimento en la zona de línea lateral (Figura 23), se encontró que el tratamiento 1 presenta el mayor **IC** (cercano a 33) y, a su vez, la mayor dispersión. El tratamiento 2 muestra el promedio de **IC** de 27, mientras que el tratamiento 3 tiene un **IC** de aproximadamente 22. De acuerdo a la variación, se puede observar que el tratamiento 3 difiere de los otros dos. Los resultados a detalle del **IC** se pueden observar en el apéndice 1.



**Figura 23.** Promedio de línea lateral, muestras A y B. Tratamiento 1 (12/12), tratamiento 2 (16/8) y tratamiento 3 (8/16).

Como se observó anteriormente, las muestras de la zona aleatoria presentan el **IC** menor a las muestras de línea lateral. El tratamiento uno tuvo un promedio de **IC** de aproximadamente 17 y, a su vez, la mayor dispersión. El tratamiento 2, por su parte, fue el de mayor **IC** (21), mientras que el tratamiento 3 presenta un **IC** cercano a 15 y variación notablemente pequeña. Se observa que los tratamientos 2 y 3 difieren entre si (Figura 24). La tendencia del organismo a aumentar o disminuir su índice de color se observa a detalle en el apéndice 2.



**Figura 24.** Promedio de aleatoria, muestras A y B. Tratamiento 1 (12/12), tratamiento 2 (16/8) y tratamiento 3 (8/16).

### 9.2.1. Pruebas estadísticas

Se realizó la prueba de Levene para encontrar si las varianzas en los grupos difieren o no, bajo los siguientes supuestos:

$H_0$ : Las varianzas en los grupos son iguales.

$H_a$ : Al menos una varianza de los grupos es diferente.

El valor de  $F_{(2,33)} = 5.2912$ ,  $p = 0.0102$  indica que se rechaza  $H_0$  y al menos una varianza de los grupos es diferente.

Posteriormente, se realizó una prueba estadística de ANOVA de Welch para comparar el efecto del número de horas de luz/oscuridad en la coloración del Pez Gourami enano (*Colisa lalia*), con los siguientes supuestos:

$H_0$  : El promedio de Índice de color en los tres grupos es igual, con un 95% de confiabilidad.

$H_a$ : En al menos un grupo, el promedio de Índice de color es distinto, con un 95% de confiabilidad.

El resultado es  $F_{(2, 19.574)} = 28.0207$ ,  $p = < 0.0001$ , por lo que el valor de  $p$  es menor a 0.05 y se rechaza  $H_0$ , lo cual indica que en al menos un grupo, el promedio de Índice de color es distinto.

Al agrupar información utilizando el método de Games-Howell, con la confianza del 95%, se obtuvo:

**Cuadro 1.** Agrupación por Games-Howell.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
1 (12/12)	12	24.97	A
2 (16/8)	12	24.232	A
3 (8/16)	12	18.728	B

Se presenta que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, donde se observa que el tratamiento 3 difiere de los tratamientos 1 y 2. Al realizar pruebas simultáneas de Games-Howell para diferencias de las medias, se encontró el siguiente cuadro:

**Cuadro 2.** Pruebas simultáneas por Games-Howell.

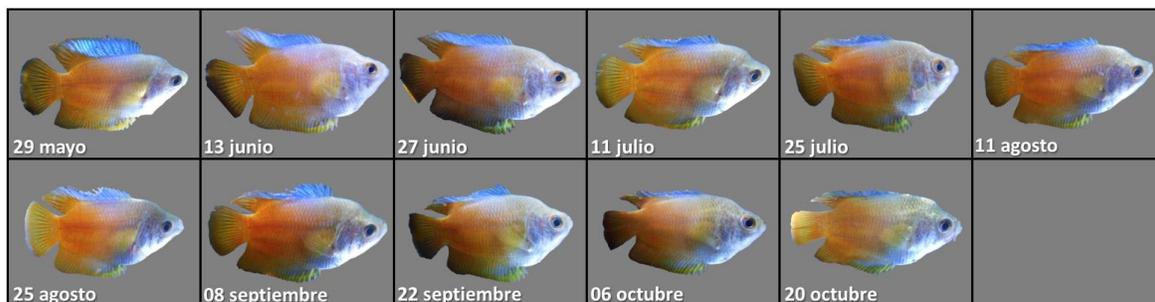
Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Error estándar de diferencia	Intervalo de Confianza de 95%	Valor T	Valor p ajustado
2-1	-0.74	2.16	(-6.45, 4.98)	-0.34	0.939
3-1	-6.24	2.13	(-11.92, -0.56)	-2.93	0.031
3-2	-5.504	0.748	(-7.393, -3.615)	-7.36	0.000

Se comprueba que el tratamiento 3 se diferencia significativamente del 1 y 2 (0.031 < 0.05 y 0.000 < 0.05, respectivamente). Con lo cual, se puede asumir que las

coloraciones de los tratamientos 1 y 2 no varían al aplicar más horas de luz de la habitual al tratamiento 2. Por otra parte, el tratamiento 3 si presenta diferencias estadísticamente significativas, como resultado en tonos más tenues, principalmente de color amarillo pálido.

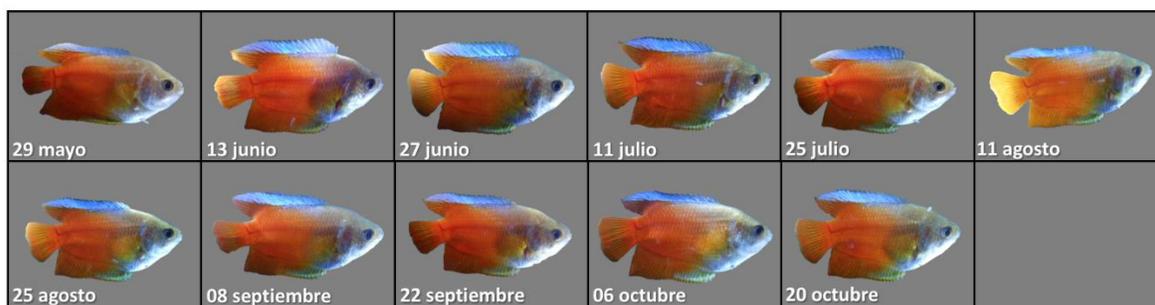
### 9.2.2. Imágenes por tratamiento

En la siguiente figura (25) se observan los cambios que presenta el individuo a través del tiempo del experimento. De acuerdo a la estadística, no se aprecian variaciones significativas.



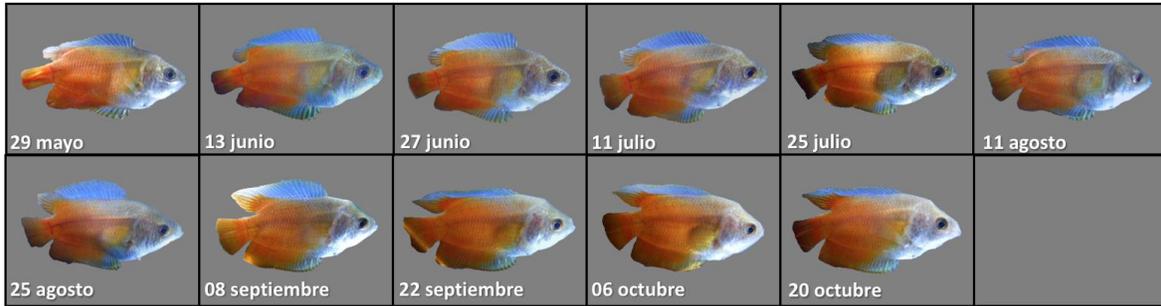
**Figura 25.** Cambios en la coloración a través del tiempo, tratamiento 1 (12/12).

En el caso del tratamiento 2 (figura 26), las coloraciones se notan más intensas, principalmente en el tono rojizo. Sin embargo, tampoco se encontraron diferencias significativas.



**Figura 26.** Cambios en la coloración a través del tiempo, tratamiento 2 (16/8).

Los cambios en el tratamiento 3 (figura 27) son más evidentes. Se observa una tendencia al rojo-anaranjado con tonos más intensos.



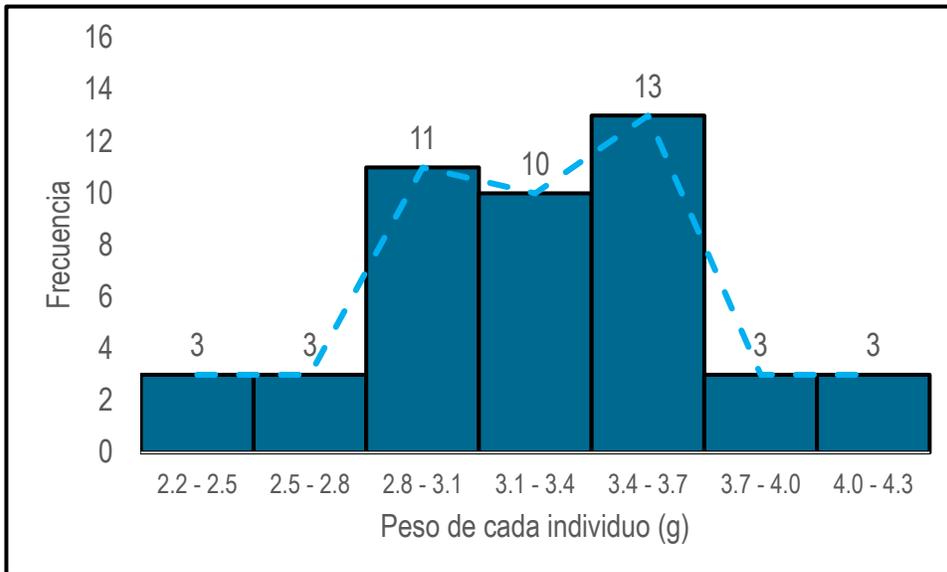
**Figura 27.** Cambios en la coloración a través del tiempo, tratamiento 3 (8/16).

### 9.3. Peso corporal

Los pesos en el tratamiento 1, de fotoperiodo 12/12 varían desde los 2.2 g hasta los 4.3 g (Cuadro 3); sin embargo, la frecuencia de pesos mayormente presentada va de los 2.8 a los 3.7 g, dentro del cual, el intervalo de 3.4 a 3.7 g representa la mayor proporción relativa, con el porcentaje de 28.3% presentada en la frecuencia de 13 ocasiones (Figura 28).

**Cuadro 3.** Pesos por individuo, así como la proporción relativa del total del tratamiento y el punto medio de cada clase (marca de clase) para el tratamiento 1, fotoperiodo 12/12 (Luz/Oscuridad).

Intervalo de peso por individuo (g)	No. de individuos	Proporción relativa	Porcentaje	Marca de clase ( $X_i$ )
2.2 – 2.5	3	$3/46 = 0.065$	6.5%	2.35
2.5 – 2.8	3	$3/46 = 0.065$	6.5%	2.65
2.8 – 3.1	11	$11/46 = 0.239$	23.9%	2.95
3.1 – 3.4	10	$10/46 = 0.217$	21.7%	3.25
<b>3.4 – 3.7</b>	<b>13</b>	<b><math>13/46 = 0.283</math></b>	<b>28.3%</b>	<b>3.55</b>
3.7 – 4.0	3	$3/46 = 0.065$	6.5%	3.85
4.0 – 4.3	3	$3/46 = 0.065$	6.5%	4.15

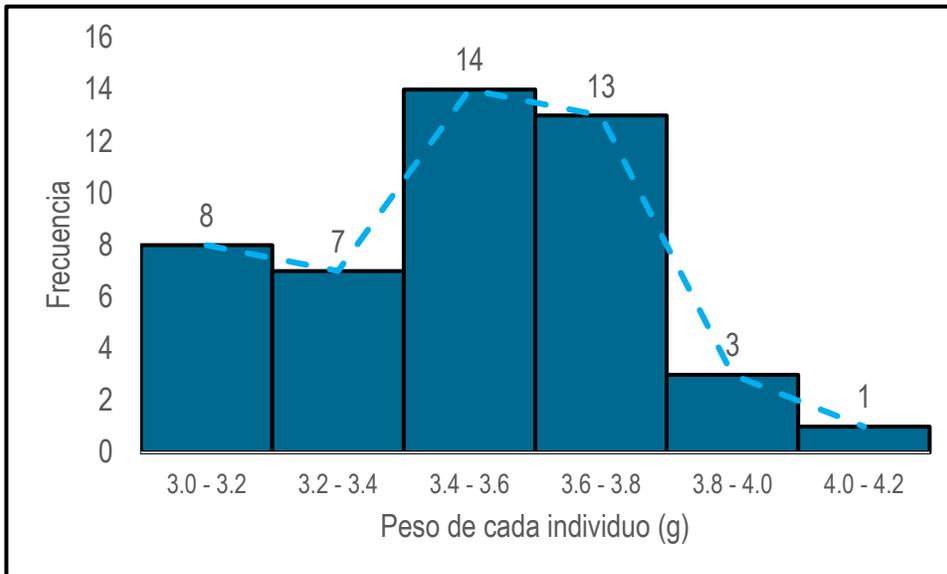


**Figura 28.** Histograma de frecuencia de peso en tratamiento 1 (fotoperiodo 12/12 Luz/Oscuridad).

El cuadro 4 muestra que los pesos observados en el tratamiento 2 de fotoperiodo 16/8 varían desde los 3.0 a los 4.4 g. Se aprecia que la tendencia central se presenta a partir de 3.4 a 3.8 g, dentro del cual, el rango de 3.4 a 3.6 g representa la mayor proporción relativa, con porcentaje de 30.4% presentada en una frecuencia de 14 ocasiones (Figura 29).

**Cuadro 4.** Pesos por individuo, así como la proporción relativa del total del tratamiento y el punto medio de cada clase (marca de clase) para el tratamiento 2, fotoperiodo 16/8 (Luz/Oscuridad).

Intervalo de peso por individuo (g)	No. de individuos	Proporción relativa	Porcentaje	Marca de clase ( $X_1$ )
3.0 - 3.2	8	$8/46 = 0.174$	17.4%	3.1
3.2 - 3.4	7	$7/46 = 0.152$	15.2%	3.3
<b>3.4 - 3.6</b>	<b>14</b>	<b><math>14/46 = 0.304</math></b>	<b>30.4%</b>	<b>3.5</b>
3.6 - 3.8	13	$13/46 = 0.283$	28.3%	3.7
3.8 - 4.0	3	$3/46 = 0.065$	6.5%	3.9
4.0 - 4.2	1	$1/46 = 0.021$	2.1%	4.1
4.2 - 4.4	0	$0/46 = 0$	0%	4.3

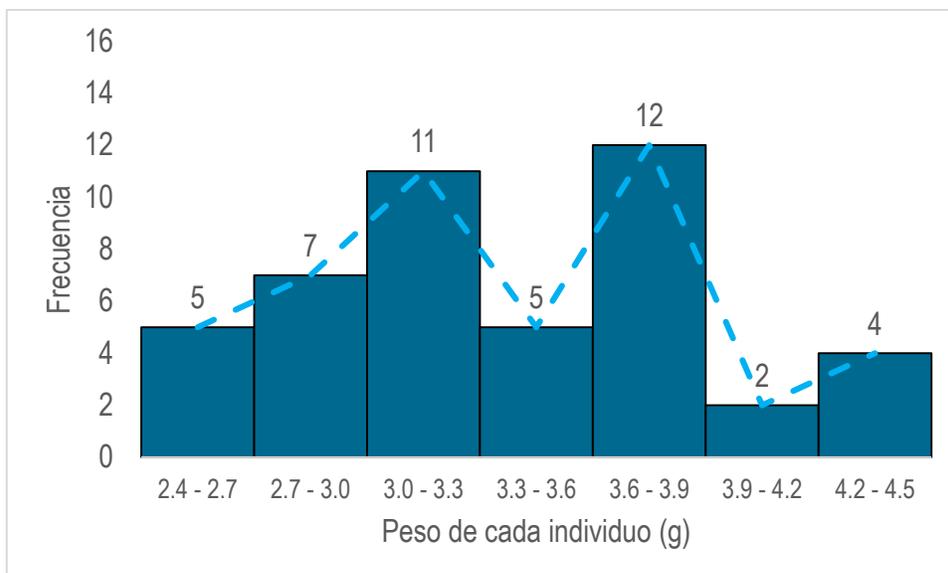


**Figura 29.** Histograma de frecuencia de peso en tratamiento 2 (fotoperiodo 16/8 Luz/Oscuridad).

Por su parte, el cuadro 5 muestra que los pesos observados en el tratamiento 3, de fotoperiodo 8/16, varían desde los 2.4 a los 4.5 g. Se aprecia que la tendencia central se presenta en el rango de 3.6 a 3.9 g, donde se representa la mayor proporción relativa, con un porcentaje de 26.1% presentada en frecuencia de 12 ocasiones (Figura 30).

**Cuadro 5.** Pesos por individuo, así como la proporción relativa del total del tratamiento y el punto medio de cada clase (marca de clase) para el tratamiento 3, fotoperiodo 8/16 (Luz/Oscuridad).

Intervalo de peso por individuo (g)	No. de individuos	Proporción relativa	Porcentaje	Marca de clase ( $X_i$ )
2.4 - 2.7	5	$5/46 = 0.109$	10.9%	2.55
2.7 - 3.0	7	$7/46 = 0.152$	15.2%	2.85
3.0 - 3.3	11	$11/46 = 0.239$	23.9%	3.15
3.3 - 3.6	5	$5/46 = 0.109$	10.9%	3.45
<b>3.6 - 3.9</b>	<b>12</b>	<b><math>12/46 = 0.261</math></b>	<b>26.1%</b>	<b>3.75</b>
3.9 - 4.2	2	$2/46 = 0.043$	4.3%	4.05
4.2 - 4.5	4	$4/46 = 0.087$	8.7%	4.35



**Figura 30.** Histograma de frecuencia de peso en tratamiento 3 (fotoperiodo 8/16 Luz/Oscuridad).

Si se observan los tres tratamientos, se encuentra que los pesos con mayor frecuencia oscilan entre los 3.4 a los 3.9 g.

### 9.3.1. Pruebas estadísticas

Posteriormente, se realizó la prueba de Levene para encontrar si las varianzas en los grupos difieren o no, bajo los siguientes supuestos:

$H_0$ : Las varianzas en los grupos son iguales.

$H_a$ : Al menos una varianza de los grupos es diferente.

En el que se encuentra que  $F_{(2,33)} = 5.8843$ ,  $p = 0.0065$ , lo que indica que se rechaza  $H_0$  y al menos una varianza de los grupos es diferente.

Después, se realizó la prueba estadística de ANOVA de Welch para comparar el efecto del número de horas de luz/oscuridad en el peso del Pez Gourami enano (*Colisa lalia*), con los siguientes supuestos:

$H_0$  : El promedio de peso en los tres grupos es igual, con un 95% de confiabilidad.

H<sub>a</sub>: En al menos un grupo, el promedio de peso es distinto, con un 95% de confiabilidad.

En el resultado  $F_{(2, 19.754)} = 9.9992$ ,  $p = 0.0010$ , se encuentra el valor de  $p < 0.05$ , por lo que se rechaza H<sub>0</sub>, lo cual indica que en al menos un grupo, el promedio de peso es distinto.

Al agrupar información utilizando el método de Games-Howell, con una confianza del 95%, se obtuvo:

**Cuadro 6.** Agrupación por Games-Howell.

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
1 (12/12)	12	3.2382	B	
2 (16/8)	12	3.4333	A	
3 (8/16)	12	3.2917	A	B

Se observa que las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, en este caso el tratamiento 1 del tratamiento 2. Al realizar pruebas simultáneas de Games-Howell para diferencias de las medias, se encontró la siguiente cuadro:

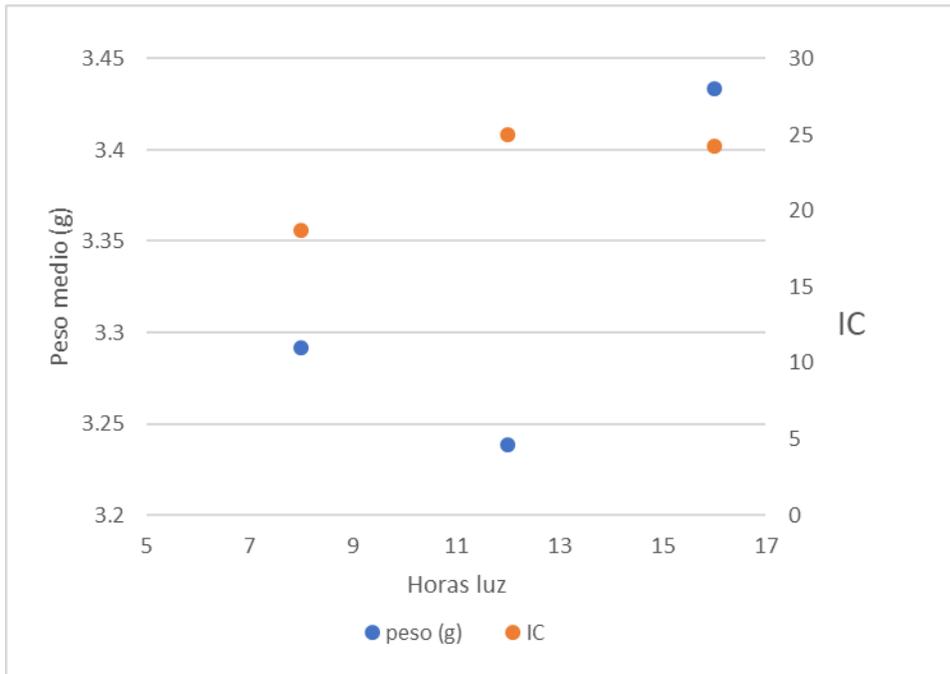
**Cuadro 7.** Pruebas simultáneas por Games-Howell.

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Error estándar de diferencia	Intervalo de		Valor T	Valor p ajustado
			Confianza de 95%			
2-1	0.1952	0.0446	(0.0820, 0.3084)		4.38	0.001
3-1	0.0535	0.0740	(-0.1355, 0.2425)		0.72	0.754
3-2	-0.1417	0.0685	(-0.3209, 0.0376)		-2.07	0.132

Se encuentra el valor p ajustado en la comparación entre tratamientos, donde se observa que la diferencia entre los tratamientos 1 y 2 es estadísticamente significativa ( $p = 0.001 < 0.05$ ), lo cual indica que los pesos sí tienen variación

dependiendo si los organismos se encuentran expuestos a 12 horas de luz y 12 de oscuridad, respecto a los que se encuentran bajo 16 horas de luz y 8 de oscuridad.

Finalmente, en la figura 31 se puede observar más precisamente que peso e IC tienden relativamente a subir conforme las horas de luz aumentan.



**Figura 31.** Gráfico de comparación por número de horas de luz. Agradecimiento a M. en C. Liliana Itzé López Olmedo.

## 10. Discusión

### 10.1 Supervivencia

La distribución de *Colisa lalia* es principalmente cerca del Ecuador, en los países India, Bangladesh, Pakistán y Nepal, pero también se tiene documentada su presencia en otros países como Colombia y Estados Unidos (Welcomme, 1988). Su representación en el ámbito del manejo de acuarios alrededor del mundo lo denota como un pez fácil de mantener y resistente a un amplio rango de condiciones ambientales. Su ambiente natural se caracteriza por aguas con alta presencia de vegetación, debido a que es un animal que gusta de esconderse (Froese, 2014) y

construye sus nidos entre la misma vegetación. De acuerdo a Sahu (2017), su alimentación no presenta mayor inconveniente, es omnívoro.

Al utilizar Colisas, Baron *et al.* (2008) no reportan problemas en cuanto a la supervivencia de los organismos que utilizaron en su proyecto acerca del efecto de la dieta pigmentada en la coloración de Colisa. De igual manera, Awasthi *et al.* (2014) tampoco tuvieron problemas con el mantenimiento de este organismo.

En cuanto al manejo de Colisa en diferentes fotoperiodos, no se tiene registro de proyectos de ese tema. La luz es factor ambiental muy importante, cuyos componentes son su calidad, mediante el espectro de luz, su intensidad y su periodicidad. Cualquier medio posee estos componentes, cada uno a mayor o menor escala. Los peces distribuyen sus actividades a lo largo del día, por lo cual, podemos encontrar animales diurnos o nocturnos. El ritmo de dichas actividades se sincroniza al ciclo de luz-oscuridad, por lo que es de vital importancia controlar estas condiciones en cautiverio. Se resalta el valor del fotoperiodo, debido a que influye principalmente en la visualización del alimento y el uso de energía derivada de esto, lo cual es clave para que el organismo pueda tener mayor esperanza de vida. La combinación de fotoperiodo e intensidad de luz es crucial. Aquel organismo que se someta al ambiente con alta intensidad de luz y carente de escondites, se encontrará más visible ante los depredadores potenciales, lo que derivará en mayor estrés. De acuerdo a Sopinka *et al.* (2016) el organismo que presente altos niveles de estrés, reducirá cuantiosamente su esperanza de supervivencia.

El registro de la influencia del fotoperiodo se ha observado en otros organismos. Piaia *et al.* (1999) realizaron un proyecto con alevines de pez gato expuestos a diferentes fotoperiodos. Reportaron que no tuvieron mortalidad a lo largo del experimento. Dugé *et al.* (2004) obtuvieron como resultado que el fotoperiodo influye en la supervivencia del surubí (*Pseudoplatysoma fasciatum*), al ser la oscuridad total la que dio los mejores resultados en su experimento. De igual manera y de acuerdo a Aragón-Flores (2014), se plantea que los periodos donde prevalece la luz (como

el 16/8 ó 24/0 de L:O) tienen influencia directa positiva en el crecimiento y supervivencia de larvas de peces como el pargo rojo, barramundi, trucha, dorada, dorada del pacífico o el fletán del atlántico (Barlow *et al.*, 1995; Simensen *et al.*, 2000; Fielder *et al.*, 2002; Puvanendran *et al.*, 2002; Ergun *et al.*, 2003; Ginés *et al.*, 2004; Biswas *et al.*, 2005).

En el presente trabajo se presentó mortalidad en todos los tratamientos. En las figuras 7 a 9, se observa que en el tratamiento 1 el número de muertes fue de 7, mientras que en el tratamiento 2 fue de 5 y en el tratamiento 3 fue de 6. Después de realizar las pruebas estadísticas se encontró en la prueba de Log-Rank con una  $X^2_{(2)} = 1.7858$ ,  $p = 0.4095$  que no hay diferencias notables en la supervivencia de los organismos de los tres tratamientos, enfatizando que el momento en que se dieron las muertes fue a lo largo del experimento. Pero la tendencia indica que el tratamiento 2 de fotoperiodo 16/8 presenta menor mortandad.

Los animales que se utilizan en los experimentos pueden presentar mortalidad derivada de alguna enfermedad, principalmente mediante infección. János *et al.*, (2011) realizaron un estudio para evaluar la supervivencia del Gourami enano a enfermedades frecuentes. Estos autores encontraron infección por bacterias (septicaemia), además de presencia de *Aeromonas hydrophila*, *Tetrahymena piriformis* y *Ichthyophthirius multifiliis* todas ellas con evidencias o rastros en la piel, tales como dermatitis, úlceras y puntos blancos (o de otro color) a lo largo del cuerpo. Otra infección evidente en piel es la estudiada por Hatai *et al.*, (1994), la cual presenta signos (puntos y/o lesiones) en el abdomen del pez y es causada por hongos del género *Aphanomyces*. Si bien en el presente trabajo no se analizaron los cuerpos de los individuos muertos, no se encontraron rastros visibles en su piel que sugirieran alguna infección como las ya mencionadas.

Como ya se mencionó, a pesar de que el tratamiento 2, donde se presenta mayor cantidad de horas de luz, tiene menor número de decesos, la estadística denota que los resultados no son suficientes para proponerlo como la condición más óptima

para crianza de peces. Dado que la temperatura y aireación estuvieron controladas a lo largo del experimento, no se puede referir que estas son las causantes de muerte al no tener evidencia. De igual manera, la alimentación se dio de la misma manera para todos los peces, alternada entre comida en hojuela y alimento vivo, por lo que tampoco se muestra como evidencia de muerte. Lo más probable podría ser que los individuos presentaran alguna afección originada del centro de producción y crianza, lo cual no se pudo controlar en el presente trabajo, debido a que las granjas de procedencia fueron diferentes. Para futuros tratamientos se recomienda controlar esta última variable, a medida de lo posible, para realizar un estudio más detallado.

## 10.2 Coloración

Como ya se mencionó, la coloración de Colisa se torna principalmente en los anaranjados, amarillos y azules. En el proceso de reproducción, los individuos macho más coloridos comúnmente son los elegidos por las hembras (Pollak y Thompson, 1982), por lo que se propondría que la mayoría de los peces del presente proyecto deberían mostrar coloraciones llamativas. Para iniciar, se observan las medias de la muestra A, línea lateral y aleatoria del tratamiento 1, las cuales son 36.3313 (Figura 11) y 21.6604 (Figura 12). De acuerdo a Vignoni *et al.*, (2006), estos valores indican coloraciones entre naranja intenso a rojo profundo. Estas coloraciones corresponden a una de las descritas por Pandey y Shukla (2007), propiamente a la variedad de “puesta de sol”. Las medias de la línea lateral y aleatoria para la muestra B de este tratamiento son 27.8911 (Figura 13) y 12.6880 (Figura 14). Esta última medición se da por el dato extremo de -200, lo que induce que se contemple a la media dentro del rango amarillo pálido al naranja intenso.

En el caso del tratamiento 2, las medias de la muestra A, línea lateral y aleatoria son 30.4433 (Figura 15) y 22.3617 (Figura 16), mientras que las medias correspondientes a la muestra B de esas mismas zonas es de 25.0450 (Figura 17) y 19.2137 (Figura 18). Según Vignoni *et al.* (2006), tres de estas mediciones se

encuentran entre el naranja intenso y rojo profundo, mientras que la medición B aleatoria se encuentra en el límite de amarillo pálido a naranja intenso.

Finalmente, para el tratamiento 3 se obtuvieron las medias de la muestra A, línea lateral y aleatoria de 23.3908 (Figura 19) y 16.5943 (Figura 20) respectivamente, mientras que para la muestra B de estas mismas zonas se obtuvieron medias de 19.5788 (figura 21) y 15.6442 (Figura 22). Siguiendo lo descrito por Vignoni *et al.* (2006), sólo una de estas mediciones corresponde al rango naranja intenso a rojo profundo, la cual sería la muestra A, línea lateral. El resto se encuentra entre amarillo pálido y naranja intenso, acercándose más a este último.

De manera general, se observa que, en los tres tratamientos, el mayor índice de color (IC) se presenta en la línea lateral. Los promedios de **IC** de color de la línea lateral (Figura 23) son mayores a 22 (tratamiento 3), mientras que se observa que el tratamiento 1 presentó el promedio de **IC** mayor (aproximadamente 33). Para la zona aleatoria (Figura 24), se observan promedios menores para los tres tratamientos, donde se encuentra que el tratamiento 2 obtuvo el mayor **IC** (aproximadamente 21) y el menor correspondió a aproximadamente 15, del tratamiento 3. Con esto, se observa que la pigmentación en la línea lateral se pueden presentar de forma más intensa, esto en el caso del tratamiento control (1).

Al realizar la prueba estadística ANOVA de Welch, se obtuvo  $F_{(2, 19.574)} = 28.0207$ ,  $p = < 0.0001$ , lo que indica que, en al menos un tratamiento, el promedio de **IC** es distinto. Con la prueba de Games-Howell se encontró que el tratamiento 3 difiere significativamente de los otros dos, lo que indica que las coloraciones obtenidas son diferentes. Esto sugiere que a menor horas de luz, la coloración es menos intensa, tanto a lo largo del cuerpo del pez como específicamente en la línea lateral.

La línea lateral es el conjunto de órganos sensitivos que sirve para que el organismo en cuestión se ubique en el agua, y otras estructuras que mediante cambios de presión o pequeñas descargas eléctricas generadas por el movimiento. Se

compone principalmente del tipo de mecanoreceptores llamado neuromastos (Zug, 2018). En Melchorita (2000) se menciona que en este órgano se pueden presentar puntos muy pigmentados respecto al resto del cuerpo, además de poseer escamas especiales. De esta zona se secreta el mucus de la piel que rodea al pez. Este mucus tiene una función protectora para los peces, pues los aísla de agentes patógenos o elementos que puedan dañar su epitelio. La línea lateral desempeña papel importante en el comportamiento del pez, le permite orientarse en espacios con poca iluminación (Kasumyan 2003). De acuerdo a las observaciones de Talwar y Jhingran (2001) y Rahman (2005), *Colisa lalia* presenta bandas cercanas a la línea lateral de coloraciones anaranjo-rojizas.

La coloración de los peces se encuentra principalmente en el tipo de células llamadas cromatóforos y es dada por tres pigmentos, eritrina (rojo), melanina (negro) y xantina (amarillo) y, a su vez, la conforman otras zonas reflejantes llamadas iridocitos.

De acuerdo a Hemdal (2006), el ambiente es factor crucial para la coloración en los peces. Organismos en medios de coloraciones oscuras, tienden a presentar pigmentos de tonos similares, lo que también ocurre en animales que se encuentren en medios de coloraciones claras. Esto es resultado de dos mecanismos de cambio, los fisiológicos y los morfológicos. El tipo fisiológico se debe a la agregación de pigmentos de organelos o a la dispersión dentro de los cromatóforos. Dentro de esto, los cambios de color son controlados por la noradrenalina y, de forma endocrina, por la hormona estimulante  $\alpha$ -melanocítica ( $\alpha$ -MSH) y la hormona concentrante de melanina (MCH). Logan *et al.*, (2006) encontraron que la MCH en la pituitaria induce la agregación de pigmentos en ambientes con prevalencia de luz. Por su parte, la  $\alpha$ -MSH induce dispersión de pigmentos y sus niveles en sangre se aumentan en condiciones oscuras. En el caso de cambios morfológicos, estos se encuentran estimulados por apoptosis o proliferación de cromatóforos. Van der Salm *et al.*, (2005) explican que los peces pueden controlar sus cambios en color al aumentar o disminuir los melanóforos al ambientarse a condiciones de luz u

oscuridad. La tendencia presente de disminución de intensidad de color respecto a número de horas de luz podría indicar que los peces están presentando menor cantidad de melanóforos y así, ambientándose a un ambiente de mayor oscuridad. Otro factor importante se relaciona al comportamiento reproductivo del animal. Debido a la selección sexual, las hembras del pez tienden a preferir a los más coloridos. En esta ocasión, los peces no se encontraron en contacto con las hembras, por lo que quizá no tuvieron esa presión para generar colores más intensos.

### **10.3 Peso**

La evaluación del peso de un organismo a lo largo del experimento es importante, debido a que puede relacionarse con la salud del individuo. En guías de laboratorio se encuentra que el organismo debe de recibir alimento de calidad y en cantidades acordes a él, además de ser racionado en dosis óptimas (Casebolt *et al.*, 1998). Para los peces, se debe tomar en cuenta el comportamiento del individuo, principalmente si es tranquilo y de nado suave o si suele moverse a lo largo de su hábitat. Aunado a esto, se debe considerar si el pez gusta de cazar (alimentarse de organismos vivos) o prefiere el alimento de fácil acceso (aquel que caiga cercano a él y que sea alimento procesado). *Colisa lalia* en general no presenta dificultad a la hora de la alimentación, acepta varios tipos de alimento. En su ambiente natural se sustenta de larvas de mosquito u otros peces, así como de algas. En el presente trabajo la dieta se conformó por dos tipos de alimento, comida viva y procesada, lo que aumentó la variedad de nutrientes disponibles.

Elegir la frecuencia de alimentación es vital, debido a que esta puede influir en la calidad del agua, así como el crecimiento y desarrollo de los organismos. La alimentación de organismos acuáticos presenta varias ventajas importantes, estos individuos tienen estrecho vínculo con su ambiente y este, al ser acuático, facilita que el organismo, en la mayoría de las veces, pueda encontrar su alimento. En el caso del presente experimento, se eligió dar alimento dos veces al día, con periodos

determinados de alimentación con el fin de evitar la contaminación del agua por exceso de alimento, además de promover la ausencia de competencia por el recurso.

Al inicio del experimento, se tuvieron peces con peso de 3.0 g +/- 1.1 g. Se observó que, para el tratamiento 1, el rango de peso mayor fue de 3.4 a 3.7 g (Cuadro 3), mientras que en el tratamiento 2, fue de 3.4 a 3.6 g (Cuadro 4) y en el tratamiento 3 de 3.6 a 3.9 g (Cuadro 5). En general, se observa que en ningún tratamiento la media de peso fue menor a lo obtenido inicialmente. El tratamiento 3 fue el que presentó más cifras extremas con el total de 5 muestras de rango 2.4 a 2.7 g y 4 muestras de 4.2 a 4.5 g.

Al analizar estadísticamente los datos del párrafo anterior, se encontró que sus varianzas son diferentes, bajo la prueba de Levene. Después, con el resultado de  $F(2, 19.754) = 9.9992$ ,  $p = 0.0010$  en la ANOVA de Welch, se encontró que al menos un grupo tuvo promedio de peso distinto.

Finalmente, al aplicar el método de Games-Howell, se observó que el tratamiento 2 (16/8) difiere significativamente del tratamiento 1 (12/12), lo que indica que tener más horas de luz (16, respecto a 8 de oscuridad), puede resultar en un cambio que implique en aumento de peso en los individuos. Guiándose por lo reportado por Parma de Croux (1996), quien obtuvo mayor crecimiento en la oscuridad, el resultado del presente experimento indicaría que la mayor cantidad de horas de luz debería reflejar en pesos menores. Al analizar los Cuadros 3 y 4, se encuentra la tendencia que indica que los pesos del tratamiento 1 fueron mayores. Al comparar el tratamiento 1 y 3, así como el 2 y 3, no se encontraron diferencias significativas, a pesar de la diferencia entre los tratamientos (12/12 con rango de 3.4-3.7, 16/8 con rango de 3.4-3.6 y 8/16 con rango de 3.6-3.9).

En el presente proyecto se observó mayor incremento de peso en el fotoperiodo 16/8, en comparación al 12/12 y 8/16 y esto puede deberse a lo siguiente. Bajo

condiciones de laboratorio, Vallés y Estévez (2009) mencionan que, efectivamente, más horas de luz incide en mayor crecimiento. Esto principalmente porque la luz permite visualizar más fácil a las posibles presas, en el caso de peces carnívoros u omnívoros. Bœuf (2009) menciona que no sólo el crecimiento, sino también otros procesos como la bioquímica, procesos fisiológicos y el comportamiento también se encuentran de forma rítmica y sincronizados con la luz. Crovatto Veras *et al.* (2013), encontraron que las tilapias que se encontraron en periodos de luz mayores, “dirigían” su energía al mayor crecimiento de talla y mejor eficiencia de alimento.

Giannecchini *et al.* (2012) por su parte, usaron diferentes fotoperiodos para criar peces betta (*Betta splendens*) (24 (Luz): 0 (Oscuridad); 20L:4O; 16L:8O; 12L:12O y 8L:16O, entre los cuales no encontraron diferencias significativas en cuanto a crecimiento y peso, pero sí se encontraron diferencia notable de mayor crecimiento en las hembras, respecto a los machos. En el presente trabajo sólo se trabajó con machos. Finalmente, Aragón-Flores *et al.* (2014) no encontraron diferencias significativas respecto al crecimiento en cautiverio de la mojarra *Cichlasoma beanii*. Asimismo, se cuenta con el trabajo de Kiyono y Hirano (1981) que muestra que los peces juveniles no se ven influenciados por estar sometidos a mayor horas de luz dentro las 24 horas del día. Adewolu *et al.* (2008), encontraron que los peces *C. gariepinus* mantenidos en ausencia de luz mostraron mayor crecimiento, ingesta de alimento y supervivencia. Esta cantidad de estudios demuestra que todavía no se llega totalmente al consenso sobre si el fotoperiodo influye o no en el peso. Sin embargo, las tendencias indican que los fotoperiodos mayores en horas de luz favorecen la ganancia en talla y peso. Esto se debe a que los fotoperiodos manipulados, en los que la cantidad de luz es mayor, pueden activar cambios hormonales, como la actividad somatotrópica de la pituitaria. Esta actividad hormonal puede influir en el apetito y requerimientos energéticos del pez (Bjornsson *et al.*, 1989). Los cambios endocrinológicos tienen papel importante. Se sabe que en algunas especies, al incrementar el fotoperiodo se da el aumento de hormona de crecimiento (GH) y su factor de crecimiento (IGF-1) (Taylor y Migaud, 2009).

Se debe tener en cuenta que el fotoperiodo manipulado puede contribuir a mayor estrés en el organismo. Liu *et al.*, (2016) mencionan que las respuestas fisiológicas al estrés involucran el uso continuo de energía, lo cual puede reducir la tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia.

En el presente trabajo, las diferencias de peso entre los tratamientos es mínima, pero se da mayormente en los tratamientos con mayor cantidad de luz (12/12 y 16/8). Por su cercanía al ecuador, estos organismos habitan zonas de continua iluminación, por lo que el tamaño desarrollado debe de estar relacionado con los tratamientos de mayor iluminación.

Ningún pez fue sometido a técnicas invasivas. Para el peso y obtención de fotos para coloración, ningún organismo fue anestesiado, con el fin de evitar respuestas secundarias. Los acuarios se mantuvieron en condiciones óptimas.

## **11. Conclusiones**

La supervivencia de los peces de la especie *Colisa lalia* no se encontró relacionada con la cantidad de horas de luz.

Los peces que mostraron coloraciones de naranja intenso a rojo profundo en la línea lateral fueron los que se encontraron en fotoperiodo normal (control de 12/12), mientras que los peces que presentaron coloraciones de naranja intenso a rojo profundo en lugares aleatorios fueron los peces cuyo ambiente fue de mayor horas de luz (tratamiento 2, 16/8). De igual manera, a menor tiempo de luz (tratamiento 3 8/16) la coloración del pez es menos intensa.

Se encontró la posible relación entre el peso y la cantidad de horas de luz. Los tratamientos donde existió mayor proporción de horas de luz presentaron pesos relativamente mayores.

## 12. Perspectivas

Actualmente, los peces ornamentales forman parte de la industria comercial internacional principalmente dentro de la acuicultura (FAO, 2005). La preferencia por *Colisa lalia* se debe, así como en otros peces, a sus patrones llamativos de coloración. El poder generar un modelo para producir peces de colores llamativos se considera muy importante y este trabajo buscó la opción del fotoperiodo como variable importante en la influencia de la coloración, y así incrementar el atractivo por la especie. Se propone, tanto a los productores en granjas de peces como a los vendedores, mantener a *Colisa lalia* en fotoperiodos con mayor proporción de horas de luz para que así el pez desarrolle mayor atractivo.

Es importante subrayar lo mencionado por Sahu *et al.* (2018). El mercado de estos peces ha crecido a tal escala que los comerciantes han optado por recolectar organismos de su ambiente natural, lo cual está generando enorme presión en la especie, principalmente porque se están reduciendo las poblaciones del pez, lo cual a largo plazo podría derivar en riesgo de extinción en ciertas áreas. De modo que, la crianza de peces ornamentales dentro de granjas se está volviendo alternativa útil y urgente para mantener a las especies en vida libre.

Otro uso muy importante que se le ha dado a la especie se encuentra dentro del control y manejo de epidemias emergentes. De acuerdo a Bisen y Raghuvanshi (2013), la especie *Colisa lalia* es muy útil para controlar los vectores de malaria, siendo principalmente las larvas de mosquito de las que se alimenta. El estudiar a fondo los fotoperiodos para así desarrollar un modelo de crianza óptimo y fácil es vital, porque propiciaría el poder manejar al pez y así desarrollar métodos de control de plagas, vectores de epidemia o mantenimiento ecológico, por mencionar algunos.

Los resultados del presente trabajo pueden ser tomados como base para iniciar la crianza del pez de estudio bajo variables de luz mejor controladas. Se sugiere continuar analizando otras variables como temperatura, pH o dureza, con el fin de

encontrar las condiciones óptimas que den como resultado peces atractivos para el mercado.

## 13. Apéndices

### 13.1. Apéndice 1

Se muestran los resultados del análisis de Índice de color por cada tratamiento y pez:

#### Tratamiento 1. Pez 1

*L* denota la intensidad de color y brillo de la muestra, *a* indica la zona de variación entre el verde y el rojo del espectro y *b* la zona de variación entre el azul y el amarillo del espectro (Thompson, 1998). Los números en negritas representan al mayor y menor valor de IC, respectivamente en cada cuadro.

**Cuadro 8.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 1, fotoperiodo 12/12.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	1525 C	46	44	57	16.781
13-jun-2017	1525 C	45	46	57	17.934
27-jun-2017	1675 C	41	38	46	<b>20.148</b>
11-jul-2017	718 C	51	45	63	<b>14.006</b>
25-jul-2017	7584 C	46	42	49	18.634
11-ago-2017	1675 C	40	41	51	20.098
25-ago-2017	1525 C	49	52	60	17.687
8-sep-2017	173 C	41	52	54	23.487
22-sep-2017	1535 C	42	36	46	18.634
6-oct-2017	7592 C	48	38	43	18.411
20-oct-2017	1605 C	48	34	46	15.399

**Cuadro 9.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 1, fotoperiodo 12/12.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	153 C	53	36	61	11.135
13-jun-2017	159 C	58	39	58	11.593
27-jun-2017	159 C	51	41	60	13.399
11-jul-2017	1595 C	55	44	63	12.698
25-jul-2017	167 C	50	41	55	14.909
11-ago-2017	159 C	51	40	59	13.293
25-ago-2017	717 C	55	45	66	12.397
8-sep-2017	718 C	48	45	59	<b>15.890</b>
22-sep-2017	153 C	49	36	59	12.452
6-oct-2017	471 C	56	32	52	10.989
20-oct-2017	153 C	53	28	56	<b>9.434</b>

**Cuadro 10.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez 1, fotoperiodo 12/12.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7585 C	50	33	32	<b>20.625</b>
13-jun-2017	7618 C	55	37	38	17.703
27-jun-2017	1605 C	44	34	42	18.398
11-jul-2017	167 C	49	40	54	15.117
25-jul-2017	7586 C	44	33	37	20.270
11-ago-2017	7585 C	47	36	39	19.640
25-ago-2017	7583 C	55	37	49	13.729
8-sep-2017	1675 C	42	38	45	20.106
22-sep-2017	153 C	49	36	59	12.452
6-oct-2017	7585 C	51	30	36	16.340
20-oct-2017	7573 C	50	25	43	<b>11.628</b>

**Cuadro 11.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 1, fotoperiodo 12/12.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7576 C	59	31	46	11.422
13-jun-2017	7583 C	54	38	53	13.277
27-jun-2017	471 C	50	36	44	<b>16.364</b>
11-jul-2017	7583 C	53	38	52	13.788
25-jul-2017	154 C	47	27	49	11.724
11-ago-2017	159 C	54	38	57	12.346
25-ago-2017	7577 C	59	37	52	12.060
8-sep-2017	7585 C	53	34	41	15.647
22-sep-2017	723 C	53	29	48	11.399
6-oct-2017	7591 C	54	26	32	15.046
20-oct-2017	7574 C	52	20	36	<b>10.684</b>

### Tratamiento 1. Pez 2.

**Cuadro 12.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 2, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7599 C	37	52	50	28.108
13-jun-2017	173 C	50	55	59	<b>18.644</b>
27-jun-2017*	181 C	33	33	25	40.000
11-jul-2017*	7623 C	26	39	31	48.387
25-jul-2017*	188 C	25	33	19	69.474
11-ago-2017*	7523 C	52	38	16	45.673
25-ago-2017**	483 C	21	28	22	60.606
8-sep-2017**	490 C	25	25	13	76.923
22-sep-2017**	483 C	23	30	22	59.289
6-oct-2017**	490 C	23	24	14	74.534
20-oct-2017**	490 C	25	27	13	<b>83.077</b>
14-nov-2017**	7631 C	21	20	12	79.365

**Cuadro 13.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 2, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	1595 C	55	49	65	<b>13.706</b>
13-jun-2017	1575 C	62	51	65	12.655
27-jun-2017*	7600 C	38	36	42	22.556
11-jul-2017*	1675 C	43	42	44	22.199
25-jul-2017*	174 C	33	38	33	34.894
11-ago-2017*	694 C	62	30	7	69.124
25-ago-2017**	1685 C	32	30	30	31.250
8-sep-2017**	7629 C	33	28	9	<b>94.276</b>
22-sep-2017**	181 C	31	34	24	45.699
6-oct-2017**	7629 C	30	26	17	50.980
20-oct-2017**	7600 C	39	32	26	31.558
14-nov-2017**	499 C	34	27	17	46.713

**Cuadro 14.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez 2, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	1675 C	43	44	44	23.256
13-jun-2017	158 C	61	44	63	<b>11.449</b>
27-jun-2017*	697 C	34	34	12	<b>83.333</b>
11-jul-2017*	7624 C	29	38	29	45.184
25-jul-2017*	498 C	30	19	10	63.333
11-ago-2017*	5025 C	74	13	6	29.279
25-ago-2017**	477 C	31	18	19	30.560
8-sep-2017**	7517 C	38	27	36	19.737
22-sep-2017**	7595 C	31	20	16	40.323
6-oct-2017**	483 C	27	23	17	50.109
20-oct-2017**	7617 C	28	13	6	77.381
14-nov-2017**	7631 C	27	18	11	60.606

**Cuadro 15.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 2, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7589 C	55	43	48	16.288
13-jun-2017	164 C	69	48	58	<b>11.994</b>
27-jun-2017*	7600 C	39	32	31	26.468
11-jul-2017*	7592 C	50	40	40	20.000
25-jul-2017*	7600 C	41	34	25	33.171
11-ago-2017*	503 C	81	13	7	22.928
25-ago-2017**	7531 C	44	8	15	12.121
8-sep-2017**	4705 C	44	22	18	27.778
22-sep-2017**	7616 C	39	11	6	47.009
6-oct-2017**	5195 C	32	19	-3	-197.916
20-oct-2017**	7518 C	36	17	10	<b>47.222</b>
14-nov-2017**	4705 C	41	19	13	35.647

### Tratamiento 1. Pez 3.

**Cuadro 16.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 3, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	484 C	26	44	37	<b>45.738</b>
13-jun-2017	7599 C	35	50	47	30.395
27-jun-2017	7599 C	36	52	49	29.478
11-jul-2017	7626 C	47	57	48	25.266
25-jul-2017	7599 C	40	50	45	27.778
11-ago-2017*	1685 C	34	34	32	31.250
25-ago-2017*	168 C	31	27	28	31.106
8-sep-2017*	7598 C	44	49	49	22.727
22-sep-2017*	167 C	45	43	53	<b>18.029</b>
6-oct-2017*	167 C	41	45	52	21.107
20-oct-2017*	1675 C	44	38	44	19.628
14-nov-2017*	1675 C	43	43	42	23.810

**Cuadro 17.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 3, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	173 C	42	56	56	23.810
13-jun-2017	173 C	43	56	55	23.679
27-jun-2017	173 C	44	58	58	22.727
11-jul-2017	7625 C	54	57	44	23.990
25-jul-2017	7619 C	45	47	34	<b>30.719</b>
11-ago-2017*	471 C	47	33	53	13.248
25-ago-2017*	7516 C	43	38	38	23.256
8-sep-2017*	153 C	51	37	58	12.508
22-sep-2017*	7565 C	60	34	61	9.290
6-oct-2017*	7571 C	60	23	57	<b>6.725</b>
20-oct-2017*	724 C	43	38	48	18.411
14-nov-2017*	159 C	52	38	59	12.386

**Cuadro 18.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez 3, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	173 C	42	56	56	23.810
13-jun-2017	1595 C	52	51	63	15.568
27-jun-2017	173 C	46	52	55	20.553
11-jul-2017	173 C	48	58	57	21.199
25-jul-2017	174 C	33	42	43	<b>29.598</b>
11-ago-2017*	7581 C	41	28	27	25.294
25-ago-2017*	7581 C	40	25	23	27.174
8-sep-2017*	7524 C	46	32	28	24.845
22-sep-2017*	4645 C	53	19	31	<b>11.564</b>
6-oct-2017*	7567 C	44	23	30	17.424
20-oct-2017*	7517 C	36	30	36	23.148
14-nov-2017*	7516 C	44	36	35	23.377

**Cuadro 19.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 3, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7580 C	50	45	46	19.565
13-jun-2017	7578 C	62	47	58	13.070
27-jun-2017	7579 C	54	52	56	17.196
11-jul-2017	173 C	50	53	60	17.667
25-jul-2017	1675 C	45	42	47	<b>19.858</b>
11-ago-2017*	1605 C	46	32	44	15.810
25-ago-2017*	730 C	47	17	41	8.822
8-sep-2017*	723 C	53	23	49	8.856
22-sep-2017*	722 C	64	26	49	8.291
6-oct-2017*	146 C	53	22	53	<b>7.832</b>
20-oct-2017*	7567 C	43	22	33	15.504
14-nov-2017*	723 C	53	29	52	10.522

#### Tratamiento 1. Pez 4.

**Cuadro 20.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 4, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III, \*\*\*Representa al pez IV

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7566 C	52	30	45	<b>12.821</b>
13-jun-2017*	1817 C	32	26	9	90.278
27-jun-2017*	4975 C	10	26	14	<b>185.714</b>
11-jul-2017**	1675 C	38	43	45	25.146
25-jul-2017**	174 C	32	41	44	29.119
11-ago-2017**	7526 C	32	37	38	30.428
25-ago-2017**	1675 C	41	41	48	20.833
8-sep-2017***	7580 C	53	44	37	22.438
22-sep-2017***	1675 C	43	45	43	24.337
6-oct-2017***	1675 C	40	45	48	23.438
20-oct-2017***	1675 C	39	43	44	25.058
14-nov-2017***	1675 C	44	44	41	24.390

**Cuadro 21.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 4, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III, \*\*\*Representa al pez IV

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7413 C	65	35	57	<b>9.447</b>
13-jun-2017*	7516 C	48	26	37	14.640
27-jun-2017*	7526 C	38	32	41	20.539
11-jul-2017**	718 C	52	47	62	14.578
25-jul-2017**	153 C	46	34	57	12.967
11-ago-2017**	167 C	46	38	55	15.020
25-ago-2017**	1525 C	48	51	59	18.008
8-sep-2017***	7578 C	62	45	47	15.443
22-sep-2017***	7584 C	50	37	44	16.818
6-oct-2017***	7584 C	49	40	47	17.369
20-oct-2017***	167 C	53	46	51	17.018
14-nov-2017***	7592 C	47	39	40	<b>20.745</b>

**Cuadro 22.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez 4, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III, \*\*\*Representa al pez IV

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	729 C	58	20	36	<b>9.578</b>
13-jun-2017*	7518 C	38	17	10	44.737
27-jun-2017*	490 C	25	25	11	<b>90.909</b>
11-jul-2017**	7526 C	36	34	39	24.217
25-jul-2017**	7517 C	34	30	37	23.847
11-ago-2017**	725 C	38	24	33	19.139
25-ago-2017**	7516 C	42	35	41	20.325
8-sep-2017***	7584 C	48	38	44	17.992
22-sep-2017***	7526 C	37	36	37	26.297
6-oct-2017***	7585 C	52	37	40	17.788
20-oct-2017***	7587 C	41	27	31	21.243
14-nov-2017***	1675 C	45	40	41	21.680

**Cuadro 23.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 4, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III, \*\*\*Representa al pez IV

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7576 C	63	28	40	11.111
13-jun-2017*	4715 C	47	18	13	<b>29.460</b>
27-jun-2017*	1605 C	43	32	43	17.307
11-jul-2017**	153 C	53	33	58	10.735
25-jul-2017**	1535 C	41	33	49	16.426
11-ago-2017**	167 C	42	41	52	18.773
25-ago-2017**	718 C	51	39	63	12.138
8-sep-2017***	7576 C	60	32	46	11.594
22-sep-2017***	1605 C	45	33	44	16.667
6-oct-2017***	7583 C	54	37	49	13.983
20-oct-2017***	7585 C	51	36	39	18.100
14-nov-2017***	7574 C	49	19	38	<b>10.204</b>

## Tratamiento 2. Pez 1.

**Cuadro 24.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 1, fotoperiodo 16/8.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7626 C	41	58	54	26.197
13-jun-2017	485 C	44	64	55	26.446
27-jun-2017	7626 C	35	55	50	<b>31.429</b>
11-jul-2017	7597 C	43	62	53	27.205
25-jul-2017	485 C	45	65	60	24.074
11-ago-2017	7597 C	49	60	57	21.482
25-ago-2017	7626 C	39	57	53	27.576
8-sep-2017	1665 C	52	61	58	<b>20.225</b>
22-sep-2017	485 C	44	63	56	25.568
6-oct-2017	7626 C	47	56	42	28.369
20-oct-2017	173 C	45	52	53	21.803

**Cuadro 25.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 1, fotoperiodo 16/8.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	1665 C	57	57	61	16.393
13-jun-2017	166 C	56	57	65	15.659
27-jun-2017	1665 C	49	54	61	18.066
11-jul-2017	7597 C	51	60	57	20.640
25-jul-2017	1665 C	52	62	61	19.546
11-ago-2017	166 C	55	53	65	<b>14.825</b>
25-ago-2017	173 C	47	56	56	21.277
8-sep-2017	7579 C	54	54	57	17.544
22-sep-2017	172 C	54	66	67	18.242
6-oct-2017	7597 C	51	57	51	<b>21.915</b>
20-oct-2017	1665 C	53	56	62	17.042

**Cuadro 26.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez 1, fotoperiodo 16/8.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	1535 C	40	32	43	<b>18.605</b>
13-jun-2017	485 C	50	68	60	22.667
27-jun-2017	7599 C	42	46	42	26.077
11-jul-2017	1675 C	38	43	43	26.316
25-jul-2017	1675 C	42	44	41	25.552
11-ago-2017	173 C	46	51	54	20.531
25-ago-2017	174 C	40	42	38	<b>27.632</b>
8-sep-2017	1675 C	42	47	49	22.838
22-sep-2017	7599 C	41	49	48	24.898
6-oct-2017	7598 C	47	51	46	23.589
20-oct-2017	7598 C	45	47	47	22.222

**Cuadro 27.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 1, fotoperiodo 16/8.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	167 C	51	46	50	18.039
13-jun-2017	1665 C	55	62	64	17.614
27-jun-2017	167 C	42	43	54	18.959
11-jul-2017	7626 C	43	53	49	<b>25.154</b>
25-jul-2017	173 C	49	53	53	20.408
11-ago-2017	159 C	52	46	58	<b>15.252</b>
25-ago-2017	7598 C	46	47	46	22.212
8-sep-2017	7583 C	53	41	50	15.472
22-sep-2017	173 C	46	51	51	21.739
6-oct-2017	7580 C	51	45	44	20.053
20-oct-2017	1605 C	48	36	43	17.442

## Tratamiento 2. Pez 6.

**Cuadro 28.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 2, fotoperiodo 16/8. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7599 C	36	52	45	32.099
13-jun-2017	484 C	32	49	44	34.801
27-jun-2017	484 C	27	48	40	44.444
11-jul-2017	484 C	29	48	42	39.409
25-jul-2017	7597 C	45	62	55	25.051
11-ago-2017	484 C	30	49	42	38.889
25-ago-2017	484 C	26	44	38	<b>44.534</b>
8-sep-2017	484 C	30	44	41	35.772
22-sep-2017*	7599 C	40	50	45	27.778
6-oct-2017*	174 C	31	43	41	33.832
20-oct-2017*	7598 C	45	50	51	<b>21.786</b>
14-nov-2017**	174 C	30	42	41	34.146

**Cuadro 29.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 2, fotoperiodo 16/8. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	173 C	44	54	55	22.314
13-jun-2017	7599 C	39	48	49	25.118
27-jun-2017	7526 C	28	40	41	34.843
11-jul-2017	7599 C	36	48	47	28.369
25-jul-2017	173 C	45	56	54	23.045
11-ago-2017	7626 C	39	53	52	26.134
25-ago-2017	484 C	29	45	42	<b>36.946</b>
8-sep-2017	7599 C	42	47	45	24.868
22-sep-2017*	7598 C	48	48	46	21.739
6-oct-2017*	1675 C	41	47	49	23.395
20-oct-2017*	7579 C	54	48	52	<b>17.094</b>
14-nov-2017**	7599 C	39	48	48	25.641

**Cuadro 30.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez 2, fotoperiodo 16/8. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	173 C	45	56	56	22.222
13-jun-2017	174 C	35	40	39	29.304
27-jun-2017	1685 C	32	38	33	<b>35.985</b>
11-jul-2017	7620 C	42	55	43	30.454
25-jul-2017	7597 C	50	59	51	23.137
11-ago-2017	484 C	35	47	38	35.338
25-ago-2017	174 C	39	43	40	27.564
8-sep-2017	7526 C	32	36	37	30.405
22-sep-2017*	1675 C	39	43	43	25.641
6-oct-2017*	7526 C	35	36	34	30.252
20-oct-2017*	1675 C	42	44	41	25.552
14-nov-2017**	718 C	48	47	58	<b>16.882</b>

**Cuadro 31.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 2, fotoperiodo 16/8. \*Representa al pez II, \*\*Representa al pez III.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	1675 C	44	38	41	21.064
13-jun-2017	1675 C	42	42	40	25.000
27-jun-2017	1675 C	41	46	44	<b>25.499</b>
11-jul-2017	1605 C	45	34	42	17.989
25-jul-2017	7583 C	55	39	50	<b>14.182</b>
11-ago-2017	7586 C	42	35	39	21.368
25-ago-2017	1535 C	41	33	48	16.768
8-sep-2017	7516 C	44	25	34	16.711
22-sep-2017*	7599 C	43	47	44	24.841
6-oct-2017*	1675 C	41	46	46	24.390
20-oct-2017*	167 C	52	46	50	17.692
14-nov-2017**	7579 C	55	47	52	16.434

## Tratamiento 2. Pez 7.

**Cuadro 32.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 3, fotoperiodo 16/8.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	484 C	37	49	41	32.301
13-jun-2017	7599 C	43	49	46	24.772
27-jun-2017	7599 C	33	51	47	32.882
11-jul-2017	174 C	31	43	41	33.832
25-jul-2017	7599 C	36	51	48	29.514
11-ago-2017	7599 C	36	49	43	31.654
25-ago-2017	484 C	31	51	44	<b>37.390</b>
8-sep-2017	7626 C	37	55	49	30.336
22-sep-2017	7597 C	45	57	52	24.359
6-oct-2017	7599 C	34	48	45	31.373
20-oct-2017	7626 C	40	57	53	26.887
14-nov-2017	7626 C	42	46	50	<b>21.905</b>

**Cuadro 33.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 3, fotoperiodo 16/8.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7599 C	40	47	40	<b>29.375</b>
13-jun-2017	167 C	48	49	53	19.261
27-jun-2017	7599 C	40	48	47	25.532
11-jul-2017	7526 C	36	37	38	27.047
25-jul-2017	7626 C	41	53	51	25.347
11-ago-2017	7599 C	41	50	44	27.716
25-ago-2017	180 C	46	55	41	29.162
8-sep-2017	1665 C	49	60	58	21.112
22-sep-2017	7579 C	59	53	51	<b>17.614</b>
6-oct-2017	7598 C	50	50	45	22.222
20-oct-2017	173 C	44	56	56	22.727
14-nov-2017	1665 C	53	62	62	18.868

**Cuadro 34.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez 3, fotoperiodo 16/8.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	1675 C	36	42	47	24.823
13-jun-2017	159 C	55	38	58	<b>11.912</b>
27-jun-2017	1675 C	40	40	51	19.608
11-jul-2017	1535 C	34	37	47	23.154
25-jul-2017	1675 C	33	46	46	30.303
11-ago-2017	7526 C	36	34	34	27.778
25-ago-2017	174 C	35	42	37	<b>32.432</b>
8-sep-2017	7599 C	39	52	48	27.778
22-sep-2017	7599 C	38	50	51	25.800
6-oct-2017	484 C	33	46	45	30.976
20-oct-2017	1675 C	37	40	43	25.141
14-nov-2017	7626 C	38	52	53	25.819

**Cuadro 35.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 3, fotoperiodo 16/8.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7522 C	49	28	24	23.810
13-jun-2017	159 C	54	42	56	13.889
27-jun-2017	7573 C	47	26	43	12.865
11-jul-2017	724 C	41	27	49	13.440
25-jul-2017	1675 C	42	39	46	20.186
11-ago-2017	7586 C	44	35	32	24.858
25-ago-2017	7599 C	42	53	47	<b>26.849</b>
8-sep-2017	471 C	50	36	50	14.400
22-sep-2017	7573 C	51	25	44	<b>11.141</b>
6-oct-2017	1675 C	42	38	46	19.669
20-oct-2017	7585 C	46	33	39	18.395
14-nov-2017	7584 C	52	42	48	16.827

## Tratamiento 2. Pez 8.

**Cuadro 36.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 4, fotoperiodo 16/8. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7599 C	43	49	48	<b>23.740</b>
13-jun-2017	173 C	43	57	53	25.011
27-jun-2017	484 C	32	43	32	<b>41.992</b>
11-jul-2017	484 C	37	48	40	32.432
25-jul-2017	7599 C	36	54	46	32.609
11-ago-2017	7599 C	44	50	38	29.904
25-ago-2017	174 C	28	41	36	40.675
8-sep-2017	7599 C	35	53	46	32.919
22-sep-2017*	174 C	28	41	40	36.607
6-oct-2017*	7599 C	39	52	49	27.211
20-oct-2017*	7599 C	35	49	46	30.435

**Cuadro 37.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 4, fotoperiodo 16/8. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7599 C	55	48	51	17.112
13-jun-2017	1525 C	48	53	60	18.403
27-jun-2017	1675 C	42	43	41	23.971
11-jul-2017	173 C	40	54	54	25.000
25-jul-2017	173 C	43	57	57	23.256
11-ago-2017	7598 C	49	47	47	20.408
25-ago-2017	1675 C	35	43	46	<b>26.708</b>
8-sep-2017	173 C	46	56	57	21.358
22-sep-2017*	7599 C	39	50	52	24.655
6-oct-2017*	7578 C	58	45	50	<b>15.517</b>
20-oct-2017*	167 C	45	48	52	20.513

**Cuadro 38.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez 4, fotoperiodo 16/8. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	470 C	47	32	41	<b>16.606</b>
13-jun-2017	1525 C	46	45	56	17.469
27-jun-2017	7587 C	42	27	34	18.908
11-jul-2017	167 C	44	46	50	20.909
25-jul-2017	1675 C	41	44	47	22.833
11-ago-2017	7584 C	50	42	45	18.667
25-ago-2017	7526 C	38	35	42	21.930
8-sep-2017	7599 C	36	48	47	28.369
22-sep-2017*	174 C	32	42	44	29.830
6-oct-2017*	174 C	38	41	41	26.316
20-oct-2017*	174 C	30	42	41	<b>34.146</b>

**Cuadro 39.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 4, fotoperiodo 16/8. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7584 C	52	40	46	16.722
13-jun-2017	718 C	51	43	63	<b>13.383</b>
27-jun-2017	7586 C	44	29	34	19.385
11-jul-2017	167 C	50	46	51	18.039
25-jul-2017	167 C	46	49	54	19.726
11-ago-2017	7580 C	50	43	44	19.545
25-ago-2017	7516 C	47	26	38	14.558
8-sep-2017	1535 C	41	38	49	18.915
22-sep-2017*	1675 C	43	47	50	21.860
6-oct-2017*	7598 C	42	49	50	23.333
20-oct-2017*	1675 C	39	44	41	<b>27.517</b>

### Tratamiento 3. Pez 9.

**Cuadro 40.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 1, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	166 C	53	55	65	<b>15.965</b>
13-jun-2017	1535 C	41	33	47	17.125
27-jun-2017	167 C	45	44	56	17.460
11-jul-2017	167 C	42	46	54	20.282
25-jul-2017	1675 C	44	41	48	19.413
11-ago-2017	1535 C	41	38	50	18.537
25-ago-2017*	167 C	45	49	54	20.165
8-sep-2017*	1675 C	41	40	43	22.689
22-sep-2017*	1675 C	38	47	49	<b>25.242</b>
6-oct-2017*	173 C	43	52	53	22.817
20-oct-2017*	7592 C	48	43	36	24.884
14-nov-2017*	7598 C	51	47	46	20.034

**Cuadro 41.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 1, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	716 C	64	41	71	<b>9.023</b>
13-jun-2017	471 C	48	35	56	13.021
27-jun-2017	718 C	51	45	60	14.706
11-jul-2017	1525 C	44	45	56	<b>18.263</b>
25-jul-2017	159 C	52	42	61	13.241
11-ago-2017	7583 C	55	42	52	14.685
25-ago-2017*	1595 C	56	46	60	13.690
8-sep-2017*	167 C	48	44	54	16.975
22-sep-2017*	167 C	50	46	54	17.037
6-oct-2017*	1525 C	49	53	61	17.732
20-oct-2017*	7583 C	52	41	49	16.091
14-nov-2017*	1595 C	57	48	60	14.035

**Cuadro 42.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	167 C	44	44	53	18.868
13-jun-2017	1605 C	44	34	44	17.562
27-jun-2017	7414 C	58	33	52	<b>10.942</b>
11-jul-2017	1605 C	45	34	43	17.571
25-jul-2017	7584 C	50	41	43	19.070
11-ago-2017	4725 C	59	11	17	10.967
25-ago-2017*	7526 C	36	38	43	24.548
8-sep-2017*	7601 C	37	29	26	<b>30.146</b>
22-sep-2017*	7526 C	33	31	41	22.912
6-oct-2017*	1675 C	40	41	43	23.837
20-oct-2017*	7524 C	44	34	28	27.597
14-nov-2017*	7585 C	52	33	36	17.628

**Cuadro 43.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 1, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	159 C	54	43	62	12.843
13-jun-2017	7414 C	55	28	57	8.931
27-jun-2017	722 C	64	27	45	9.375
11-jul-2017	167 C	46	38	55	15.020
25-jul-2017	7414 C	57	29	56	9.085
11-ago-2017	4665 C	70	9	23	<b>5.590</b>
25-ago-2017*	1595 C	56	46	60	13.690
8-sep-2017*	1605 C	43	34	43	18.388
22-sep-2017*	1535 C	42	33	45	17.460
6-oct-2017*	7584 C	50	40	45	17.778
20-oct-2017*	7522 C	52	29	28	<b>19.918</b>
14-nov-2017*	7576 C	59	36	44	13.867

### Tratamiento 3. Pez 10.

**Cuadro 44.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 2, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7626 C	46	54	49	23.957
13-jun-2017	7626 C	42	55	50	26.190
27-jun-2017	7626 C	46	56	44	27.668
11-jul-2017	7597 C	42	60	55	25.974
25-jul-2017	173 C	42	56	56	23.810
11-ago-2017*	7581 C	41	29	25	28.293
25-ago-2017*	7592 C	47	37	39	<b>20.185</b>
8-sep-2017*	7526 C	33	37	36	<b>31.145</b>
22-sep-2017*	7526 C	34	37	38	28.638
6-oct-2017*	1685 C	35	33	31	30.415
20-oct-2017*	1675 C	35	40	47	24.316

**Cuadro 45.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 2, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7597 C	55	60	54	20.202
13-jun-2017	173 C	50	58	57	20.351
27-jun-2017	173 C	44	54	54	<b>22.727</b>
11-jul-2017	173 C	47	60	58	22.010
25-jul-2017	1665 C	50	55	61	18.033
11-ago-2017*	7584 C	49	40	45	18.141
25-ago-2017*	471 C	51	33	46	<b>14.066</b>
8-sep-2017*	167 C	50	42	57	14.737
22-sep-2017*	718 C	49	48	57	17.186
6-oct-2017*	471 C	46	36	52	15.050
20-oct-2017*	1595 C	53	47	62	14.303

**Cuadro 46.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez 2, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	165 C	64	54	66	12.784
13-jun-2017	167 C	45	44	53	18.449
27-jun-2017	1525 C	49	50	59	17.295
11-jul-2017	7599 C	36	48	48	<b>27.778</b>
25-jul-2017	1675 C	40	47	52	22.596
11-ago-2017*	730 C	45	20	43	<b>10.336</b>
25-ago-2017*	7516 C	46	27	35	16.770
8-sep-2017*	7581 C	41	25	28	21.777
22-sep-2017*	1535 C	41	31	42	18.002
6-oct-2017*	7602 C	34	20	28	21.008
20-oct-2017*	7567 C	40	24	33	18.182

**Cuadro 47.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 2, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7578 C	63	49	51	15.251
13-jun-2017	7584 C	51	44	46	18.755
27-jun-2017	7583 C	53	43	49	16.558
11-jul-2017	7598 C	48	48	46	<b>21.739</b>
25-jul-2017	159 C	50	45	57	15.789
11-ago-2017*	7592 C	47	37	39	20.185
25-ago-2017*	1605 C	50	31	45	<b>13.778</b>
8-sep-2017*	160 C	45	30	45	14.815
22-sep-2017*	160 C	46	32	46	15.123
6-oct-2017*	1615 C	40	28	36	19.444
20-oct-2017*	160 C	46	34	50	14.783

### Tratamiento 3. Pez 11.

**Cuadro 48.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 3, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7579 C	55	55	53	<b>18.868</b>
13-jun-2017	1675 C	44	44	43	23.256
27-jun-2017	1675 C	40	47	47	25.000
11-jul-2017	1675 C	38	43	44	25.718
25-jul-2017	1525 C	41	50	54	22.584
11-ago-2017	174 C	40	43	40	26.875
25-ago-2017	174 C	36	42	37	<b>31.532</b>
8-sep-2017*	1675 C	43	43	43	23.256
22-sep-2017*	1675 C	41	48	51	22.956
6-oct-2017*	1675 C	36	47	49	26.644
20-oct-2017*	1675 C	45	43	47	20.331

**Cuadro 49.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 3, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7578 C	60	48	50	16.000
13-jun-2017	159 C	53	43	60	13.522
27-jun-2017	167 C	52	43	51	16.214
11-jul-2017	167 C	45	48	51	<b>20.915</b>
25-jul-2017	1525 C	47	54	61	18.835
11-ago-2017	7583 C	54	41	44	17.256
25-ago-2017	1675 C	44	39	44	20.145
8-sep-2017*	471 C	53	37	54	<b>12.928</b>
22-sep-2017*	1525 C	44	44	56	17.857
6-oct-2017*	1525 C	44	46	56	18.669
20-oct-2017*	7585 C	52	35	42	16.026

**Cuadro 50.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez 3, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7583 C	53	39	50	<b>14.717</b>
13-jun-2017	7584 C	51	39	46	16.624
27-jun-2017	7608 C	47	37	28	<b>28.116</b>
11-jul-2017	7592 C	49	42	34	25.210
25-jul-2017	7598 C	46	48	48	21.739
11-ago-2017	7586 C	45	36	32	25.000
25-ago-2017	7522 C	53	35	25	26.415
8-sep-2017*	1535 C	38	35	43	21.420
22-sep-2017*	1675 C	41	43	48	21.850
6-oct-2017*	1675 C	45	43	47	20.331
20-oct-2017*	1605 C	46	35	43	17.695

**Cuadro 51.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 3, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	7583 C	55	41	51	14.617
13-jun-2017	471 C	54	34	50	12.593
27-jun-2017	7585 C	52	33	37	17.152
11-jul-2017	7592 C	49	37	40	18.878
25-jul-2017	158 C	61	47	63	<b>12.230</b>
11-ago-2017	7522 C	48	30	26	24.038
25-ago-2017	7613 C	57	26	15	<b>30.409</b>
8-sep-2017*	167 C	44	36	55	14.876
22-sep-2017*	167 C	48	40	56	14.881
6-oct-2017*	159 C	52	42	59	13.690
20-oct-2017*	7585 C	53	33	36	17.296

### Tratamiento 3. Pez 12.

**Cuadro 52.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, línea lateral, pez 4, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	1665 C	49	54	61	18.066
13-jun-2017	1665 C	51	54	62	17.078
27-jun-2017	173 C	43	51	55	21.564
11-jul-2017	173 C	47	53	58	19.442
25-jul-2017	173 C	48	53	59	18.715
11-ago-2017	1525 C	41	49	54	22.132
25-ago-2017	718 C	50	47	60	<b>15.667</b>
8-sep-2017*	484 C	36	44	42	29.101
22-sep-2017*	7597 C	48	59	55	22.348
6-oct-2017*	7627 C	42	51	37	<b>32.819</b>
20-oct-2017*	173 C	44	56	57	22.329
14-nov-2017*	7598 C	46	49	49	21.739

**Cuadro 53.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra A, aleatoria, pez 4, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	166 C	53	52	65	15.094
13-jun-2017	166 C	57	53	68	<b>13.674</b>
27-jun-2017	1525 C	48	48	61	16.393
11-jul-2017	1525 C	50	52	61	17.049
25-jul-2017	718 C	51	47	62	14.864
11-ago-2017	159 C	52	48	57	16.194
25-ago-2017	1525 C	50	52	62	16.774
8-sep-2017*	167 C	50	44	52	16.923
22-sep-2017*	173 C	52	55	59	17.927
6-oct-2017*	173 C	51	55	55	<b>19.608</b>
20-oct-2017*	1665 C	51	54	63	16.807
14-nov-2017*	7579 C	54	50	56	16.534

**Cuadro 54.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, línea lateral, pez 4, fotoperiodo 12/12. \*Representa al pez II.

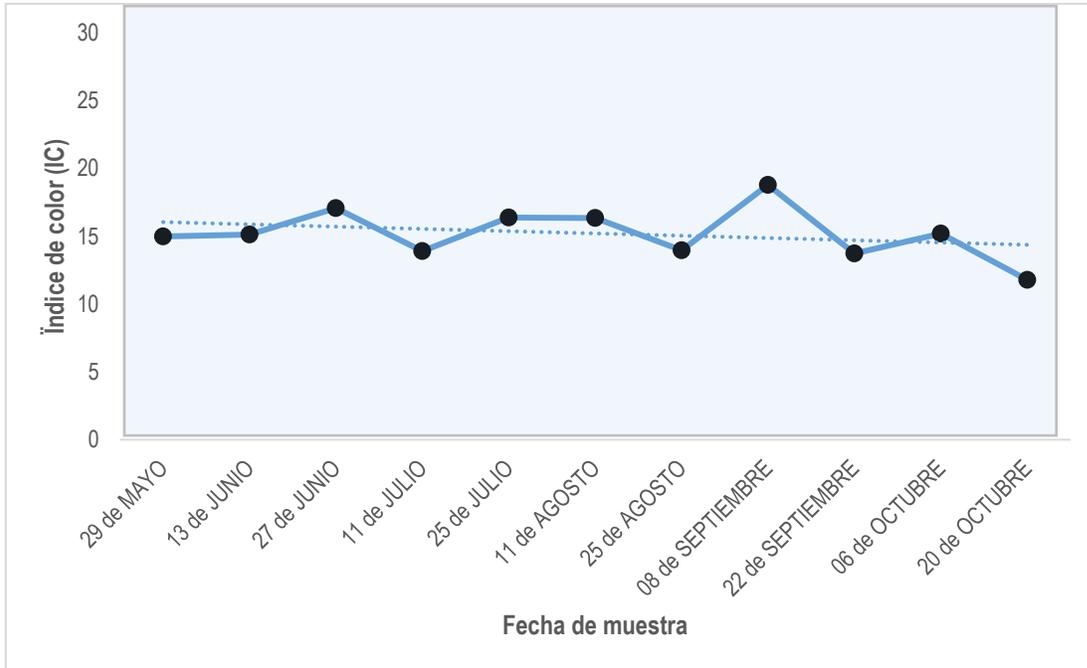
Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	1525 C	47	45	59	16.228
13-jun-2017	159 C	56	44	58	13.547
27-jun-2017	159 C	50	45	57	15.789
11-jul-2017	1595 C	54	46	64	13.310
25-jul-2017	471 C	53	37	54	<b>12.928</b>
11-ago-2017	167 C	47	46	56	17.477
25-ago-2017	167 C	45	42	53	17.610
8-sep-2017*	1675 C	35	43	45	<b>27.302</b>
22-sep-2017*	173 C	50	51	56	18.214
6-oct-2017*	7578 C	58	42	50	14.483
20-oct-2017*	173 C	43	51	53	22.378
14-nov-2017*	1675 C	42	41	40	24.405

**Cuadro 55.** Valores CIELAB para los patrones PANTONE® + Solid Coated, muestra B, aleatoria, pez 4, fotoperiodo 8/16. \*Representa al pez II.

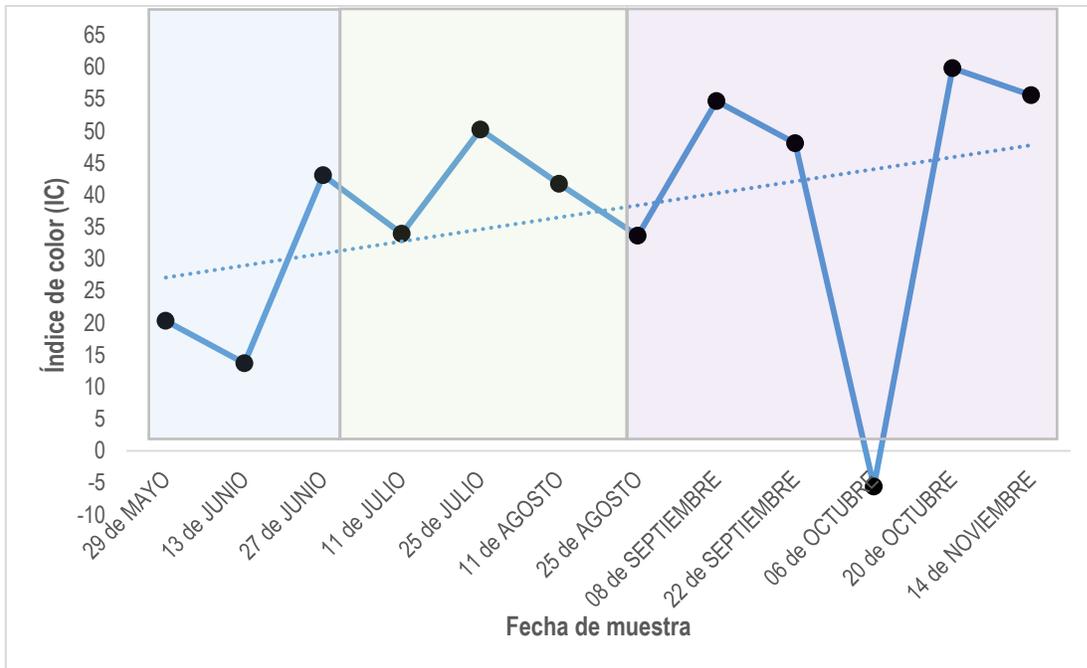
Fecha	PANTONE®	L	a	b	IC
29-may-2017	159 C	51	44	58	14.875
13-jun-2017	159 C	57	39	58	11.797
27-jun-2017	159 C	54	44	61	13.358
11-jul-2017	158 C	60	41	65	<b>10.513</b>
25-jul-2017	153 C	54	33	55	11.111
11-ago-2017	159 C	54	48	56	15.873
25-ago-2017	718 C	49	40	59	13.836
8-sep-2017*	167 C	46	46	54	<b>18.519</b>
22-sep-2017*	7579 C	56	49	54	16.204
6-oct-2017*	7618 C	62	33	35	15.207
20-oct-2017*	1525 C	49	53	60	18.027
14-nov-2017*	7580 C	54	42	42	<b>18.519</b>

### 13.2. Apéndice 2

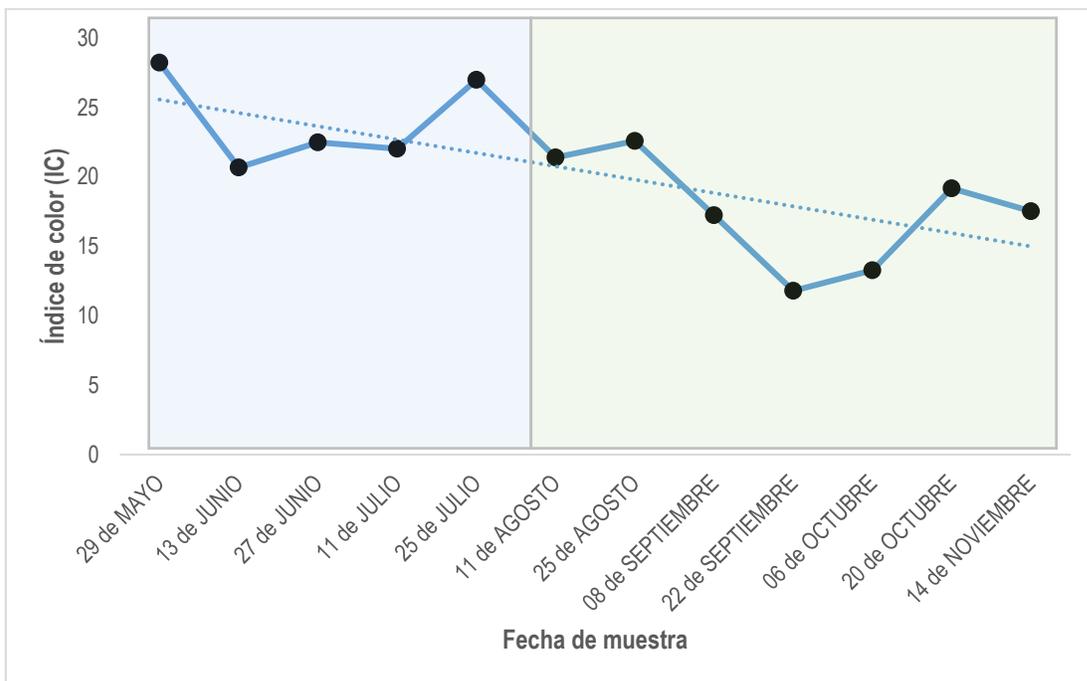
Se muestran las gráficas en las cuales se puede observar la tendencia del organismo a aumentar o disminuir su índice de color (color azul representa al pez original, color verde representa a primer reposición, color morado representa a segunda reposición, color amarillo representa a tercera reposición):



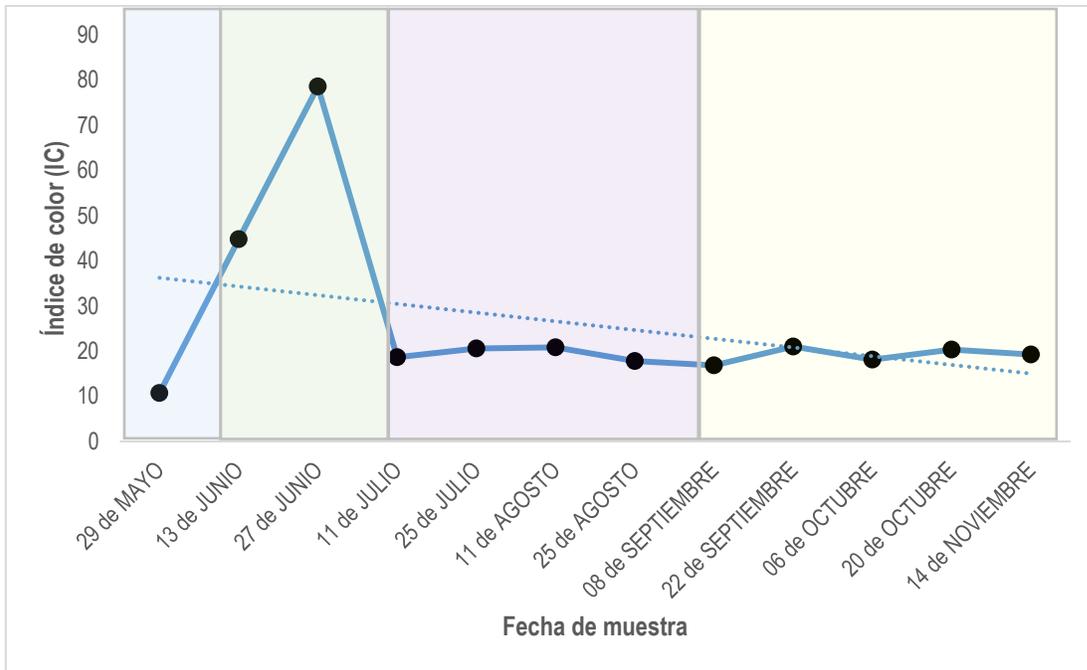
**Figura 32.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 1. \*Color azul representa a pez original.



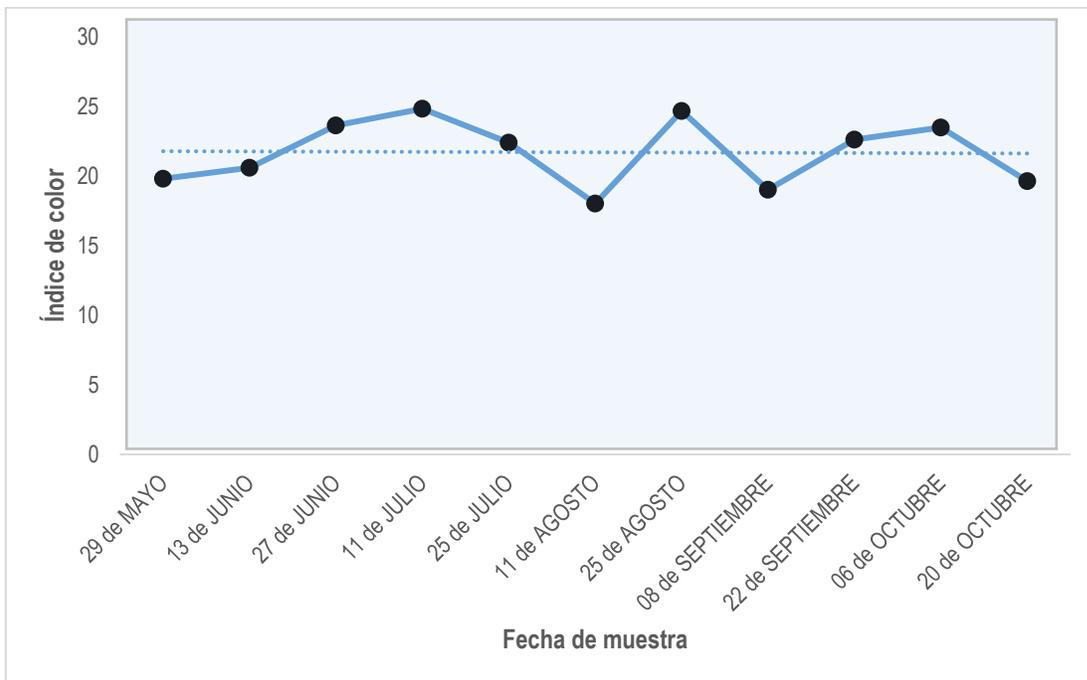
**Figura 33.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 2. \*Color azul representa a pez original, color verde representa a primer reposición, color morado representa a segunda reposición.



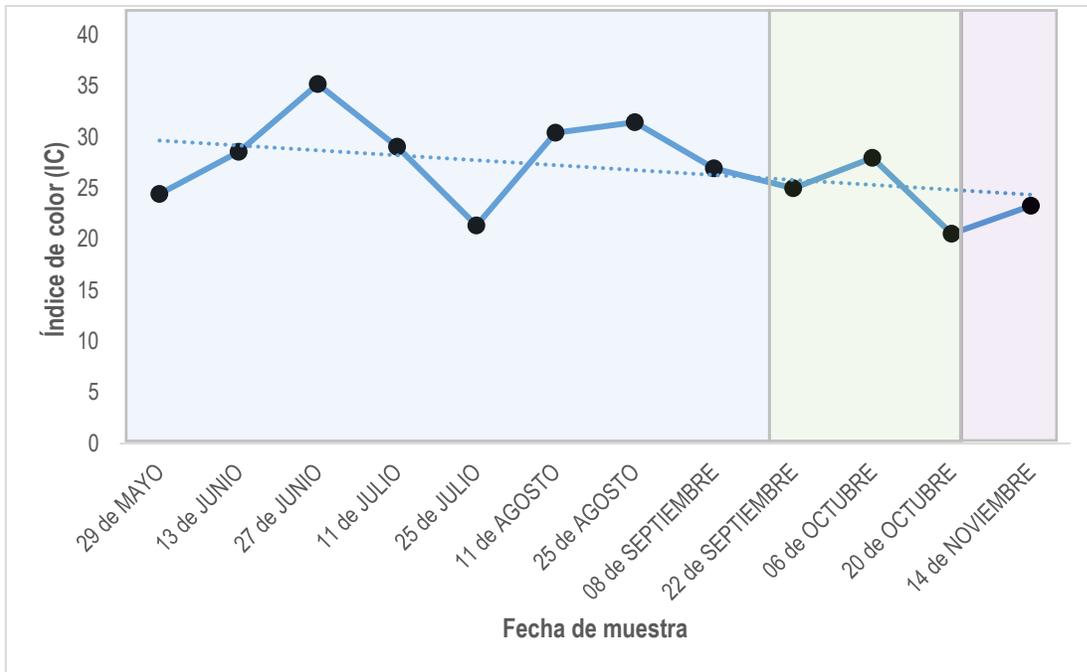
**Figura 34.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 3. \*Color azul representa a pez original, color verde representa a primer reposición.



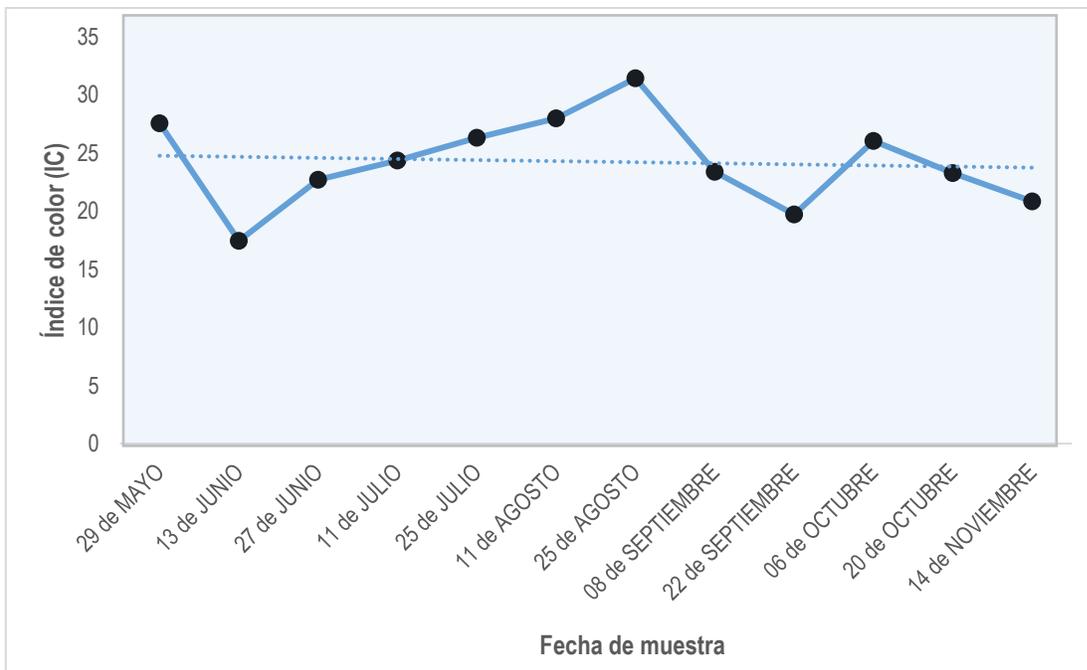
**Figura 35.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 4. \*Color azul representa a pez original, color verde representa a primer reposición, color morado representa a segunda reposición, color amarillo representa a tercera reposición.



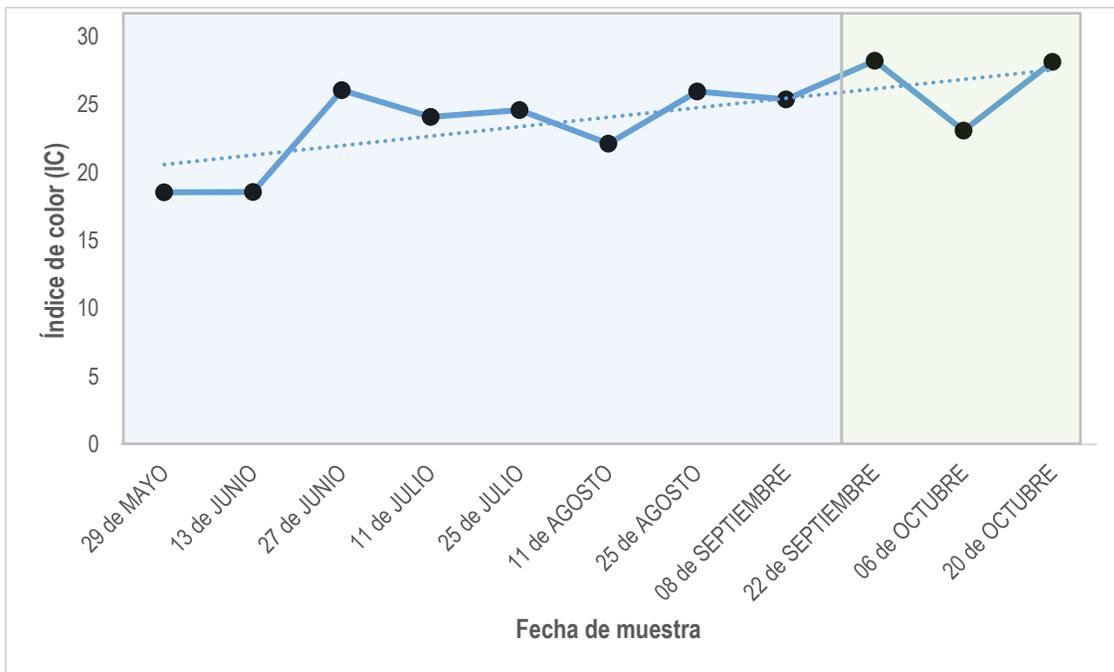
**Figura 36.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 5. \*Color azul representa a pez original.



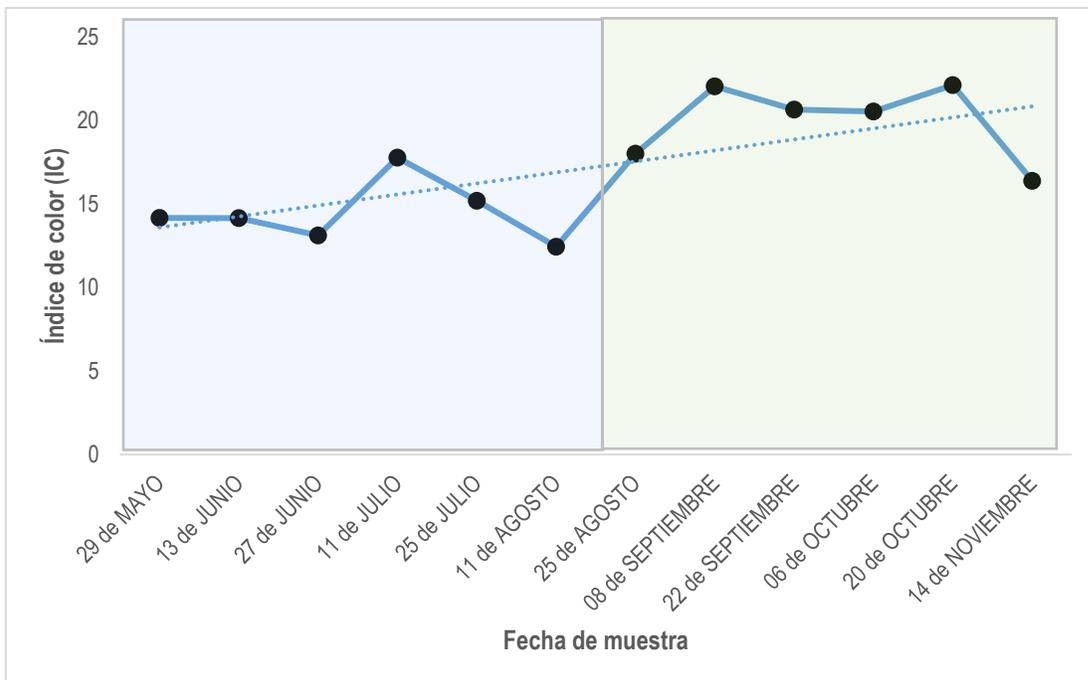
**Figura 37.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 6. \*Color azul representa a pez original, color verde representa a primer reposición, color morado representa a segunda reposición.



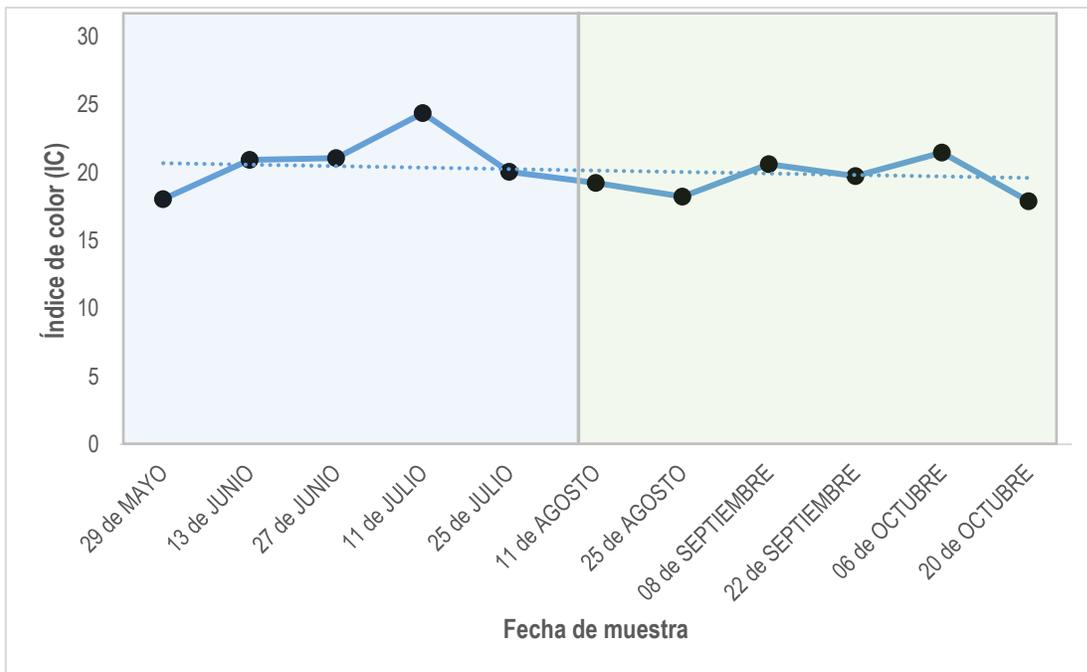
**Figura 38.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 7. \*Color azul representa a pez original.



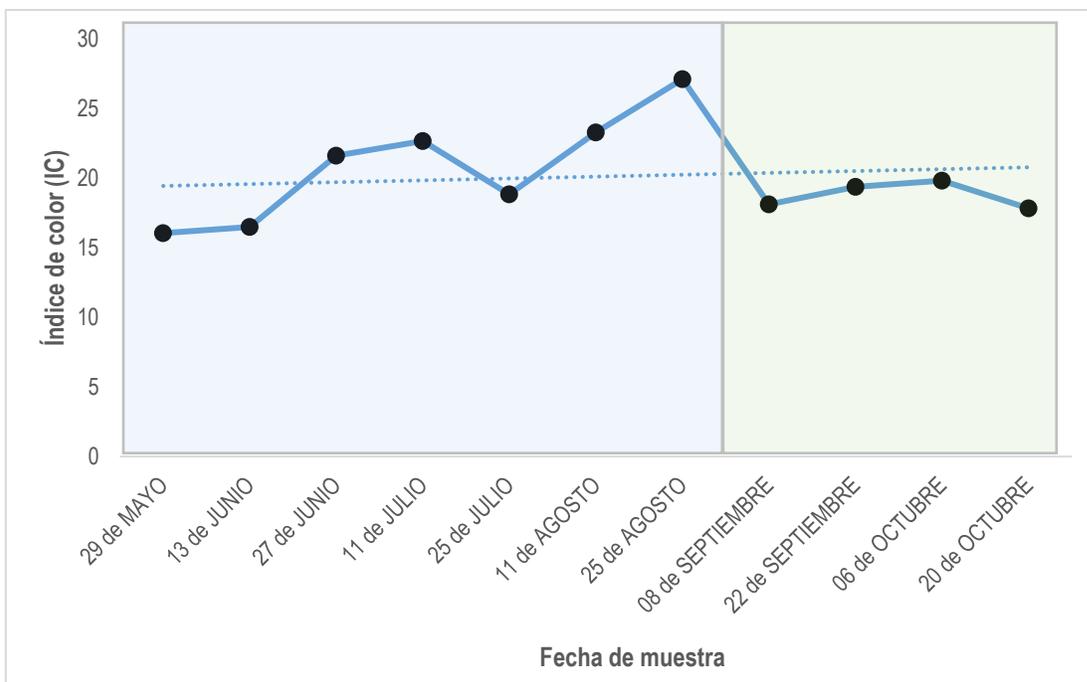
**Figura 39.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 8. \*Color azul representa a pez original, color verde representa a primer reposición.



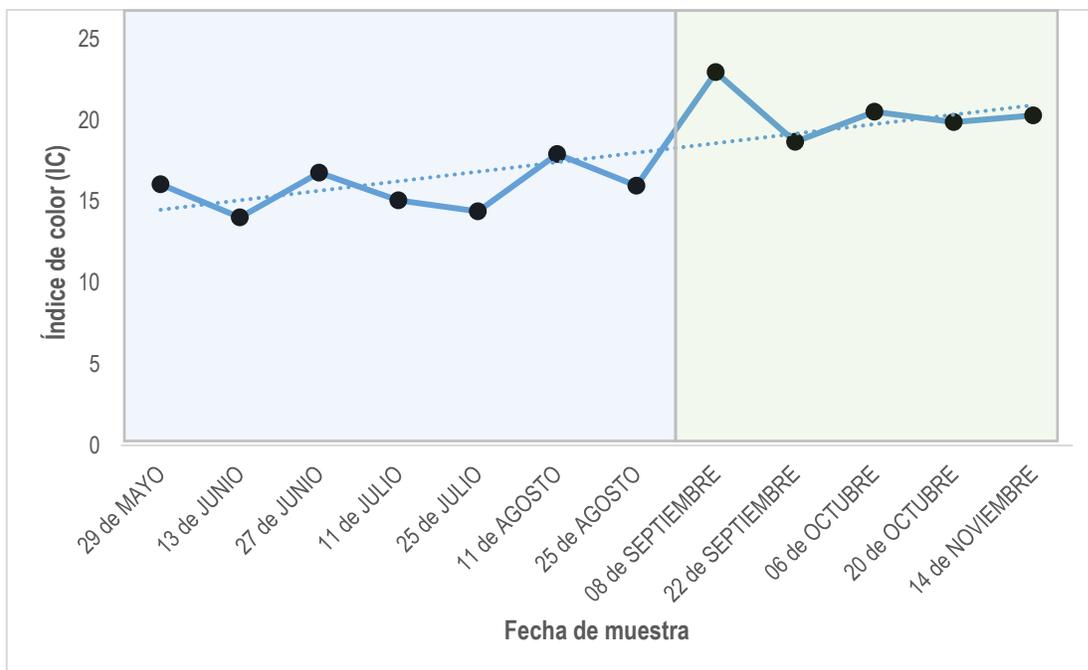
**Figura 40.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 9. \*Color azul representa a pez original, color verde representa a primer reposición.



**Figura 41.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 10. \*Color azul representa a pez original, color verde representa a primer reposición.



**Figura 42.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 11. \*Color azul representa a pez original, color verde representa a primer reposición.



**Figura 43.** Tendencia del Índice de color a lo largo del tiempo en el pez 12. \*Color azul representa a pez original, color verde representa a primer reposición.

## 14. Literatura citada

### A

1. Adewolu, M., Ogunsanmi, A. O. y Yunusa, A. 2008. Studies on growth performance and feed utilization of two Clariid catfish and their hybrid reared under different culture systems. *Eur J Sci Res.* 23: 252-260.
2. Almazán-Rueda, P., Van Helmont, A. T. M., Verreth, J. A. J. y Schrama, J. W. 2005. Photoperiod affects growth, behaviour and stress variables in *Clarias gariepinus*. *J Fish Biol.* 67: 1029-39.
3. Anderson, I., Prior, H., Rodwell, B. y Harris, G. 1993. Iridovirus-like virions in imported dwarf gourami (*Colisa lalia*) with systemic amoebiasis. *Aust Vet J.* 70: 66–67.
4. Appelbaum, S. y Kamler, E. 2000. Survival, growth, metabolism and behavior of

*Clarias gariepinus* (Burchell 1822) early stages under different light conditions. *Aquacult Eng.* 22: 169-287.

5. Aragón-Flores, E. A., Martínez-Cárdenas, L. y Valdez-Hernández, E. F. 2014. Efecto del fotoperiodo en peces de consumo cultivados en distintos tipos de sistemas experimentales. *Rev Bio Ciencias.* 3(1): 17-27.

6. Arenas Baéz, P. 2011. El fotoperiodo y su relación con la reproducción del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus miquihuanensis*) en el Altiplano Potosino. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias. Colegio de Postgraduados. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, Campus Montecillo. Estado de México. 44 p.

7. Arroyo, J. 2011. Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. *Trop Subtrop Agroecosyt.* 14(3): 829-845.

8. Aschoff, J. 1981. Biological rhythms. Nueva York. Plenum Press. IX + 645.

9. Awasthi, M., Kashyap, A. y Serajuddin, M. 2014. Effect of plant meal as a carotenoid source on the development of pigmentation in dwarf gourami, *Colisa lalia* (Hamilton, 1822). *P Natl A Sci India B.* 84 (4): 1031 – 1034.

## **B**

10. Bailey, M. y Burgess, P. 1999. Tropical Fishlopaedia: A complete Guide to Fish Care. Ringpress books. 352 p.

11. Bairwa, M. K., Saharan, N., Rawat, K. D., Jakhar, J. K. y Bera, A. 2013. Photoperiod, melatonin and its importance in fish reproduction. *Cent Eur J Exp Biol.* 2 (4): 7-15.

12. Barlow, C. G., Pearce, M. G., Rodgers, L. J. y Clayton, P. 1995. Effects of photoperiod on growth, survival and feeding periodicity of larval and juvenile barramundi *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture*. 138: 159-168.
13. Baron, M., Davies, S., Alexander, L., Snellgrove, D. y Sloman, K. 2008. The effect of dietary pigments on the coloration and behaviour of flame-red dwarf gourami, *Colisa lalia*. *Anim Behav*. 75: 1041–1051.
14. Bisen, P. S. y Raghuvanshi, R. 2013. Emerging epidemics. Management and control. Wiley Blackwell. 760 p.
15. Biswas, A. K. y Takeuchi, T. 2003. Effects of photoperiod and feeding interval on food intake and growth rate of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. *Fisheries Sci*. 69: 1010-16.
16. Biswas, A. K., Seoka, M., Inoue, Y., Takii, K. y Kumai. 2005. Photoperiod influences the growth, food intake, feed efficiency and digestibility of red sea bream (*Pargus major*). *Aquaculture*. 250: 666-673.
17. Bjornsson, B. Th., Thorarensen, H., Hirano, T., Ogasawara, T. y Kristinsson, J. B. 1989. Photoperiod and temperature affect plasma growth hormone levels, growth, condition factor and hypoosmoregulatory ability of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) during parr-smolt transformation. *Aquaculture*. 82(1-4): 77-91.
18. Bœuf, G. 2009. Acclimatization of aquatic organisms in culture. *Fish aquac*. IV: 175-190.
19. Bradner, J. y McRobert, S. P. 2001. Background coloration influences body colour segregation in mollies. *J Fish Biol*. 59 (3): 673-681.

20. Bradshaw, W. E. y Holzapfel, C. M. 2007. Evolution of animal photoperiodism. *Annu Rev Ecol Evol Syst.* 38: 1-25.

21. Brannas, E. y Alanara, A. 1992. Feeding behaviour of the Arctic charr in comparison with the rainbow trout. *Aquaculture.* 105 (1): 53-59.

## C

22. Caba, M. y Valdez, P. 2015. Ritmos circadianos: De la célula al ser humano. Universidad Veracruzana. México. 246 p.

23. Capello, S., Adis, J. y de Wysiecki, M. L., 2007. Temperatura y fotoperiodo: qué influencia ejercen en el desarrollo ninfal de *Cornops aquaticum* (Orthoptera: Acrididae)? *Amazoniana.* XIX (3/4): 209-216.

24. Cardinali, D. P., Jordá Catalá, J. J. y Sánchez Barceló, E. J. (eds) 1994. Introducción a la cronobiología: fisiología de los ritmos biológicos. Servicio de publicaciones, Universidad de Cantabria. 158 p.

25. Carrillo, M., Zanuy, S., Prat, F., Cerdá, J., Ramos, J., Mañanós, E. y Bromage, N. 1995. Sea bass. En: Bromage NR, Roberts J (eds.), Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Blackwell Science, London, pp. 138-168.

26. Casebolt, D. B., Speare, D. J. y Horney, B. S. 1998. Care and use of fish as laboratory animals: Current state of knowledge. *Lab Anim Sci.* (2): 124-136.

27. Chemineau, P. 2014. El fotoperiodo y su aplicación al control de la reproducción en ovinos y caprinos. *In Vet.* 16 (2): 109-110.

28. Crovatto Veras, G., Solis Murgas, L. D., Vieira Rosa, P., Zangeronimo, M. G., da Silva Ferreira, M. S. y Solis-De Leon, J. A. 2013. Effect of photoperiod on locomotor

activity, growth, feed efficiency and gonadal development of Nile tilapia. *R Bras Zootec.* 42(12): 844-849.

## D

29. De Sairigné, C. 2013. Cómo viven los animales durante el invierno. Santillana. 31 p.

30. Delgadillo Sánchez, J. A., Flores Cabrera, J. A., Véliz Deras, F. G., Duarte Moreno, G., Vielma Sifuentes, J., Poindron Massot, P. y Malpoux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Vet Méx.* 34 (1): 69-79.

31. Dervo, B. K., Hegge, O., Hessen, D. O. y Skurdal, J. 1991. Diel food selection of pelagic Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L), and Brown trout, *Salmo trutta* L. In Lake Atnsjo, S. E. Norway. *J Fish Biol.* 38: 199-209.

32. Dugé, R., Corcuy, N., Duponchelle, F., Renno, J. F., Legendre, M. y Nuñez, J. Influencia del fotoperiodo y del ritmo de alimentación sobre la sobrevivencia larval del surubí (*Pseudoplatysoma fasciatum*). En: Renno, J. F., García, C., Duponchelle, F. y Nuñez, J. 2004. Biología de las poblaciones de peces de la Amazonía y piscicultura. Red de Investigación sobre la ictiofauna Amazónica. 259 p.

## E

33. Ellison, G. T., Skinner, J. D. y Haim, A. 1992. The relative importance of photoperiod and temperature as cues for seasonal acclimation of thermoregulation in pouched mice (*Saccostomus campestris*: Cricetidae) from southern Africa. *J Comp Physiol B.* 162 (8): 740-746.

34. Elson, G. y Lucanus, O. 2002. Gouramis and Other Labyrinth Fishes: Everything about Natural History, Purchase, Health, Care, Breeding, and Species Identification. Barron's Educational Series. 95 p.

35. Ergun, S., Yigit, M. y Turker, A. 2003. Growth and feed consumption of young rainbow (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to different photoperiods. *Isr J Aquacult-Bamid*. 55: 132-138.

## F

36. Falcón, J. 1999. Cellular circadian clocks in the pineal. *Prog Neurobiol*. 58: 121-162.

37. FAO. 2005. Visión general del sector acuícola nacional. México. Consultado en línea el 19 de noviembre de 2019 en: [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_mexico/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_mexico/es)

38. Fielder, D. S., Bardsley, W. J., Allan, G. L. y Pankhurst, P. M. 2002. Effect of photoperiod on growth and survival of snapper *Pagrus auratus* larvae. *Aquaculture*. 211: 135-150.

38. Flores-Mondragón, G. 2001. Reproducción y desarrollo embrionario del pez Gurami enano (*Colisa lalia*, Nelson, 1994) en condiciones de laboratorio. Tesis para obtener el título de biólogo. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad nacional Autónoma de México. México. 44 p.

39. Froese Rainer, Pauly Daniel (Eds). 2014. Trichogaster Lalius in Fishbase.

## G

40. García Fernández, J. M. Los ritmos biológicos y sus fundamentos neurales. En: Delgado-García, J. M., Ferrús, A., Mora, F. y Rubia, F. (eds.). 1998. Manual de Neurociencia. pp. 778-799. Síntesis, Madrid.
41. Giannecchini, L. G., Massago, H. y Kochenborger Fernandes, J. 2012. Effects of photoperiod on reproduction of Siamese fighting fish *Betta splendens*. *Rev Bras Zootecn.* 41(4): 821-826.
42. Ginés, R., Afonso, J. M., Arguello, A., Zamorano, M. J. y Lopéz, J. L. 2004. The effects of long-day photoperiod on growth, body composition and skin colour in immature gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquac Res.* 35: 1207-12.
43. Go, J. y Whittington, R. 2006. Experimental transmission and virulence of a Megalocytivirus (Family Iridoviridae) of dwarf gourami (*Colisa lalia*) from Asia in Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) in Australia. *Aquaculture.* 258: 140–149.
44. Go, J., Lancaster, M., Deece, K., Dhungyel, O. y Whittington, R. 2006. The molecular epidemiology of iridovirus in Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*) and dwarf gourami (*Colisa lalia*) from distant biogeographical regions suggests a link between trade in ornamental fish and emerging iridoviral diseases. *Mol Cell Prob.* 20: 212–222.
45. Golombek, D. A. y Yannielli, P. C. 2006. Organización del sistema circadiano en vertebrados. *Cronobiología Básica y Clínica. Madrid.* 191-222.
46. Gona, O. 1984. Localization of prolactin uptake by the kidney of the teleostean, *Colisa lalia*. *Gen Comp Endocr.* 55: 289–294.

47. Guerra, D., Armas, J., Alzola, R., Blemar, M. y Hernández, G. 2000. Efectos del fotoperiodo artificial sobre la actividad suprarrenal, parámetros electrolíticos y peso corporal en la codorniz japonesa (*Coturnix japonicus*). *Saber*. 12(1): 34-40.

## H

48. Hamilton-Buchanan, F. 1822. An Account of the Fishes of River Ganges and its Branches. Londres. George Ramsay and Co. VII. 405 p.

49. Hatai, K., Nakamura, K., An Rha, S. Yuasa K. y Wada, S. 1994. Aphanomyces infection in dwarf gourami (*Colisa lalia*). *Fish Pathol.* 29 (2): 95 – 99.

50. Hemdal, J. F. 2006. Advanced Marine Aquarium Techniques. T. F. H. Publications. 352 p.

51. Herrero Ramón, M. J. 2007. Ritmos de actividad motora, comportamiento alimentario e influencia de la melatonina exógena en peces teleósteos. Tesis para obtener el título de Doctor en Biología. Universidad de Murcia. Murcia. 175 p.

52. Hill, R. W., Wyse, G. A. y Anderson, M. 2004. Fisiología animal. México. Editorial Médica Panamericana. 1038 p.

53. Howland Burt, E., Losey, G. S., Llewellyn Fox, D. y Brown, F. A. Coloration. Consultado el 13 de agosto de 2017 en: <https://www.britannica.com/science/coloration-biology#toc25376>

54. Hyde, L. L. y Underwood, H. 2000. Effects of melatonin administration on the circadian activity rhythm of the Lizard *Anolis carolinensis*. *Physio Behav.* 71: 183-192.

## J

55. János, G., Bálint, S., Zoltán, V., Árpád, H. y Baska, F. 2011. Survey on frequent diseases in imported dwarf gourami (*Colisa lalia*). *Magyar Allatorvosok Lapja*. 133 (2): 113-116.

## K

56. Kasumyan, A. O. 2003. The Lateral Line in fish: Structure, function and role in behavior. *J Ichthyol*. 43(2): S175-S213.

57. Kiyono, M. y Hirano, R. 1981. Effects of Light on the Feeding and Growth of Black Porgy, *Mylio macrocephalus* (Basilewsky), Postlarvae and Juveniles. En: *The Early Life History of Fish: Recent Studies*, eds. R. Lasker, K. Sherman, 334-336.

## L

58. Liu, F., Shi, H-Z., Guo, Q-S., Yu, Y-B., Wang, A-M. y Lv, F. 2016. Effects of astaxanthin and emodin on the growth, stress resistance and disease resistance of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Fish Shellfish Immunol*. 51: 125–135.

59. Lucas-Sánchez, A., Martínez-Nicolas, A., Escames, G. y de Costa, J. 2012. Envejecimiento del sistema circadiano. *Rev Esp Geriatria Gerontol*. 47(2): 76-80.

## M

60. Maejima, K., Oka, Y., Park, M. K. y Kawashima, S. 1994. Immunohistochemical double-labeling study of gonadotropin-releasing-hormone (GnRH)-immunoreactive cells and oxytocin-immunoreactive cells in the preoptic area of the dwarf gourami, *Colisa lalia*. *Neurosci Res*. 20: 189–193.

61. Márquez de Prado, B. 2004. Ritmos circadianos y neurotransmisores: estudios en la corteza prefrontal de la rata. Memoria para optar el grado de doctor. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid. 173 p.
62. Martin, P., Rancon, J., Segura, G., Laffont, J., Boeuf, G. y Dufour, S. 2012. Estudio experimental sobre la influencia del fotoperiodo y la temperatura en la conducta de nado de smolts de salmón atlántico (*Salmo salar L.*) criados en hatcheries. *Aquaculture*. 362-363: 200-208.
63. McRobert, S. P. y Bradner, J. 1998. The influence of body coloration on shoaling preferences in fish. *Anim Behav*. 56 (3): 611-615.
64. Melchorita, Perú LNG. 2000. Guía de identificación de peces. 84 p.
65. Menaker, M., Moreira, L.F. y Tosini, G. 1997. Evolution of circadian organization in vertebrates. *Braz J Med Biol Res*. 30 (3): 305 – 313.
66. Mendoza, J. 2009. Neurobiología del sistema circadiano: su encuentro con el metabolismo. *Suma psicológica*. 16(1): 85-95.
67. Migaud H., Taranger G. L., Taylor J., Davie A. y Bromage N. R. 2006. Pineal gland sensitivity to light intensity in salmon (*Salmo salar*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*): an in vivo and ex vivo study. *J Pineal Res*. 41: 42-52.
68. Milinski, M. y Baker, T. C. M. 1990. Female sticklebacks use male coloration in mate choice and hence avoid parasitized males. *Nature*. 344: 330-333.
69. Moreno Fernández, M. 2013. Mantenimiento en el laboratorio del pez cebra (*Danio rerio*). Trabajo de fin de grado. Universidad del país Vasco. 26 p.

70. Mustapha, M. K., Okafor, B. U., Olaoti, K. S. y Oyelankin, O. K. 2012. Effects of three different photoperiods on the growth and body coloration of juvenile African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). *Arch Pol Fish.* 20: 55-59.

## O

71. Oka, Y., Munro, A. D. y Am, T. J. 1986. Retinopetal projections from a subpopulation of ganglion cells of the nervus terminalis in the dwarf gourami (*Colisa lalia*) *Brain Res.* 367: 341–345.

72. Oka, Y., y Ichikawa, M. 1990. Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) immunoreactive system in the brain of the dwarf gourami (*Colisa lalia*) as revealed by light microscopic immunocytochemistry using a monoclonal antibody to common amino acid sequence of GnRH. *J Comp Neurol.* 300: 511–522.

## P

73. Pandey, K. y Shukla, J. P. 2007. Fish and Fisheries. 2° Edición. Rastogi publications. 640 p.

74. Parisse, G. 2016. El gran libro de los peces tropicales de agua dulce y marina. Editorial de Vecchi. Irlanda. 192 p.

75. Parma de Croux, M. J. 1996. Crecimiento de juveniles de *Pimelodus clarias maculatus* (Pisces, Pimelodidae) en condiciones experimentales. Efecto del fotoperiodo. *Rev Asoc Cienc Nat Litoral.* 27(2): 95-102.

76. Piaia, R., Townsend, C. R. y Baldisserotto, B. 1999. Growth and survival of fingerlings of silver catfish exposed to different photoperiods. *Aquacult Int.* 7: 201 – 205.

77. Pollak, E. I. y Thompson, T. 1982. Multiple matings and sexual dichromatism in the dwarf gourami, *Colisa lalia*. *Anim Behav.* 30 (4): 1257-1258.

78. Price, A. C., Weadick, C. J., Shim, J. y Rodd, F. L. 2008. Pigments, Patterns and Fish Behavior. *Zebrafish.* 5 (4): 297-307.

79. Puvanendran, V. y Brown, J. A. 2002. Foraging, growth and survival of Atlantic cod larvae reared in different light intensities and photoperiods. *Aquaculture.* 214: 131-151.

## R

80. Rahman, A. K. A. 2005. Freshwater fishes of Bangladesh. Dhaka. The Zoological Society of Bangladesh. Pp. 281-282.

81. Rainboth, W.J. 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. FAO species identification field guide for fishery purposes. FAO. Roma. 265 p.

## S

82. Sahu, S. 2017. Effect of water temperature and pH on growth and survival of *Trichogaster lalius* (Hamilton, 1822) under captivity. Dissertation. ICAR-CIFE. Mumbai.

83. Sahu, S., Sahu, S. y Sahu, P. 2018. A note on the biology of Dwarf Gourami, *Trichogaster lalius* (Hamilton, 1822). *Int J Fish Aquat Stud.* 6(5): 169-171.

84. Saldaña, T., Juárez, J. y Villar, C. 2007. La radiación solar en los sistemas naturales. Consultado el 13 de agosto de 2017 en: <http://saberesyciencias.com.mx/2015/01/07/la-radiacion-solar-en-los-sistemas-naturales/>

85. Samach, A. y Gover, A. 2001. Photoperiodism: The consistent use of CONSTANS. *Curr Biol.* 11(16): R651-R654.
86. Sánchez Barceló, E. J. 2014. Envejecimiento y ritmos biológicos. En: Dámaso Crespo, J., Reques Velasco, P., González-Carreró López, M. I., Fernández. C. Biogerontología. Consultado el 13 de agosto de 2017 en: <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/biogerontologia/materiales-de-clase-1/capitulo-9.-envejecimiento-y-ritmos-biologicos/capitulo-9.-envejecimiento-y-ritmos-biologicos>
87. Sandford, G. 1999. El libro completo de los peces de acuario. Guía completa para identificar, escoger y mantener especies de agua dulce y marinas. Tursen/Hermann Blume ediciones. Inglaterra. 95 p.
88. Schliewen, U. 2014. El acuario. Editorial Hispano-Europea. 144 p.
89. Segarra, E. 2006. Fisiología de los aparatos y sistemas. Universidad de Cuenca. 21 Ediciones. 461 p.
90. Silverthorn, D. U. 2009. Fisiología humana: un enfoque integrado. 4ª edición. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana. 980 p.
91. Simensen, M. L., Jonassen, T. M., Imsland, A. K. y Stefansson, S. 2000. Photoperiod regulation of growth of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hipoglossus* L.) *Aquaculture.* 190: 119-128.
92. Sopinka, N. M., Donaldson, M. R., O'Connor, C. M., Suski, C. D. y Cooke, S. J. 2016. Stress indicators in fish. En: Schreck, C. B., Tort, L., Farrel, A. P. y Brauner C. J. (Eds.), 2016. Fish Physiology. Academic Press. Amsterdam. Pp. 405-462.

93. Stadelmann, P. 2008. El acuario. Editorial Hispano-Europea. 64 p.
94. Stevens, M. y Merilaita, S. 2011. Animal Camouflage. Mechanisms and Function. Cambridge University Press. Cambridge. 358 p.
95. Stickney, R. R. y Andrews, J. W. 1971. The influence of photoperiod on growth and food conversion of Channel Catfish. *Prog Fish Cult.* 33 (4): 204-205.
96. Sturges, H. A. 1926. The choice of a class interval. *J Am Stat Assoc.* 21: 65-66.

## T

97. Talwar, P. K. y Jhingran, A. G. 2001. Inland fishes of India and adjacent countries. Nueva Delhi. Oxford and IBH publishing Co. 2. Pp. 1007.
98. Taylor, J. y Migaud, H. 2009. Timing and duration of constant light affects rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growth during autumn–spring grow-out in freshwater. *Aquac Res.* 40: 1551-1558.
99. Thompson, A. K. 1998. Tecnología post-cosecha de frutas y hortalizas, 268pp., Armenia, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje. Editorial Kinesis, Convenio SENA-Reino Unido, producido con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia (SENA), el Departamento para el Desarrollo Internacional (Department for International Development-DFID) y el Instituto de Recursos Naturales (Natural Resources Institute-NRI) del Reino Unido, Armenia, Colombia.
100. Turek, F. W. 1985. Circadian neural rhythms in mammals. *Annu Rev Physiol.* 47: 49-64

## V

101. Vallés, R. y Estévez, A. 2009. Efecto del fotoperiodo en el crecimiento y supervivencia de larvas de corvina (*Argyrosomus regius*) en cultivo intensivo. Memorias. Sesión de fisiología y reproducción . Paneles. XII Congreso Nacional de Acuicultura. 614-615.

102. Van der Salm, A. L., Martínez, M., Filk, G. y Wendelaar Bonga, S. E. 2004. Effects of husbandry conditions on the skin colour and stress response of red porgy, *Pagrus*. *Aquaculture*. 241: 371-386.

103. Van der Salm, A. L., Metz, J. R., Wendelaar Bonga, S. E. y Flik, G. 2005. Alpha-MSH, the melanocortin-1 receptor and background adaptation in the Mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus*. *Gen Comp Endocrinol*. 144: 140-149.

104. Vargas, M. H., Rodríguez-Godínez, I., Arias-Gómez, J. y Furuya, M. E. Y. 2012. Variabilidad circadiana de la oximetría de pulso en niños sanos menores de 7 años. *Arch Bronconeumol*. 48 (6): 202 – 206.

105. Verhoef-Verhallen, E. J. J. 1999. Encyclopaedia of Tropical Fish. Fitzroy Dearborn Publishers. 255 p.

106. Vignoni, Lucía A, Césari, Ricardo M, Forte, Marcela, y Mirábile, Mónica L. 2006. Determinación de Índice de Color en Ajo Picado. *Inf Tecnol*. 17(6), 63-67.

## W

107. Welcomme, R. L. 1988. International Introductions of Inland Aquatic Species. Food & Agriculture Org. 318 p.

108. Wolpert, L., Jessell, T., Lawrence, P., Meyerowitz, E., Robertson, E. y Smith, J. 2010. Principios del Desarrollo. 3<sup>o</sup> edición. Editorial Médica Panamericana. 552 p.

## Y

109. Yasir I. y Qin, J. G. 2009. Effect of Light Intensity on Color Performance of False Clownfish, *Amphiprion ocellaris* Cuvier. *J World Aquac Soc.* 40 (3): 337 – 350.

110. Zug, G. R. 2018. Lateral line system. Consultado el 2 de junio de 2019 en: <https://www.britannica.com/science/lateral-line-system>