

ADAPTACIÓN DE POSTLARVAS DE BAGRE RAYADO (*Pseudoplatystoma fasciatum*), AL ALIMENTO INERTE EN DIFERENTES TIEMPOS DE ACOSTUMBRAMIENTO, EN EL LABORATORIO DE LARVICULTURA - UNIVERSIDAD DE NARIÑO

**DIANA MERCEDES BELTRÁN TUMAL
MARÍA ISABEL RIVERA ROSERO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2013**

ADAPTACIÓN DE POSTLARVAS DE BAGRE RAYADO (*Pseudoplatystoma fasciatum*), AL ALIMENTO INERTE EN DIFERENTES TIEMPOS DE ACOSTUMBRAMIENTO, EN EL LABORATORIO DE LARVICULTURA - UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

**DIANA MERCEDES BELTRÁN TUMAL
MARÍA ISABEL RIVERA ROSERO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniera en Producción Acuícola**

Presidente

**WILMER RENE SANGUINO ORTIZ
Ingeniero en Producción Acuícola**

Copresidente

**CAMILO LENIN GUERRERO ROMERO
Ingeniero en Producción Acuícola**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2013**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1^{ero} del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Superior Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN:

WILMER RENE SANGUINO ORTIZ
Presidente

CAMILO LENIN GUERRERO ROMERO
Copresidente

GLORIA SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ
Jurado delegado

ARIEL EMIRO GÓMEZ CERÓN
Jurado

AGRADECIMIENTOS

Expresamos los más sinceros agradecimientos a:

WILMER RENÉ SANGUINO ORTIZ	Ingeniero en Producción Acuícola. Profesor de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño
CAMILO ROMERO LENIN GUERRERO	Ingeniero en Producción Acuícola. Técnico del laboratorio
GLORIA NARVÁEZ SANDRA ESPINOSA	Técnica Química. Esp. Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño.
ARIEL EMIRO GÓMEZ CERÓN	Biólogo marino. Esp. Profesor del Programa de Ingeniería en Producción Acuícola.
VÍCTOR ATENCIO GARCÍA	Centro de Investigación Piscícola (CINPIC). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Córdoba
MARCO FIGUEROA ANTONIO IMUEZ	Zootecnista Esp., MSc, Profesor de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.
LUIS PORTILLA ALFONSO SOLARTE	Zootecnista. Esp. Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño
ALDEMAR GIL MORENO	Trabajador Estación Piscícola La Maporita.
DAVID ALEJANDRO GARCÍA	Profesional en Acuicultura de la Universidad de Córdoba.

PIEDAD MEJÍA SANTACRUZ	Secretaria del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño
OSCAR MEJÍA SANTACRUZ	Auxiliar del centro de Documentación Especializada del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño
VILMA YOLANDA GÓMEZ	Bióloga marina. Profesora de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Nariño.
WILMER ARCENIO LÓPEZ MORENO	Ingeniero en Producción Acuícola
LUIS ALFREDO BENAVIDES MORA	Ingeniero en Producción Acuícola
EDISON STEVE PECILLO NUPAN	Ingeniero en Producción Acuícola
NATHALY SARASTY MEDINA	Ingeniera en Producción Acuícola
MARIO FERNANDO PAZ	Ingeniero en Producción Acuícola
JOHN MENESES	Ingeniero en Producción Acuícola
OSCAR ARCINIEGAS	Ingeniero en Producción Acuícola

Al personal que conforma la Estación Piscícola La Maporita en el departamento del Caquetá y la Estación Piscícola Aquamazonia del departamento del Putumayo, al Programa de Ingeniería en Producción Acuícola y a todas las personas que de alguna u otra manera colaboraron en el desarrollo de esta investigación.

Hoy, doy gracias a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí, por ser mi guía y mi acompañante continuo y diario, gracias por tu infinito amor y bondad.

A mis padres, doy un merecido reconocimiento, por haberme hecho sentir grande cuando me consideraba tan pequeña, por enseñarme a escalar la cima y darme valor para superar dificultades en el camino, mi eterna gratitud para ustedes, por sus esfuerzos, su confianza y su amor.

A mis hermanos, a quienes les agradezco su presencia en todo este trayecto y reconozco la importancia de su existencia en mi crecimiento personal.

Al profesor Marco Antonio por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia, motivación y sobre todo por su amistad me ha motivado en mi formación personal y profesional.

Infinitas gracias a todos aquellos que hicieron parte de esta labor, hoy, quiero decirles que la realización de mi trabajo no hubiese sido posible sin su presencia.

A Chavita por brindarme su respeto, amistad y haber compartido dificultades y alegrías, durante todo el proceso de nuestro trabajo, superando obstáculos para alcanzar un objetivo en común.

Diana Beltrán Tunal

Desde el alma agradezco enormemente a Dios por darme la fortaleza y sabiduría para superar cada tropiezo encontrado para cumplir uno de mis grandes sueños, también agradezco infinitamente a mis padres María Rosero y José Rivera, mis hermanos quienes siempre me brindaron una palabra alegre, a mis amigos y demás familiares por brindarme su apoyo incondicional y fraternal durante el transcurso de mi vida.

A Richard, por el aprecio y estimación de siempre, con quien comparto los mejores momentos de mi vida. Por su paciencia, comprensión y espíritu motivador para seguir siempre adelante.

Un agradecimiento especial a la Ingeniera Sandra Espinoza y al Zootecnista Marco Antonio Imués por ser además de profesores muy buenos amigos.

A mi compañera de tesis Diana por el esfuerzo invertido, todo tiene su recompensa, LO LOGRAMOS.

Finalmente, aquellos amigos que han compartido conmigo los “ires y venires” en el plano personal durante el paso por la universidad.

María Isabel Rivera Rosero

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el tiempo de acostumbramiento a alimento inerte en postlarvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), utilizando larvas de tilapia *Oreochromis* sp como alimento vivo y una dieta seca del 52% de proteína. La investigación se realizó en el laboratorio de Ficología y productividad primaria del Departamento de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad de Nariño.

Se utilizaron 360 postlarvas de $0,0384 \pm 0,0104$ g y longitud total promedio de $1,7421 \pm 0,1834$ cm. Se sembraron 30 ejemplares de *Pseudoplatystoma fasciatum* en cada unidad experimental a una densidad de 1,66 postlarvas por litro. Se evaluaron cuatro tratamientos cada uno con tres réplicas a los cuales se suministró larvas de tilapia en diferentes tiempos y posteriormente se inició la adaptación al alimento inerte, de la siguiente manera:

T1: adaptación al alimento inerte desde el día 3

T2: adaptación al alimento inerte desde el día 4

T3: adaptación al alimento inerte desde el día 5

T4: adaptación al alimento inerte desde el día 6

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con sub muestreo para evaluar su efecto sobre las variables incremento de peso, incremento de longitud, tasa de crecimiento específica, porcentaje de sobrevivencia y análisis parcial de costos. Se determinó la existencia de diferencias significativas aplicando un análisis de varianza ($\alpha=0,05$) y la prueba de Tukey para comparar las medias y establecer el mejor tratamiento.

El análisis de varianzas registró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p<0,05$). Mediante la prueba de Tukey se estableció que el T4, adaptación al alimento inerte desde el día 6, fue el mejor tratamiento con valores de $1,354 \pm 0,244$ g, $5,016 \pm 0,269$ cm, 14,30% y 48,9% para incremento de peso, longitud, tasa de crecimiento específica y sobrevivencia respectivamente.

Los resultados del análisis parcial de costos registraron los siguientes valores: el tratamiento 1 reportó una relación de 0,62, en el tratamiento 2 de 0,97, en el tratamiento 3 de 1,06 y en el tratamiento 4 de 1,53. Esto permite inferir que la mejor relación beneficio-costos en este estudio es obtenida brindando larvas de tilapia a post larvas de bagre rayado durante seis días.

Los parámetros físico químicos del agua como oxígeno disuelto (mg/L), temperatura (°C), pH, amonio (mg/L) y nitratos (mg/L), no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Esta investigación permitió concluir que la adaptación de las post larvas de bagre rayado al consumo de dieta seca debe iniciarse después de haber recibido dieta viva durante seis días y posteriormente brindar una dieta seca de manera gradual, suministrada simultáneamente con alimento vivo, mejorando los parámetros productivos y económicos de la especie.

ABSTRACT

The objective of this research was evaluate the accustomed time to inert feed in post larvae to striped catfish (*Pseudoplatystoma fasciatum*) by means of tilapia larvae *Oreochromis* as alive feed and a dry diet of 52% from protein. The research was realized at Phycology and primary productivity of Hydrobiological Resources Department on Nariño University.

It were used 360 post larvae of $0,0384 \pm 0,0104$ g and a total average length of $1,421 \pm 0,1834$ cm. It were sown 30 specimens by *Pseudoplatystoma fasciatum* in each experimental units to density of 1,66 post larvae by liter. It were evaluated four treatments each one with three replies to which were supply with tilapia larvae at different times and then it was the adaptation to inert feed, in the following way:

T1: Inert feed adaptation from day 3

T2: Inert feed adaptation from day 4

T3: Inert feed adaptation from day 5

T4: Inert feed adaptation from day 6

It was used a design completely at random (DCA) with sub sampling to evaluate its effect over the variables such as: gain of weight, length increment, specific growth rate and a partial costs analysis. It was found out significant differences applying a variance analysis ($\alpha = 0, 05$) and the Tukey test to compare the mean statistic and to establish the best treatment.

The variance analysis registered statistical sizeable differences between the treatments ($p < 0, 05$). By means of Tukey Test the T4: Inert day adaptation from day 6, was the best treatment with values of: $1,354 \pm 0,244$ g, $5,016 \pm 0,269$ cm, 14,30 % and 48,9% to gain of weight, length, specific growth rate and survival respectively.

The results from partial cost analysis registered the follow values: the first treatment reported a relation of 0,62, the second treatment: 0,97, the third treatment: 1,06 and the fourth of 1, 53. This let to deduce that the best relation benefit- cost in this research was get to providing Tilapia larvae to striped catfish during six days.

The physicochemical parameters of water as dissolved oxygen (mg/L), temperature (°C), pH, ammonium (mg/L) and nitrates (mg/L) did not show sizeable statistical differences between the treatments.

This research let to conclude that post larvae stripped catfish adaptation to intake of dry diet must initiate later of receive an alive diet during six days and later provide a dry diet with a gradual way, improving the productive and economic parameters of this specie.

CONTENIDO

	Pág
1. INTRODUCCIÓN	23
2. OBJETIVOS	25
2.1 OBJETIVO GENERAL	25
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3. MARCO REFERENCIAL	26
3.1 GENERALIDADES DE EL BAGRE RAYADO (<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>).	26
3.1.1 Distribución geográfica	27
3.1.2 Calidad del agua	28
3.1.3 Reproducción	29
3.2.Hábitos alimenticios	30
3.3INFLUENCIA DE LA PRIMERA ALIMENTACIÓN	31
3.4FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN	34
3.5ADAPTACIÓN O DESTETE	35
3.6ESTRATEGIAS DE SUMINISTRO DEL ALIMENTO PARA LARVAS	37
3.7DESARROLLO LARVAL	39
3.8LARVICULTURA Y ALEVINAJE	39
3.9.LARVICULTURA Y SU IMPORTANCIA EN EL PROCESO PISCÍCOLA	41
3.10CANIBALISMO	43
3.10.1 Causas del canibalismo	44

3.10.2 Control del canibalismo	45
4. MATERIALES Y MÉTODOS	47
4.1 LOCALIZACIÓN	47
4.2 PERIODO DE ESTUDIO	47
4.3 INSTALACIONES	48
4.4 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS	49
4.4.1 Materiales	49
4.4.2 Insumos	50
4.4.3 Equipos	50
4.5 MATERIAL BIOLÓGICO	50
4.5.1 Recepción y aclimatación de larvas de bagre rayado	50
4.5.2 Acondicionamiento	51
4.5.3 Alimento vivo.	53
4.6 PLAN DE MANEJO	53
4.6.1 Desinfección, adecuación de instalaciones y acuarios	53
4.6.2 Siembra de postlarvas de Bagre rayado	53
4.6.3 Elaboración de la dieta	54
4.6.3.1 Análisis bromatológico	55
4.6.4 Alimento y Alimentación	56
4.6.5 Limpieza y recambio	56
4.6.6 Muestreo	56
4.6.7 Medición de parámetros físicos y químicos	56
4.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	57

4.7.1 Tratamientos	57
4.7.2 Formulación de hipótesis	58
4.7.3 Variables evaluadas	58
5. RESULTADOS	60
5.1 VARIABLES EVALUADAS	60
5.1.1 Peso inicial de siembra	60
5.1.2 Incremento de peso	60
5.1.3 Longitud inicial de siembra	61
5.1.4 Incremento de longitud	62
5.1.5 Tasa de crecimiento específica	62
5.1.6 Supervivencia	64
5.1.7 Análisis parcial de costos	65
5.2 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA.	67
5.2.1 Temperatura	67
5.2.2 Oxígeno disuelto	68
5.2.3 Potencial de hidrogeniones pH	69
5.2.4 Amonio	69
5.2.5 Nitratos	70
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	71
6.1 ACONDICIONAMIENTO	71
6.2 INCREMENTO DE PESO	72
6.3 INCREMENTO DE LONGITUD	73
6.4 TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICA	74

6.5 SOBREVIVENCIA	76
6.6 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA	79
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
7.1 CONCLUSIONES	81
7.2 RECOMENDACIONES	82
8. BIBLIOGRAFÍA	83
9. ANEXOS	90

LISTA DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1. Criterios de clasificación del canibalismo	43

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Densidad de larvas de tilapia para alimentación de post larvas de bagre	53
Tabla 2. Requerimientos nutricionales del Catfish	54
Tabla 3. Composición de la dieta	54
Tabla 4. Resumen estadístico de peso inicial	60
Tabla 5. Resumen estadístico para incremento de peso	61
Tabla 6. Resumen estadístico de longitud inicial	61
Tabla 7. Resumen estadístico para incremento de longitud	62
Tabla 8. Resumen estadístico para Tasa de Crecimiento Simple	63
Tabla 9. Tasa de Crecimiento Simple durante el ensayo	64
Tabla 10. Costos parciales del ensayo	66
Tabla 11. Costos e ingresos de producción durante el periodo experimental	66
Tabla 12. Parámetros físico químicos promedio entre tratamientos durante el periodo de estudio	67

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Bagre rayado (<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>)	26
Figura 2. Localización geográfica de la Universidad de Nariño, Ciudad de San Juan de Pasto, Departamento de Nariño	47
Figura 3. Sistema de recirculación.	48
Figura 4. Larva de bagre rayado (<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>)	51
Figura 5. Aclimatación de larvas	52
Figura 6. Elaboración de harina de solomillo y merluza	55
Figura 7. Elaboración de la dieta	55
Figura 8. Incremento de peso promedio	61
Figura 9. Incremento de longitud total	62
Figura 10. Tasa de crecimiento promedio diaria	63
Figura 11. Porcentaje sobrevivencia para los diferentes tratamientos	64
Figura 12. Comportamiento de la mortalidad en el periodo de estudio	65
Figura 13. Relación beneficio costo por tratamiento	67
Figura 14. Curva de temperatura promedio diaria por tratamiento	68
Figura 15. Curva de oxígeno promedio diaria por tratamiento	68
Figura 16. Curva de pH promedio diaria por tratamiento	69
Figura 17. Curva de amonio	69
Figura 18. Curva de nitratos	70

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis bromatológico de la dieta seca	91
Anexo B. Análisis bromatológico de la harina de solomillo de res	92
Anexo C. Análisis bromatológico de la harina de merluza	93
Anexo D. Análisis bromatológico de la harina de yema de huevo	94
Anexo E. Análisis bromatológico de la harina de carne	95
Anexo F. Análisis bromatológico de la mogolla de trigo	96
Anexo G. Registro de temperatura promedio (°C) diaria	97
Anexo H. Registro de oxígeno promedio (mg/L) diario	98
Anexo I. Registro de pH promedio diario	99
Anexo J. Registro de peso y talla final	100
Anexo K. Análisis de varianza para incremento de peso	103
Anexo L. Prueba Tukey para incremento de peso	104
Anexo M. Análisis de varianza para incremento de longitud total	105
Anexo N. Prueba de Tukey para incremento de longitud total	106
Anexo Ñ. Análisis de varianza para Tasa de Crecimiento Simple	107
Anexo O. Prueba de Tukey para Tasa de Crecimiento Simple	108
Anexo P. Prueba de Brand Snedecor para Supervivencia	109
Anexo Q. Análisis de Varianza para Temperatura	110
Anexo R. Análisis de Varianza para Oxígeno disuelto	111
Anexo S. Análisis de varianza para pH	112

Anexo T. Análisis de varianza para amonio	113
Anexo U. Análisis de varianza para nitratos	114

GLOSARIO

PRIMERA ALIMENTACIÓN: es el primer alimento exógeno que consume la larva de un pez.

DIETA: alimento que se proporciona a un animal y suministra todos los nutrientes de acuerdo a la especie, fase fisiológica, estado de salud y condiciones de manejo.

LARVA: estadio de desarrollo el cual comprende entre la eclosión y la aceptación de la primera alimentación exógena.

POST-LARVA: estadio comprendido entre la aceptación de la primera alimentación exógena y la fase de alevino.

BAGRE RAYADO: silúrido de agua dulce, nativo de la cuenca del Orinoco y Amazonas, perteneciente a la familia Pimelodidae.

ESPECIE NATIVA: especie propia que habita en un lugar, región o país, también denominada autóctona.

CANIBALISMO: tipo especial de predación que consiste en matar a un individuo de la misma especie, independiente del estado de desarrollo, para consumirlo parcial o totalmente.

ACOSTUMBRAMIENTO: cambio gradual del suministro de alimento vivo a dieta artificial, proceso considerado como crítico en la crianza de peces carnívoros.

ACOSTUMBRAMIENTO PROGRESIVO: fase en la cual el alimento artificial se suministra en conjunto con el alimento vivo desde el inicio de la alimentación exógena. A través del tiempo, se incrementa la proporción de la dieta artificial y se reduce el alimento vivo.

EUGENOL: líquido oleoso de color amarillo pálido, extraído de ciertos aceites esenciales, especialmente el clavo de olor. Usado en acuicultura experimental como anestésico.

INTRODUCCIÓN

“El bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) es un silúrido que forma parte del grupo de grandes depredadores piscívoros de los ríos de Suramérica, cuya carne tiene alto valor comercial en los mercados locales, debido a la amplia aceptación entre los consumidores por su valor nutricional y ausencia de espinas intramusculares”¹. “Como consecuencia de la pesca y el deterioro ambiental, las poblaciones naturales han venido disminuyendo, hasta ser catalogada como una especie en riesgo de extinción”², la CCI reportó “capturas de 1.350 toneladas en el año 2009, con una fuerte presión pesquera sobre las poblaciones juveniles”³.

A pesar de ser un pez carnívoro, es una opción para la piscicultura continental por su valor comercial, calidad de su carne, fácil adaptación al cautiverio y buena respuesta a la reproducción inducida. Sin embargo, no se ha podido ofrecer como una alternativa segura de cultivo por la falta de implementación de una línea de investigación que resuelva diferentes problemas en cuanto a reproducción, larvicultura, nutrición, sanidad y otras áreas propias de la actividad acuícola que puedan servir de guía para establecer de manera continua la producción de esta especie nativa.

A nivel mundial, diversas especies del orden Siluriformes son cultivadas comercialmente, como el *Pangasius sp.* Vietnam, con una producción de 1,2 millones de toneladas en los Estados Unidos y China principalmente. “En 2010, Asia representó el 73,7% de la producción de otras especies de bagres, América alcanzó un 13,5 % (con la producción de bagre de canal) y África el 12,3% restante (predominando el bagre de África del Norte)”⁴.

¹DÍAZ et al. Efectos de la densidad de siembra y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*. En: Redalyc. Enero, 2009. Vol. 13, No. 1. p. 21 – 30.

²MOJICA, Ivan y CALLE, Juan. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Bogotá D.C Instituto de ciencias naturales. Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Medio Ambiente. 2002. 288 p. (La serie libro rojo de especies amenazadas de Colombia)

³CORPORACIÓN COLOMBIANA INTERNACIONAL. Pesca y Acuicultura. Bogotá, Colombia 2009. p 19 – 125

⁴FAO. Estado Mundial de la pesca y acuicultura. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Roma. 2012. p. 41. Disponible en Internet: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>.

“En Colombia el cultivo de los silúridos no se ha desarrollado comercialmente, por la ausencia de tecnologías confiables de producción de semilla, continua y estable de alevinos; particularmente su entrenamiento al consumo de dietas secas”⁵, lo cual está asociado al poco conocimiento de las preferencias alimenticias de estas especies en los estadios iniciales de su ciclo vital. “Uno de los puntos críticos es sin duda, la fase de larvicultura, la cual requiere de alimentos externos apropiados tanto cuantitativa como cualitativamente”⁶. Es en esta etapa de su desarrollo donde requieren una dieta a base de alimentos vivos fácilmente digeribles y de alto valor nutritivo. “El uso de estos organismos mejora la sobrevivencia y crecimiento de las larvas, las cuales no podrían aprovechar los nutrientes presentes en las dietas inertes debido a que su tracto digestivo no es totalmente desarrollado y no poseen todas las enzimas requeridas para una adecuada digestión”.⁷.

El bagre rayado (*P. fasciatum*) es de hábitos alimenticios carnívoros con tendencia piscívora, comportamiento que junto con su naturaleza depredadora y el canibalismo habitual que ocurre principalmente cuando hay muchas larvas, dan por resultado una baja tasa de sobrevivencia; por lo que es importante el desarrollo de dietas artificiales, que cumplan los requerimientos nutricionales básicos de digestibilidad y gran aceptación a través de un proceso de acondicionamiento conocido comúnmente como destete. La implementación de este proceso proporciona ventajas desde el punto de vista económico, disminuyendo el uso de organismos vivos como fuente de alimento, mejorando el uso de dietas artificiales que aseguren una producción suficiente y oportuna de alevinos adaptados a consumir raciones secas, que faciliten al piscicultor el levante con el uso de balanceados comerciales, generando una oferta permanente de ejemplares a mejor precio y de excelente calidad.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la adaptación de post larvas bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) al alimento inerte con 52% de proteína, en diferentes tiempos de acostumbamiento en el laboratorio de Fisiología y productividad primaria del Departamento de Recursos Hidrobiológicos

⁵ ATENCIO, Víctor. Producción de alevinos de especies nativas. En: Revista MVZ. 2001. Vol. 6, No. 001., p. 9 – 14.

⁶ PRIETO, Martha; ATENCIO, Víctor. Zooplancton en la larvicultura de peces neotropicales. En: Revista MVZ. 2008. Vol. 13, No. 2., p. 1415 - 1425. Disponible en Internet: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v13n2/v13n2a17.pdf>

⁷ PRIETO, Martha. Enriquecimiento de Zoopláncton con Óleo de Peixe na Larvicultura de Pacu, *Piaractus mesopotamicus* Curimbata *Prochilodus lineatus*. Citado por GOMEZ, Vanessa y LLORENTE, Roselys. Entrenamiento a escala piloto de bagre blanco *rosul* *consumo de dieta seca*. Montería. Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2011. 69 p

1. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la adaptación de postlarvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), al alimento inerte en diferentes tiempos de acostumbramiento, en condiciones de laboratorio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los incrementos de peso y talla de los diferentes tratamientos.
- Calcular sobrevivencia durante el período de estudio para cada tratamiento.
- Determinar la tasa de crecimiento específica en cada tratamiento
- Realizar el análisis parcial de costos

2. MARCO REFERENCIAL

3.1 GENERALIDADES DE EL BAGRE RAYADO (*Pseudoplatystoma fasciatum*)

Este pez es un silúrido de amplia distribución en la mayor parte de América tropical y subtropical, con presencia en las grandes cuencas Colombianas. De acuerdo con lo expuesto por Kubitz et al, “el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) (Figura 1) pertenece al orden siluriformes que abarcarán de 2.200 especies de bagres o peces de cuero; el género *Pseudoplatystoma*, que incluye la mayoría de las especies de la familia Pimelodidae, es exclusivamente de agua dulce”.⁸

Figura 1. Bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*)



Moreno et al sustentan que:

El creciente interés por los peces de cuero, genéricamente conocidos como “bagres”, radica no sólo en la gran aceptación comercial de su carne, sino también en su valor comercial como animales de ornato. Por esta razón, individuos del género *Pseudoplatystoma* representan un alto porcentaje del total de las capturas de peces del complejo inundable del río Magdalena y en los afluentes de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco. Esta circunstancia, sumada a la captura indiscriminada y al disturbio de su hábitat, ha ocasionada que la especie *Pseudoplatystoma fasciatum*,

⁸ KUBITZA, F; CAMPOS, J.L y BRUM, J.A. Produção intensiva do surubins no prometo Pacu Ltda. Citado por IBARRA, Guillermo y ORTEGA, Nixon. Evaluación del potencial acuícola de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) a diferentes densidades de siembra, en el centro experimental amazonico (cea) Mocoa departamento del Putumayo. Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. 2008. 127 p.

este siendo considerada desde hace más de 10 años en riesgo de extinción⁹.

Según Reid, la clasificación taxonómica del bagre rayado es:

Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Serie: Pisces
Superclase: Gnathastomata
Clase: Osteichthyes
Subclase: Actinopterygii
Infraclase: Teleostei
División: Euteleostei
Superorden: Ostariophysii
Orden: Siluriformes
Familia: Pimelodidae
Subfamilia: Sorubiminae
Género: *Pseudoplatystoma*
Especie: *Pseudoplatystoma fasciatum*¹⁰

El bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), se conoce como: bagre pintado, bagre tigre, bagre rayado, pintadillo, pintadillo tigre, es una especie de gran tamaño que alcanza tallas hasta de 1,40 m de longitud.

3.1.1 Distribución geográfica. “Esta especie se encuentra en todas las cuencas hidrográficas de Sur América desde Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam y la Guayana Francesa hasta la cuenca de los ríos La Plata y Paraná, incluyendo las cuencas del Amazonas (exceptuando la cuenca del río San Francisco) y el

⁹ MORENO et al. Épocas de reproducción, talla media de madurez gonadal y análisis de la problemática con referencia a las tallas de captura del bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*, Linneaus 1766). Citado por PINZON, S; MOJICA, J y CRUZ, P. Épocas de reproducción, talla media de madurez gonadal y análisis de la problemática con referencia a las tallas de captura del bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*, Linneaus 1766). En: *Orinoquia*. Octubre. 2002.Vol. 9, No. 002.,p. 28 – 37.

¹⁰REID, S.B. La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *trigrinum* en la cuenca del Río Apure, En:Unellez de ciencia y tecnología.Abril, 1983. Vol. 1, No. 1., p. 13 – 41.

Orinoco, ocupando el segundo lugar después de los Caraciformes”¹¹. “En Colombia habita en las cuencas del Amazonas y el Orinoco, abundantemente en el río Magdalena. También predomina en el Atrato, Catatumbo y la vertiente del Pacífico”¹².

3.1.2 Calidad del agua. La calidad del agua incluye todas las características físicas, químicas y biológicas que afecten el uso de la misma, por ende en acuicultura es un factor primordial en el desarrollo de los diferentes cultivos de especies hidrobiológicas. Según lo expuesto por Campos, “posiblemente el bagre rayado por haber evolucionado en un hábitat susceptible a inundaciones y sequías, es tolerante en lo que se refiere a la calidad del agua”¹³.

- **Temperatura.** Laevastu y Hayes afirman que “los animales utilizados en acuicultura son poiquilotermos y su temperatura depende del ambiente; en peces y crustáceos la temperatura ambiente tiene un profundo efecto sobre el crecimiento, la tasa de alimentación y el metabolismo”¹⁴. El bagre rayado según Kubitz et al, “presenta una buena respuesta alimentaria a 28°C. Cuando la temperatura cae alrededor de 20°C, el consumo de alimento se reduce drásticamente. El consumo desaparece con temperaturas por debajo de 15°C”¹⁵.

¹¹ESCOBAR, M.D. Variabilidad genética de los bagres *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la Orinoquía Venezolana. Universidad Nacional experimental de los Llanos Orientales Ezequiel Zamora, UNELLEZ. 2001. 9 p. Citado por: PINEDA, Melissa. Caracterización seminal y ensayos preliminares de crioconservación de semen de Bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum* - Linnaeus 1766). Palmira. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2007. 87 p.

¹²PARDO. B. Revisión y Compilación sobre técnicas de reproducción inducida de silúridos de la cuenca del río Orinoco. Santa Fe de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 1995. 78 p.

¹³CAMPOS, J y KUBITZA, F., Op. cit., p. 45

¹⁴LAEVASTU, T.; HAYES, M. Effects of environmental factor son fish. In: Fisheries. London. p. 15. Citado por IBARRA, Guillermo y ORTEGA, Nixon. Evaluación del potencial acuícola de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) a diferentes densidades de siembra, en el centro experimental amazonico (cea) Mocoa departamento del Putumayo. Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. 2008. 127 p.

¹⁵KUBITZA, F y CAMPOS, J, Op. cit., p. 45.

- **Oxígeno.** Cortez menciona que para “el bagre rayado el nivel mínimo de oxígeno es de 3mg/l”¹⁶. Según Kubitza¹⁷ la especie tolera niveles de oxígeno disuelto de entre 0,5 y 1,0 mg/L durante breves períodos, pero con evidentes señales de estrés (los peces permanecen inmóviles en los bordes del estanque).
- **pH.** Las condiciones óptimas de pH para el bagre rayado se acercan a la neutralidad, teniendo un rango adecuado que se encuentra entre 6,5 - 9,0, valores inferiores a 6,5, disminuyen los procesos reproductivos y mayores a 9,0 tienen efecto de retardo sobre el crecimiento.
- **Amonio.** Cortez¹⁸ afirma que el nivel de amonio para el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) debe ser menor a 2 mg/L.
- **Alcalinidad total.** En la mayoría de las aguas que se utilizan para fines acuícolas, los bicarbonatos y carbonatos son las bases más abundantes, Cortez menciona que el nivel óptimo para el cultivo de bagre rayado es de 25 mg/L.
- **Dureza total.** El término se refiere a la concentración de iones metálicos divalentes en el agua, expresados como miligramos por litro de equivalentes de carbonato de calcio. Cortez afirma que el nivel óptimo para el bagre rayado es de 20 mg/L.

3.1.3 Reproducción. Según Mojica et al:

Generalmente los primeros ejemplares maduros en el medio natural aparecen en marzo y se presentan hasta junio, alcanzando un pico de madurez sexual en mayo cuando se incrementa el caudal de los ríos a causa del fuerte período lluvioso realizando migraciones y se reproduce en el canal principal del río, su fecundidad relativa se estima en 66.000 huevos por kg de peso vivo. Estudios relacionados con aspectos biológicos reproductivos indicaron que alcanza su talla media de madurez sexual a los 85 cm. El desove de esta especie se produce a los 92 y 80 cm en hembras y machos respectivamente¹⁹.

¹⁶CORTEZ, Gilberto. Guía para el manejo y conservación del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) En: Ciencia y tecnología Bogota. Agosto, 2003. Vol. 1, No. 125. p.57.

¹⁷ KUBITZA et al. Op. cit., p. 46.

¹⁸CORTEZ, Gilberto. Op. cit., p. 46.

¹⁹MOJICA, H.; RODRIGEZ, J.A y OROZCO, C.R. Manual de reproducción y cultivo el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*). Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura: 2003. 25 p.

3.2. HÁBITOS ALIMENTICIOS.

Reid²⁰ demuestra que el bagre rayado es un pez que presenta actividad crepuscular y seminocturna; tradicionalmente se considera que los miembros de este género son animales que se alimentan durante la noche; sin embargo se ha demostrado que *P. fasciatum* está activo y caza durante el día, especialmente en la mañana. El bagre rayado es de hábitos alimenticios carnívoros que se alimenta principalmente de peces y camarones en algunas ocasiones; esta característica es limitante para su producción comercial. Contreras²¹ afirma que el bagre rayado es carnívoro, mencionando que éste tiene como principal especie presa al bocachico, seguido por el bagre *Pimelodus* sp.

Las observaciones realizadas por Reid demuestran que:

El *P. fasciatum* es un depredador activo, que busca su presa desplazándose y probando los alrededores con sus largas barbillas. Tiene ojos notablemente más activos que muchos de los demás bagres, puede incluir miembros de su mismo género en su dieta. Además es capaz de consumir presas que midan hasta por lo menos 30% de su longitud estándar. A pesar de que son peces de substrato no se limitan a él, pues también se le puede encontrar alimentándose en otros niveles de la columna de agua. Las presas de los bagres son principalmente micrófagas, es decir, se alimentan de detritos que contienen algas, bacterias, hongos y animales de pequeños tamaños²².

Campos afirma que “el bagre rayado es ictiófago de hábito nocturno. No posee dientes cortantes, por lo que tiene que tragar sus presas enteras, para lo cual se valen de la gran capacidad de abertura de su boca. Durante el día estos peces

²⁰REID, S.B. La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *trigrinum* en la cuenca del Río Apure, En: Revista Unellez de ciencia y tecnología. Abril, 1983. Vol. 12, No. 1, p. - 41. Citado por PINEDA, Melissa. Caracterización seminal y ensayos preliminares de críoconservación de semen de Bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum* - Linnaeus 1766). Palmira. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2007. 87 p

²¹CONTRERAS, E. Biología reproductiva, hábitos alimenticios y pesquería de *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1776), doncella. Ucayali. Universidad Nacional de Trujillo. 1997. 32 p. Citado por PINEDA, Melissa. Caracterización seminal y ensayos preliminares de críoconservación de semen de Bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum* - Linnaeus 1766). Palmira. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2007. 87 p

²²REID. Op., cit. p. 9.

normalmente permanecen en reposo en el fondo de los ríos, sin embargo durante la noche son encontrados en la columna de agua donde buscan peces forrajeros”²³.

Deza et al²⁴, al analizar los contenidos estomacales de *P. fasciatum* determinaron que es una especie de hábitos alimenticios carnívoros; la presencia constante y única de peces en los contenidos estomacales, evidencia que no hay un cambio temporal del hábito alimentario y que es completamente piscívora. En *P. nigricans*, el boquichico, fue la especie más representada en los contenidos estomacales, coincidiendo con los resultados de Contreras, quien ubica al bagre como carnívoro, mencionando que éste tiene como principal especie presa al boquichico.

Goulding reporta que “el bagre cajaro *Phractocephalus hemiliopterus* es preferentemente carnívoro (consume cangrejos y peces) aunque también consume frutas o semillas de palmas y árboles. En cautiverio se adapta fácilmente al consumo de raciones formuladas para peces”²⁵.

3.3 INFLUENCIA DE LA PRIMERA ALIMENTACIÓN

Valbuena y David²⁶ comprobaron que las buenas prácticas de la primera alimentación en la etapa de larvicultura tienen por objetivo incrementar las tasas de sobrevivencia y crecimiento, a partir del ofrecimiento de condiciones ambientales y estrategias alimentarias adecuadas.

²³ CAMPOS, João. Género *Pseudoplatystoma* (*Surubi*). Citado por: FAO. Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. 1 ed. 2010. 204 p. ISBN 978-92-5-306658-2.

²⁴ DEZA et al. Bioecología y pesquería de *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766; Pisces), doncella, en la región Ucayali. En: Revista Folia Amazónica. 2005. Vol 14, No 2. p. 5 – 18

²⁵ GOULDING, M. the fishes and the forest. Berkeley, University of California. Citado por: KOSSOWSKI, C. Reproducción inducida del bagre cajaro y avances sobre hibridación con dos especies de pimelodidos (Pisces, Siluriformes). En: Revista Bioagro. 1996. Vol 8, No 1. p 14 – 20.

²⁶ VALBUENA, Rubén y DAVID, Carlos. Ampliación de la oferta piscícola nacional mediante la vinculación del capaz (*Pimelodus grosskopfii*) como especie nativa promisoría en sistemas de producción. Neiva. Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico Piscícola Sur colombiano. 2008. p.51.

Tanaka²⁷ determinó que el poco conocimiento sobre las preferencias alimenticias en la fase larval es una limitante para la producción de alevinos de especies nativas. La falta de investigación que permita el desarrollo de métodos adecuados de alimentación durante la etapa larvaria, teniendo en cuenta que en el momento de la eclosión, el sistema digestivo de las larvas es un simple tubo recto y corto sin mayor diferenciación y no se observan cambios morfológicos hasta que inicia la formación del estómago con sus glándulas gástricas y los ciegos pilóricos. Este desarrollo del estómago indica, desde el punto de vista nutricional, la transformación a la etapa juvenil.

Atencio²⁸ demostró que el periodo más crítico en la larvicultura de peces es el inicio de la alimentación exógena después o durante la absorción del saco vitelino; para las larvas de especies que no tienen un estómago funcional al inicio de la alimentación exógena, el alimento vivo es esencial para un crecimiento óptimo, en cambio para estas mismas especies el crecimiento y la sobrevivencia son más bajos cuando en la primera alimentación se ofrecen alimentos artificiales.

Verreth et al²⁹ demuestran que en la etapa larval temprana, se ha encontrado un bajo éxito de las dietas secas, esto ha sido atribuido a la insuficiente toma del alimento, digestión y absorción debido a la ausencia de un sistema digestivo funcional, cuando los alimentos artificiales para larvas son formulados y preparados, deben seleccionarse ingredientes altamente digeribles.

Las materias primas de origen animal por lo general dan mejores resultados debido a la alta digestibilidad, perfil de aminoácidos esenciales, palatabilidad, riqueza en vitaminas del grupo A y contenido de ácidos grasos esenciales. Todos estos factores hacen que en general los productos de origen animal y sobre todo los marinos sean más favorables.

²⁷ TANAKA, H. Growth of larvae fed with artificial diet. Aquaculture In Japanese. 1998. p. 37. Citado por: PAHI, Ana. Evaluación de tres dietas (microcosmos, artemia, microencapsulados) en la primera alimentación de larvas de capaz (*Pimelodus grosskopfii*, Steindachner, 1879). Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. 2007. 89p

²⁸ ATENCIO, Victor. Influencia de la primera alimentación en alevinos de yamú *Bryconsiebethalae* (Eigenmann 1912). Brasil. Universidad Federal de Santa Catarina. Centro de Ciencias Agrarias. 2000. 72 p.

²⁹ VERRETH et al. The development of a functional digestive system in the african catfish *Clarias gariepinus* (Burchell). J. World Aquacult. Soc. 1992. 286 – 298. Citado por: PAHI, Ana. Evaluación de tres dietas (microcosmos, artemia, microencapsulados) en la primera alimentación de larvas de capaz (*Pimelodus grosskopfii*, Steindachner, 1879). Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. 2007. 89p.

Atencio demostró que:

Los cambios anatómicos y fisiológicos durante el desarrollo de las larvas de *P. fasciatum* son factores que definen sus requerimientos nutricionales, además es dependiente del alimento vivo como dieta inicial, considerando que el mayor constituyente nutricional en el alimento vivo es la proteína, la capacidad proteolítica para la digestión del alimento puede ser considerada como la más importante durante la fase larvaria temprana de esta especie, las cuales no tienen un estómago funcional y dependen de una digestión alcalina del tipo tripsina para la digestión del alimento y caso contrario cuando el estómago es completamente funcional, la actividad proteolítica en las larvas cambia principalmente del tipo tripsina al tipo pepsina o digestión ácida, este aspecto puede tener implicaciones en el tipo de proteína que el pez es capaz de digerir. La capacidad de las larvas para la digestión en cada una de las alimentaciones durante el día, así mismo, el tiempo entre una alimentación y otra debe ser suficiente para permitir a las larvas una digestión adecuada del alimento. La frecuencia óptima de alimentación debe ser determinada para cada especie bajo estudio³⁰.

Guillaume et al reportan que:

La edad en la que se practica el destete varía considerablemente según la especie. En principio parece estar determinada por el tamaño de las larvas y el desarrollo de las técnicas de cultivo, más que por un estadio fisiológico particular. Una alimentación artificial, demuestra crecimientos iniciales inferiores, no obstante permite obtener actualmente tasas de supervivencia muy similares a las de la alimentación viva (superior al 90%). Así mismo comenta que en diez años, también se han hecho progresos importantes en peces marinos como la lubina, el rodaballo y el lenguado cuyas larvas pesan de 0,2 a 0,5 mg al inicio de la vida trófica. La edad de destete se ha podido rebajar de 60 días a 30 o 40 días en las condiciones de producción. También se han registrado aumentos netos en la supervivencia y sobre todo en el crecimiento, en particular gracias al perfeccionamiento de alimentos especiales.

El mismo autor menciona que debe evitarse dos obstáculos: la sub alimentación de las larvas y la polución del medio de cultivo. Al igual que las presas vivas, las partículas de alimento deben estar presentes en grandes cantidades alrededor de las larvas. El mantenimiento de una concentración suficiente de partículas en suspensión supone la multiplicación del número de comidas y la extensión del período de distribución. Se deben investigar las condiciones de cultivo que favorezcan la detección, la captura y la ingestión de las partículas. Los estímulos visuales y químicos son importantes ya que condicionan la velocidad de aceptación del alimento artificial. Las partículas alimentarias deben tener un tamaño adecuado y una

³⁰ATENCIO, Victor, Op. cit., p. 8.

estabilidad en el agua que no sea ni excesiva, de modo que pueda ser degradada en la luz intestinal, ni insuficiente, para no disgregarse o disolverse en el agua³¹.

3.4 FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN

Un aspecto poco estudiado en el cultivo de larvas de peces nativos, y que afectan la supervivencia de las larvas, es la frecuencia de alimentación. Medeiros³² afirma que el canibalismo puede ser controlado por un simple cambio en la disponibilidad del alimento.

Cuando las post larvas consumen todo el saco vitelino y comienzan a consumir alimento exógeno, el intestino es corto y las células de la mucosa intestinal son poco diferenciadas, así, que la digestión es muy rudimentaria. Como el intestino es pequeño y la comida es retenida en el tracto digestivo por un periodo corto de tiempo, el vaciado puede producirse dentro de 2 a 9 horas, lo que indica que el suministro de alimentos, debe ser más frecuente que en adultos.

Las post larvas ingieren más alimento por unidad de peso que los peces adultos, consumiendo desde un 300% a un 50% por día en comparación con el peso corporal de los alevinos. Por lo tanto, para distribuir esta gran cantidad de alimento en la larvicultura, es común que esto se suministre de 10 a 24 veces al día o continuamente. Medeiros³³, sustenta que otro aspecto que explica una mayor frecuencia en la dieta, es que la mayoría de los huevos que dan origen a larvas de teleósteos, son numerosos y pequeños, y en consecuencia tienen una pequeña reserva vitelina, que requiere una alimentación más intensa y frecuente sobre los primeros días de vida.

La frecuencia de alimentación, también puede tener una influencia importante cuando las larvas de los peces de agua dulce se alimentan de organismos de agua salada, como los rotíferos *Brachionusplicatilis* y *Artemiasp*, por lo tanto, el fuerte cambio de medio influye en la sobrevivencia de estos, afectando el consumo de larvas.

³¹ GUILLAUME et al. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Madrid. Mundi- prensa. 2004. 475 p.

³² MEDEIROS, Sergio. Sobrevivência e crescimento de larvas de Surubim *Pseudoplatystoma corruscans*(spix&agassiz,1829) sob diferentes condições alimentares. Recife. Universidade federal rural de Pernambuco. Departamento de pesca e aquicultura. 2007. 64 p

³³ Ibid., p. 22.

Gómez y Criscuolo³⁴ sustentan que las larvas de yamú (*Bryconamazonicus*) aceptan dietas secas que contengan 35% de proteína y el suministro del pienso debe hacerse ocho veces al día, debido a que esta especie es muy voraz. La ración se suministra a voluntad. Campos³⁵ sugiere que la alimentación para el pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) en la fase de larvicultura se debe iniciar con artemia y realizarse por lo menos ocho veces al día, además comenta que la supervivencia depende de la estructura física disponible, calidad y cantidad de agua, adecuado suministro de alimento (cantidad, calidad y método de suministro), el manejo sanitario (limpieza diaria de las unidades de cultivo, prevención y control de enfermedades).

3.5 ADAPTACIÓN O DESTETE

Guerrero³⁶ sustenta que el acondicionamiento o destete consiste en el cambio gradual del suministro de alimento vivo a dieta artificial, proceso considerado como crítico en la crianza de peces carnívoros. El éxito de este proceso depende del alimento suministrado (digestibilidad y atractabilidad) y de las características de las post-larvas (edad, desarrollo del tracto digestivo); por lo tanto, un factor importante para el acostumbramiento exitoso es el tiempo mínimo de suministro de alimento vivo antes de iniciar el entrenamiento a consumo de dietas secas.

Luz³⁷ afirma que en la larvicultura intensiva, además de la densidad; la calidad de los alimentos que se suministran también es fundamental para el éxito de la actividad. La artemia se puede ofrecer a las larvas de peces en la primera alimentación, con buena aceptación de las diversas especies, sin embargo, los altos costos asociados con la baja tasa de supervivencia de los micro crustáceos en agua dulce, hace menos disponible el alimento y ha contribuido a la utilización

³⁴GÓMEZ, Levy; CRISCUOLO, Elizabeth. Matrinxã (*Bryconamazonicus*). Citadas por: BALDISSEROTTO. B y GÓMEZ, L. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2ª Edição revista e Ampliada. Brasil. Editora UFSM. 2010. p. 156. (149 - 174)

³⁵ CAMPOS, João. O cultivo do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*, Spix; Agassiz, 1829), outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus Híbridos. En: BALDISSEROTTO. B y GOMES, L. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2 ed. Brasil. UFSM. 2010. p. 335 - 361

³⁶GUERRERO, Camilo. Treinamento alimentar de pintado *Pseudoplatystoma corruscans*(Agassiz, 1829): Sobrevivência, crescimento e aspectos económicos. São Paulo. Universidade Estadual Paulista. Centro de Aqüicultura. 2003. 72 p.

³⁷ LUZ, Ronald. Aspectos da larvicultura do trairão *Hopliaslacerdae*: manejo alimentar, densidade de estocagem e teste de exposição ao ar. Brasil. Universidade estadual paulista. Centro de Aqüicultura da Unesp. 2004. 120 p.

de alimento vivo en combinación con dietas artificiales especiales para permitir la producción óptima de larvas de peces. La transición se puede lograr de manera gradual durante unos días antes de la sustitución completa de los organismos.

Azambuja de Freitas et al³⁸, evaluaron el consumo de dieta seca con alimento vivo en larvas de mandí-pintado (*Pimelodusbriiskii*). La ración se suministró junto con nauplios de artemia durante cuatro días y se reemplazó gradualmente por alimento seco hasta el día 8 del experimento, verificándose que las larvas muertas no mostraron signos evidentes de agresión, considerando que no existe presencia de canibalismo debido a la eficiencia de la utilización de las dietas artificiales como fuente de energía en post larvas de peces, permitiendo un crecimiento más homogéneo y mayor supervivencia. Por otra parte, Feiden et al³⁹, demostró que la especie *Steindachneridionsp* alimentada con una combinación de dieta natural y artificial, en ambientes oscuros, presentan un desarrollo similar y más rápido, permitiendo la reducción de canibalismo y mayor sobrevivencia.

Algunos trabajos reportados por Nuñez et al⁴⁰ en *Pseudoplatystoma spy* Cruz et al⁴¹ en *Leiariusmarmoratus* demuestran que durante los primeros 15 días post eclosion (DPE) el canibalismo es evidente en larvas alimentadas con Artemia salina; este comportamiento disminuyó considerablemente durante el periodo de acostumbamiento para *L. marmoratus*, y se mantuvo para *Pseudoplatystoma sp*, concluyendo que, el impacto del canibalismo depende directamente de la disponibilidad y de la calidad de los recursos alimenticios ofrecidos, y cualquier restricción alimenticia puede desencadenar o aumentar este comportamiento.

³⁸AZAMBUJA DE FREITAS et al. Densidade de estocagem de larvas de mandi-pintado (*Pimelodusbriiskii*). En:Revista Académica de Ciências Agrarias Ambientales. 2010. Vol. 24, No 4. p. 389 - 396. ISSN 0103-989X

³⁹ FEIDEN et al. Desenvolvimento do Surubim do Iguazu (*Steindachneridionsp.*, Garavello (1991) (*Siluroidei:Pimelodiæ*) em ambiente escuro durante a fase inicial, alimentado com diferentes dietas. En:Revista Ciências Agrarias. 2005. Vol 26, No 1.. p. 109 - 115.

⁴⁰NUÑEZ et al. Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the bolivian Amazon. In: Aquaculture Research. 2008. No. 39. p. 764-776.

⁴¹CRUZ et al. Acondicionamiento a dieta seca de larvas de Yaque (*Leiariusmarmoratus*) obtenidas por reproducción artificial. En: IV Congreso Colombiano de Acuicultura. Memorias. Colombia. 2008. p. 482.

En el estudio realizado por Marciales et al⁴², el suministro de *Artemia salina* durante las dos primeras semanas, facilitó la digestión de la dieta de transición suministrada, lo cual se manifestó en la mayor ganancia de talla y peso corporal, factor de condición y sobrevivencia, como lo reportó Borges et al citado por el mismo autor, para *Piaractus mesopotamicus*, en la cual encontraron que al utilizar conjuntamente organismos vivos y dieta inerte se obtienen mejores resultados en cuanto a parámetros productivos que cuando sólo se utilizaron organismos vivos, ya que el alimento vivo por sí solo no es suficiente para suplir los requerimientos nutricionales de las postlarvas de peces.

Muchos reportes señalan las ventajas del zooplancton en la alimentación de larvas de peces y que generan crecimientos favorables en la larvicultura. Muñoz et al⁴³ no encontró tales beneficios con larvas de *Rhamdiasebae*, el autor afirma que el bajo porcentaje de sobrevivencia en larvas alimentadas con zooplancton natural podría explicarse en la composición del mismo ya que este pudo incluir, además de alimento, organismos patógenos y predadores. También resalta dos hallazgos importantes, primero que las larvas hayan aceptado como primer alimento un concentrado comercial y segundo que hayan sobrevivido y crecido de la manera en que lo hicieron comparativamente con las larvas alimentadas con naúplios de *Artemiasp*

3.6. ESTRATEGIAS DE SUMINISTRO DEL ALIMENTO PARA LARVAS

Se han desarrollado diferentes estrategias para el uso de dietas artificiales en el cultivo de larvas de peces.

- **Uso directo.** Rodríguez⁴⁴, afirma que las dietas artificiales se suministran cuando las larvas presentan un estado avanzado de desarrollo al iniciarse la alimentación exógena. Se emplea en especies de agua dulce y salmónidos.

⁴²MARCIALES et al. Crecimiento y sobrevivencia de post-larvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma sp*) y yaque (*Leiarius marmoratus*) consumiendo una dieta seca. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Abril, 2011. Vol 24, No 2. Disponible en Internet: <URL: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/670>>

⁴³MUÑOZ, Fannery; TOBAR, José y ARIAS, José. Respuesta a la primera alimentación en larvas de barbilla *Rhamdiasebae*.f. (pisces: siluriformes, pimelodidae). En: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Marzo, 2007. Vol. 5. No 1. p. 47 - 53. Disponible en Internet: <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol5/6Vol5.pdf>

⁴⁴ RODRÍGUEZ, Andrés. Avances y Perspectivas en Microdietas para Larvas de Peces. En: Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura. 2009. No 30 ISSN 1578-4541.

- **Destete tardío.** Person y Leruyet⁴⁵, sustenta que una vez que la larva desarrolla un estomago funcional, es posible alimentarlas directamente con alimento artificial, este proceso se denomina destete. Por lo general, se lleva a cabo entre el primer y segundo mes de desarrollo. En ocasiones es difícil lograr que el animal acepte la dieta artificial una vez que se ha habituado al alimento vivo por un período prologando.

- **Destete progresivo.** “El alimento artificial se suministra en conjunto con el alimento vivo desde el inicio de la alimentación exógena. A través del tiempo, se incrementa la proporción de la dieta artificial y se reduce el alimento vivo. Esta estrategia es la que ha tenido mayor éxito con diversas especies de peces marinos”⁴⁶.

- **Co-Alimentación.** Cahu y Zambonino⁴⁷, afirman que la co-alimentación, es similar al destete progresivo, y se define como alimentar con dietas inertes y vivas al mismo tiempo, La diferencia radica en que esta estrategia de alimentación engloba la utilización de microalgas (cultivos en agua verde), además de rotíferos y artemia. Se plantea como una estrategia para reducir la utilización de alimento vivo durante la primera alimentación de larvas de peces siendo importante resaltar que permite que las larvas se acostumbren a la presencia de la microdieta y la asimilen como una parte integrante de su entorno disminuyendo el trauma que significa el destete.

3.7 DESARROLLO LARVAL

Padilla et al⁴⁸ mencionan que la eclosión de larvas de bagre rayado se inicia a las 14±2 horas de incubación a 27° C de temperatura. Al nacer las larvas tienen una

⁴⁵PERSON y LERUYET. Early weaning of fish larvae onto microdiets: constraints and perspectives. *In* Advances in Tropical Aquaculture. p. 625-642. Citado por: LAZO, Juan. Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos. En: V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. (19-22 Noviembre Yucatán, Mexico). Memorias. Merida. 2000. p. 300 - 312

⁴⁶Ibid., p. 308.

⁴⁷CAHU y ZAMBONINO. Effect of dietary phospholipid level and phospholipid:neutral lipid value on the development of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae fed a compound diet. In: British Journal of Nutrition. p. 21-28. Citado por: RODRÍGUEZ, Andrés. Avances y Perspectivas en Microdietas para Larvas de Peces. En: Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura. 2009. No 30 ISSN 1578-4541.

⁴⁸PADILLA et al. Reproducción inducida de la doncella *Pseudoplatystoma fasciatum* y desarrollo embrionario – larval. En: Revista Folia Amazónica. 2001. Vol. 1, No. 1, p. 141 – 154.

longitud total de $3,02 \pm 0,12$ mm y presentan saco vitelino. Después de 21 horas, se observan los pigmentos oculares y comienzan a desarrollarse las barbillas maxilares. A los 3 días, el saco vitelino se reabsorbe y se completa la conexión del tubo digestivo con la boca. A partir del cuarto día, las larvas consumen alimento vivo y tienen una longitud total de $5,82 \pm 0,19$ mm. A los siete y ocho días de nacidas las post-larvas presentan todas sus estructuras anatómicas bien definidas.

3.8. LARVICULTURA Y ALEVINAJE

Mojica et al⁴⁹ determinan que el proceso de larvicultura y alevinaje se inicia en piletas rectangulares con larvas que están iniciando alimentación y termina varias semanas después con alevinos de más de 10 cm de longitud total, acostumbrados a ingerir raciones comerciales peletizadas o extrudizadas con alto contenido de proteína.

Así mismo menciona que las larvas deben mantenerse en ambientes cerrados oscuros, con continuo recambio, aireación y una temperatura promedio de 27 °C que no debe ser superior a 29°C ni inferior a 25°C para evitar la presencia de patologías y principalmente el ataque de ectoparásitos. El oxígeno disuelto debe estar por encima de 5 mg/L y amonio inferior a los niveles críticos. Cuando se utiliza un sistema de recirculación no se reducen las cantidades de amonio, por lo cual se debe hacer limpieza por lo menos dos veces por día y renovar el 50% de agua del sistema. Un período de cuatro semanas es lo recomendado para esta fase.

“La etapa de alevinaje tiene duración aproximada de siete semanas, los alevinos que tienen cinco centímetros deben ser mantenidos a una densidad de dos peces por litro en tanques circulares negros con una columna de agua de 50 cm, con aireación y recambio permanente a temperaturas de 27° C, en ambientes cerrados y oscuros”⁵⁰.

En *P. fasciatum*, tanto en la fase de larvicultura como en la mayor parte del período de alevinaje, se presentan elevadas tasas de mortalidad, debido principalmente a depredación intra-específica, conocida también como

⁴⁹MOJICA, H.; RODRIGEZ, J.A y OROZCO, C.R. Op. cit., p. 25

⁵⁰Ibid., p. 17.

canibalismo fraternal e intracohorte, el cual es favorecido por la heterogeneidad en las tasas de crecimiento, inadecuada alimentación y altas densidades poblacionales⁵¹.

Según Campos la larvicultura del bagre rayado se realiza de la siguiente manera:

- **Tanques con flujo continuo de agua.** Larvas sembradas a una densidad aproximada de 5.000 a 10.000/m². Alimentadas con zooplancton, peces o carne molida, hasta alcanzar de 4 a 5 cm. Los tanques y demás estructuras deben protegerse de la luz directa del sol. El suministro de alimentación comienza en incubadoras (generalmente artemia), durante 30 -40 días, período en el cual deben ser constantemente clasificadas por tamaño para evitar el canibalismo.
- **Estanques de tierra previamente abonados.** Sembrados a una densidad de 100 a 150 larvas/m². Los estanques pueden ser sembrados con larvas de especies forrajeras como *Leporinus*, *Prochilodus*, *Colossoma*, etc. Se debe sembrar durante el primer "bloom" de zooplancton; cladóceros son el alimento ideal en esta fase. Fitoplancton y zooplancton deben cuantificarse constantemente y fertilizar adicionalmente en caso de ser necesario. La cosecha es a los 30 días (4–5 cm), preferentemente durante la noche. La mortalidad depende de la población de zooplancton al momento de la siembra, el clima, la predación por larvas de insectos (libélulas).
- **Estanque auto limpiante.** Posteriormente, los juveniles de *Pseudoplatystoma* deben ser transferidos a estanques auto limpiantes con flujo de agua continuo a una densidad de 1.500 a 6.000 juveniles/m². En esta fase los juveniles deben acostumbrarse al alimento artificial y se debe eliminar gradualmente el suministro de alimento vivo.⁵²

3.9 LARVICULTURA Y SU IMPORTANCIA EN EL PROCESO PISCÍCOLA

Prieto afirma que:

El problema en el ciclo de producción de peces, es sin duda, la fase de larvicultura; la disponibilidad de y alevinos, en cantidades y con buena calidad es todavía el factor crítico para el éxito de la producción intensiva, en la cual la alimentación y la nutrición han sido señaladas como los principales factores responsables de los frecuentes

⁵¹Ibid., p. 17.

⁵² CAMPOS. Op. cit., p. 120

desaciertos en la larvicultura, constituyendo el cuello de botella que impide la expansión de la actividad.

Las de la mayoría de las especies son planctófagas, principalmente zooplanctófagas aun cuando sus adultos sean herbívoros, omnívoros o carnívoros. Cuando inician la alimentación exógena, las larvas de la mayoría de especies comerciales tropicales son altriciales, con tracto digestivo aún no completamente formado, intestino anterior indiferenciado y sin glándulas gástricas, utilizando las enzimas de las presas, constituidas principalmente por zooplancton, para facilitar el proceso de digestión y estimular la producción de las enzimas endógenas, siendo así dependientes del zooplancton.

Así mismo sustenta que el manejo inadecuado de la primera alimentación es una de las barreras para el éxito de la larvicultura de los peces tropicales, en especies marinas principalmente por el pequeño tamaño de la boca, y en las especies de agua dulce, por la pobre capacidad natatoria, densidades inadecuadas de presas, la composición bioquímica del alimento y el precario estado de desarrollo del aparato digestivo al inicio de la alimentación exógena⁵³.

Martínez y Ríos⁵⁴ determinaron que existen tres procedimientos principales para la alimentación inicial de:

- Uso de zooplancton proveniente de colectas en ambiente natural o la concentración de las en estanques en tierra fertilizados, después de la abertura de la boca.
- Uso de organismos zooplanctónicos (rotíferos, cladóceros, copépodos y artemia) cultivados en laboratorio.
- Introducción precoz de alimento inerte, principalmente raciones microencapsuladas.

Prieto afirma que:

⁵³ PRIETO, Martha. Manejo de larvicultura de peces tropicales de importancia acuícola. En: Memorias. III seminario Nacional de Ingeniería en Producción Acuícola. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. 2006.

⁵⁴ MARTINEZ, Carlos y RIOS, Martha. Aspectos de la alimentación de los peces y el uso de microagregados en acuicultura. En: IV seminario de acuicultura. memorias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2005

La técnica de larvicultura adoptada por la mayoría de los piscicultores tropicales es el sistema semi-intensivo, que consiste en el almacenamiento directo de las en estanques fertilizados inmediatamente después del inicio de la alimentación exógena. Esa técnica generalmente resulta en bajas tasas de sobrevivencia dificultando la producción de alevinos a gran escala, la producción se torna muy variable, altamente dependiente de las condiciones ambientales, tales como temperatura, abundancia de alimento apropiado, presencia de predadores, enfermedades, entre otros, lo que no permite la proyección de la producción en una etapa posterior⁵⁵

Además sustenta que alternativamente existe la posibilidad de cultivar en sistema intensivo. En este sistema las larvas y post larvas son mantenidas en laboratorio donde permanecen protegidas de predadores y reciben alimentos de calidad y en cantidad adecuada a su desarrollo inicial. Posteriormente cuando están más crecidas, son transferidas a los estanques externos. Así el cultivo de larvas en laboratorio permite investigaciones más detalladas sobre los hábitos y preferencias alimenticias y sobre el comportamiento de larvas y, información imprescindible para el desarrollo de la piscicultura tropical. Con la difusión del sistema intensivo de larvicultura, podría haber una mayor disponibilidad de alevinos de buena calidad para la etapa de engorde. Se ha observado que las tasas de sobrevivencia en el alevinaje se incrementan cuando se realiza el manejo del inicio de la alimentación exógena en condiciones controladas, utilizando zooplancton (nauplios de artemia, zooplancton silvestre libre de predadores seleccionado por tallas y larvas forrajeras)

Los efectos de la larvicultura intensiva en el desempeño y sobrevivencia de los alevinos son fundamentales para garantizar altas producciones. Las ventajas de la larvicultura intensiva se basan en evitar las influencias ambientales desfavorables, generar condiciones ambientales óptimas, disminuir el factor de conversión alimentaría, aumentar la tasa de sobrevivencia, mantener la producción de peces independiente de factores estacionales, mejorar el periodo de producción y producir peces de manera más continua para el mercado.

3.10 CANIBALISMO

La larvicultura tiene por objeto incrementar las tasas de sobrevivencia en la compleja fase de transición de larva a juvenil manejando condiciones ambientales adecuadas, entre las que se destaca la definición de una estrategia alimentaria que garantice una estable y continua producción de alevinos. Una de las causas de mortalidad en esta etapa es el canibalismo, desde finales de la década de los años

⁵⁵PRIETO, Martha. Op, cit.,

80 este fenómeno ha llamado la atención de los investigadores por sus implicaciones económicas⁵⁶.

Atencio y Zaniboni⁵⁷ definen el canibalismo como un tipo especial de predación (predación intraespecífica) que consiste en matar a un individuo de la misma especie (coespecífico), independiente del estado de desarrollo, para consumirlo parcial o totalmente. A diferencia, la conducta agonística puede causar la muerte de un coespecífico sin el objetivo de consumirlo. En ambos casos, las causas y efectos son similares. Smith y Reay⁵⁸, realizaron la primera revisión de esta conducta en los teleósteos y describieron siete modelos de ocurrencia como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Criterios de clasificación del canibalismo

Criterio	Clasificación	Definición
Estado de desarrollo de la presa	Canibalismo de huevos Canibalismo post-eclosión (larva, juvenil y adulto)	Canibalismo de huevos fertilizados sin eclosionar Canibalismo de estados post-eclosión
Parentesco Caníbal-presa	Canibalismo filial Canibalismo fraternal Canibalismo sin parentesco	Canibalismo sobre las crías por los padres Canibalismo entre hermanos Canibalismo entre individuos sin ningún parentesco
Relación de edad caníbal-presa	Canibalismo intracohorte Canibalismo intercohorta	Canibalismo entre individuos de la misma edad. Canibalismo sobre individuos de menor edad.

Fuente Atencio, 2006.

⁵⁶ ATENCIO, Victor y ZANIBONI, Evoy. El canibalismo en la larvicultura de peces. En: Revista MVZ. Enero, 2006. Vol. 11, No. 1. p 9 – 19.

⁵⁷ Ibid; p. 9.

⁵⁸ SMITH, C y REAY, P. Canibalismo en peces teleósteos. En: Biología de peces. 1991; p 41 – 64. Citados por: ATENCIO, Victor y ZANIBONI, Evoy. El canibalismo en la larvicultura de peces. En: Revista MVZ. Enero, 2006. Vol. 11, No. 1. p 9 – 19.

Según Dominey y Blumer⁵⁹, el canibalismo es más común en los peces de lo que se tiene registrado y consideraron como excepcional su ausencia en un grupo particular de peces. Esta conducta es más común en los peces carnívoros y en los estados iniciales del desarrollo, su consecuencia en la larvicultura son las bajas tasas de sobrevivencia. El acto caníbal es cometido en cuatro acciones secuenciales: selección, ataque, aprehensión e ingestión de la presa; además se han observado diferencias en la aprehensión de la presa dependiendo de la relación abertura de la boca y tamaño de la presa, por lo que la aprehensión puede ser por la cola o por la cabeza. El canibalismo se considera una estrategia alimentaria que garantiza la sobrevivencia de una especie, reduciendo la competencia intraespecífica cuando existe limitada disponibilidad del alimento.

3.10.1 Causas del canibalismo “En la naturaleza, muchos factores estimulan la ocurrencia de la conducta caníbal, estos se pueden agrupar en dos categorías: endógena y exógena. La primera agrupa a los factores que están relacionados con la naturaleza del individuo (piscívora, cuidado parental, diferencias de tamaño). Las especies piscívoras tienen adaptaciones para la predación que les facilita la detección y captura de peces. La categoría exógena agrupa los factores ambientales que estimulan el canibalismo, entre estos han sido reportados: disponibilidad del alimento, frecuencia de alimentación, densidad poblacional, ausencia de refugios, intensidad de la luz y turbidez”⁶⁰.

Hecht y Appelbaum demostraron que:

El canibalismo como otras conductas (territorialidad) puede ser controlado por la disponibilidad del alimento. También es evidente que en ciertas especies, principalmente piscívoras, el canibalismo puede ser reducido por una adecuada alimentación pero no eliminado del todo. En estos casos la intensidad del canibalismo depende de la probabilidad de encuentro presa-predador (definida por la densidad) y por las diferencias en el tamaño. En términos prácticos de la larvicultura, para que un alimento se considere disponible es necesaria su distribución uniforme, con la

⁵⁹DOMINEY J y BLUMMER L. Cannibalism and early life stages of fishes. In: Hausfater G, New York. 1984. Citados por: ATENCIO, Victor y ZANIBONI, Evoy. El canibalismo en la larvicultura de peces. En: Revista MVZ. Enero, 2006. Vol. 11, No. 1. p 9 – 19.

⁶⁰HECHT, T y PIENAAR, A. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. In: Journal of the World Aquaculture Society. 1993. Vol. 24, No. 2; p 246 – 261. Citados por: ATENCIO, Victor y ZANIBONI, Evoy. El canibalismo en la larvicultura de peces. En: Revista MVZ. Enero, 2006. Vol. 11, No. 1. p 9 – 19.

frecuencia adecuada y con el tamaño de partícula apropiado según la abertura de la boca de las larvas⁶¹.

“El canibalismo puede ser un problema serio en las especies caníbales persistentes, si gran parte de la población no acepta la dieta seca como alimento; por lo que es importante realizar gradualmente el cambio de las dietas inertes. En las especies donde esta característica se considera normal (piscívoros) incluso con suficiente disponibilidad de alimento, las altas densidades estimulan esta actividad por el incremento de la probabilidad de encuentro caníbal –presa”⁶².

3.10.2 Control del canibalismo. Considerando las causas del canibalismo en la larvicultura es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones para controlar esta conducta⁶³:

- Preferir los alimentos vivos en el manejo de la primera alimentación.
- Ofrecer un tamaño de alimento adecuado a la abertura bucal de la larva.
- Ofrecer alimentación a saciedad, con una frecuencia óptima y considerando una distribución homogénea del alimento en toda la superficie del agua.
- Realizar gradualmente el cambio de dietas vivas a dietas inertes.
- Identificar el momento de la primera alimentación para evitar someter las larvas a ayuno, lo cual estimula la conducta caníbal, de igual manera, es importante establecer el mejor momento para iniciar el cambio gradual de dietas vivas a dietas inertes.
- Determinar la densidad de siembra adecuada.
- Realizar una selección periódica por tamaño para su homogenización.

⁶¹ HECHT, T y APPELBAUM, S. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larva and juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae: pisces) under controlled conditions. In: Journal of Zoology. Enero, 1988. Vol. 214, No. 1. p 21 – 44.

⁶² CUFF, W. Initiation and control of cannibalism in larval walleyes. In: The Progressive Fish-Culturist. 1977. Vol. 39, No. 1. p 29 – 32. Citados por: ATENCIO, Victor y ZANIBONI, Evoy. El canibalismo en la larvicultura de peces. En: Revista MVZ. Enero, 2006. Vol. 11, No. 1. p 9 – 19

⁶³ ATENCIO, Victor y ZANIBONI, Evoy. Op. Cit., p. 15.

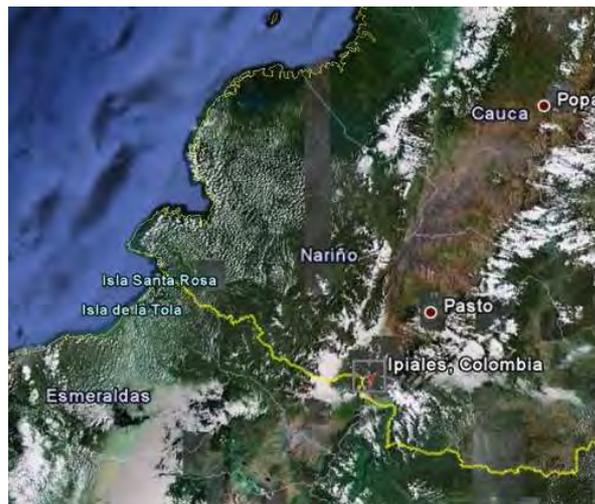
- Hasta donde sea posible renovar los individuos dominantes o caníbales.
- Determinar las preferencias ambientales de las larvas (luz, transparencia).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LOCALIZACIÓN

Esta investigación se realizó en el Laboratorio de Ficología y Productividad Primaria de la Universidad de Nariño, sede Torobajo, ubicado al noroeste de la ciudad de San Juan de Pasto, departamento de Nariño (Figura 2), con las siguientes coordenadas, "latitud 1°09'16" norte y longitud 77°08'25", altura de 2510 msnm, temperatura promedio de 14°C, precipitación anual de 1180mm y humedad relativa de 75%"⁶⁴.

Figura 2. Localización geográfica de la Universidad de Nariño, Ciudad de San Juan de Pasto, Departamento de Nariño.



Fuente Google Earth

4.2 PERÍODO DE ESTUDIO

La investigación tuvo una duración de tres meses, tiempo en el cual se realizó la elaboración de la dieta, adecuación del sistema de recirculación, obtención del material biológico, fase de adaptación, distribución de los ejemplares y acostumbamiento al consumo de dieta seca de post-larvas de Bagre Rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*).

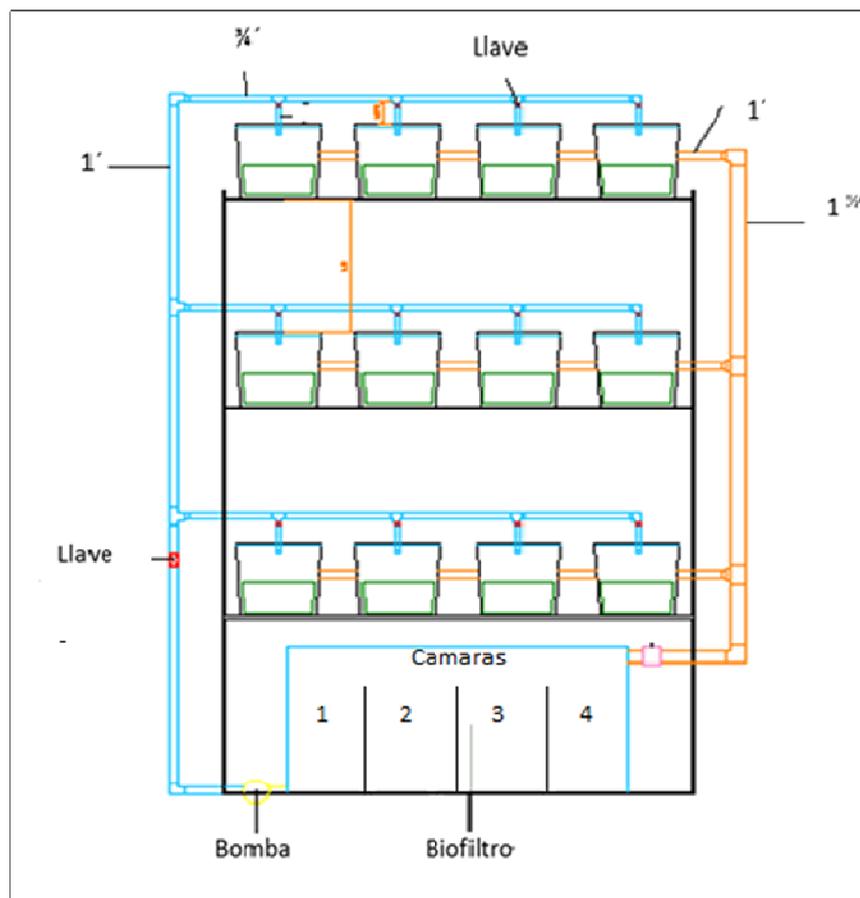
⁶⁴ Oficina de planeación, Universidad de Nariño, Sede San Juan de Pasto

4.3 INSTALACIONES

La ejecución del proyecto se realizó en el laboratorio de Ficología y Productividad Primaria del Departamento de Recursos Hidrobiológicos el cual tiene un área de 24 m² y cuenta con un sistema de aireación, sistema de agua potable e instalaciones eléctricas y de gas.

Se utilizó un sistema de recirculación, con 12 acuarios de 18 L de capacidad con forma trapezoidal. La regulación de aire se realizó a través de blowers y piedras difusoras (Figura 3). Adicionalmente este cuenta con un tanque reservorio externo de 100 L de capacidad, el cual se mantuvo con agua limpia y decolorada.

Figura 3. Sistema de recirculación



El biofiltro estuvo conformado por cuatro cámaras, de izquierda a derecha de la siguiente manera:

- **Cámara 1.** Encargada de la succión del agua mediante una electrobomba de ½ HP de potencia, de una pulgada de diámetro.
- **Cámara 2 y 3.** Con guata y biobarriles para ayudar en los procesos de desnitrificación.
- **Cámara 4.** Conformada por un sistema de descarga y bypass, para evitarla sobrepresión hacia los acuarios.

4.4 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

4.4.1 Materiales. Los materiales utilizados en esta investigación se describen a continuación:

- Acuarios de acrílico de 18 L (22 x 25 x 25 cm)
- Bandejas de acero inoxidable
- Espátulas
- Piedras difusoras
- Manguera (diámetro 5 mm)
- Tanque plástico 100 L
- Bolsas herméticas
- Neveras de icopor
- Cajas Petri
- Acuarios capacidad de 90 L (90 x 32 x 32 cm)
- Recipientes plásticos
- Tubos de ensayo (16 x 100 mm)
- Erlenmeyer 50 mL
- Probeta 10 mL
- Goteros plásticos
- Nasas
- Baldes plásticos 12 L
- Plástico calibre 300
- Jeringas 3 mL
- Atomizador
- Tamiz No 60

4.4.2 Insumos. Se emplearon los siguientes:

- Filete de merluza
- Aceite de soya
- Torta de soya
- Harina de maíz
- Mogolla
- Gelatina
- Pre mezcla mineral y vitamínica
- Solomillo de res
- Harina de yema de huevo
- Aceite de hígado de bacalao
- Permanganato de potasio
- Biopolímeros Aquasafe
- Bacterias nitrificantes
- Harina de ajo
- Sal marina
- Artemia
- Eugenol
- Hipoclorito de sodio

4.4.3 Equipos. Se utilizaron los siguientes:

- Microscopio Olympus CX
- Nevera Haceb
- Balanza analítica Mettler H51 (160g – 0,00001g)
- Cámara digital Panasonic
- Termostatos RESUM 200 Vatios
- BlowersPowerlife
- Electrobomba PEDROLLO ½ HP
- Computador HP pavilion
- Colorímetro HACH DR/850
- Sistema Portable de Medición de Oxígeno Disuelto y Temperatura YSI 55^a
- pH metro WWR Scientific
- Blower de batería AIR PUMP 3800
- Pie de rey
- Micromolino Janke y Kunkel
- Incubadora Memmert

4.5 MATERIAL BIOLÓGICO

Se evaluaron 360 larvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) (Figura 4) de 40 horas post eclosión (HPE), con un peso promedio de 0,0018 g y una longitud promedio de 5,55mm, obtenidas por reproducción inducida en la estación piscícola la Maporita. Se empleó extracto hipofisario de carpa (EPC), aplicado en dos dosificaciones de 10 y 90% en un intervalo de 12 horas según el procedimiento descrito por Godinho y Godinho⁶⁵. La fertilización se realizó en seco e inmediatamente después los huevos se hidrataron y se llevaron a incubadoras cilindro-cónicas de 60 L, con flujo constante de agua (2.0 L/min) a una temperatura de 27°C hasta su eclosión y reabsorción del 50% del saco vitelino (24 HPE), finalmente se empacaron debidamente y trasladaron al laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria.

Figura 4. Larva de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*)



4.5.1 Recepción y aclimatación de larvas de bagre rayado. Una vez se tuvieron los animales en el laboratorio se colocaron las bolsas sin abrir en un acuario de 84 L, esperando hasta que la temperatura interna (27 °C) se iguale con la del agua del acuario (aproximadamente 30 minutos); luego se adicionó lentamente el agua del acuario a la bolsa para equilibrar los demás parámetros físicos y químicos; finalmente las larvas fueron liberadas en el acuario (Figura 4).

⁶⁵ GODINHO, H.P. y A.L. GODINHO. Induced spawning of the pacu, *Colossomamitrei* (Berg 1895), by hypophysation with crude carp pituitary extract. Citado por LANDINES et al. Reproducción de los peces en el trópico. Bogotá. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. 2005. p. 246.

Figura 5. Aclimatación de larvas.



4.5.2 Acondicionamiento. Se efectuó un acostumbramiento de las larvas a las condiciones de laboratorio y se observó un comportamiento caníbal en el día cuarto después de la reabsorción del saco vitelino. Se evaluó el comportamiento de los animales bajo variación del color de la iluminación, usando luz blanca y azul, tal como lo recomienda Volpato et al⁶⁶ para disminuir esta conducta.

Las larvas de Bagre rayado se alimentaron a saciedad durante 10 días con artemia, período en el cual la larva adquirió un peso promedio de $0,0384 \pm 0,0104$ g, longitud promedio de $1,684 \pm 0.163$ cm, y sus características post larvales (aletas bien formadas, los radios de las aletas y coloración), permitiéndole capturar presas de mayor tamaño.

Se determinó la presa de preferencia por las post larvas de bagre rayado, ofreciendo larvas de cachama y tilapia (3 mm) encontrando mayor aceptación por las larvas de tilapia. Para determinar la densidad de presa se realizaron los ensayos que se presentan en la tabla 1.

⁶⁶ VOLPATO et al. Environmental color affects Nile tilapia reproduction. En: Brazilian Journal of Medical and Biological Research. Abril, 2004. . Vol. 37, No. 4 p. 479 - 483

Tabla 1. Densidad de larvas de tilapia para alimentación de post larvas de bagre

Ensayo	Larvas de tilapia por cada larva de bagre	Consumo cada seis horas
1	1:1	0
2	3:1	0
3	5:1	1

4.5.3 Alimento vivo. Se utilizaron 23.000 larvas de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) recién eclosionadas (3 mm) como fuente de alimento vivo para las post-larvas de bagre rayado.

4.6 PLAN DE MANEJO

4.6.1 Desinfección, adecuación de instalaciones y acuarios. La desinfección de instalaciones y acuarios se realizó con hipoclorito de sodio a una concentración de 2000 ppm, utilizando un atomizador y enjuagando con abundante agua, luego se hizo la instalación y llenado de los acuarios. Para desinfectar la tubería del sistema se agregó 3 mg/L de KMnO_4 (Permanganato de potasio) y 0,6 g/L de NaCl (sal marina) al biofiltro y se dejó recircular durante 20 minutos. Posteriormente se eliminó el agua de lavado y se llenó nuevamente verificando el caudal del sistema, manejando una entrada de agua para cada unidad experimental de 2 Lpm.

Se adicionó biopolímeros naturales comerciales en el biofiltro en una concentración de 5 ml/L de agua para eliminar sustancias como el cloro, cloraminas y metales pesados. También se usó 5 ml de bacterias nitrificantes (*Bacillus* sp, *Lactobacillus* sp y *Streptococcus* sp) por cada 10 litros de agua, para lograr la maduración del biofiltro. La adecuación del sistema, desinfección de las instalaciones y maduración del agua se realizó 15 días previos a la recepción de larvas.

4.6.2 Siembra de postlarvas de bagre rayado. Después del periodo de acondicionamiento (10 días), los ejemplares fueron distribuidos de manera aleatoria en las unidades experimentales a una densidad de 1,66 larvas por cada litro, realizando una aclimatación por goteo y se registraron los datos iniciales de peso y talla.

4.6.3 Elaboración de la dieta. Se elaboró una dieta seca, previamente balanceada mediante el módulo Solver, de Ms-Excel, teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales del Catfish (*Ictalurus punctatus*). (Tabla 2)

Tabla 2. Requerimientos nutricionales del Catfish

Requerimiento	%
Humedad	10
Proteína	52
Fibra	7
Ceniza	11
Grasa	14
Energía kcal	458,4
Calcio	1,2
Fósforo	0,9

Fuente: FAO, 1989

La dieta se elaboró con materias primas de origen animal, vegetal y premezcla mineral - vitamínica, como fuentes adecuadas de energía, proteína, carbohidratos, lípidos y factores de crecimiento. (Tabla 3)

Tabla 3. Composición de la dieta

Materia prima	%
Harina de solomillo	10,00
Harina de merluza	28,00
Harina de carne	15,00
Torta de soya	15,00
Harina de maíz	10,00
Mogolla de trigo	10,00
Harina de yema de huevo	4,00
Aceite de hígado de bacalao	2,00
Aceite de soya	2,00
Pre mezcla mineral y vitamínica	2,00
Harina de ajo	1,50
Aglutinante	0,50
Aporte dieta	100,00

El procesamiento de las materias primas consistió en: el solomillo y la merluza, se cortaron en trozos, se ubicaron en bandejas de acero inoxidable y se secaron a estufa a 60°C durante 48 horas, posteriormente se molieron y tamizaron (246 μ). El mismo proceso se aplicó para la harina de yema de huevo haciendo una cocción previa (Figura 6).

Figura 6. Elaboración de harina de solomillo, merluza y harina de huevo



La dieta se elaboró mediante la mezcla de las materias primas usando el método de micro mezclas. La harina de yema de huevo y el ajo, fueron disueltos junto con el aglutinante en 1,5 litros de agua tibia. Esta solución se incorporó a la dieta hasta obtener una masa homogénea para la elaboración de pellets (3 mm), y se llevó a secado a una temperatura de 60°C (Figura 7).

Figura 7. Elaboración de la dieta.



4.6.3.1 Análisis bromatológico. Se realizó un análisis bromatológico de la dieta seca (Anexo A) y las materias primas, de acuerdo con el protocolo de Weende, adaptado por el Laboratorio de Bromatología de Laboratorios especializados de la

Universidad de Nariño y se determinó humedad, ceniza, grasa, fibra cruda, proteína, energía, minerales y extracto no nitrogenado.

4.6.4 Alimento y Alimentación. Se ofrecieron larvas de tilapia a razón de cinco individuos por cada post larva de bagre tres veces al día (08:00am, 12:00m y 04:00pm), las cuales se alimentaron a saciedad con la dieta seca 10 minutos antes de ser suministradas.

En los tratamientos establecidos se inició el destete progresivo según el protocolo establecido por Person Leruyet et al⁶⁷, disminuyendo diariamente el 20% de alimento vivo y reemplazándolo con la dieta seca. Atencio⁶⁸ recomienda suministrar 1mg/cm² de área de espejo de agua del acuario (900 cm²). Una vez reemplazado completamente el alimento vivo se suministró la dieta con 52% de proteína durante los siguientes 15 días.

4.6.5 Limpieza y recambio. El sifoneo de los acuarios se realizó diariamente en horas de la mañana antes de suministrar la primera alimentación del día, con el fin de evitar la acumulación de materia orgánica en forma de heces o alimento no consumido. Cada tres días se realizó un recambio parcial (30%) del agua del biofiltro.

4.6.6 Muestreo. Al inicio y final del experimento se midieron y pesaron cada uno los animales pertenecientes a cada unidad experimental. Con los valores de peso y longitud total se calcularon la ganancia en peso, ganancia de longitud y la tasa de crecimiento simple.

4.6.7 Medición de parámetros físicos y químicos. Fueron medidos los parámetros como temperatura (°C), Oxígeno disuelto (mg/L) y pH (unidades) tres veces al día (08:00am, 12:00m y 04:00pm); además mediante metodología de estándar métodos edición No.21 5210-B se determinó amonio (mg/L) y nitratos (mg/L) cada dos días.

⁶⁷PERSON – LERUYET J et al. Marine fish larvae feeding: Formulated diets or live prey. In: Journal World Aquaculture Society. 1993. Vol. 43. p. 211 - 224. Citados por: VELAQUEZ et al. Protocolo de adaptación de alevinos de Paiche *Arapaima gigas* al consumo de alimento artificial en cautiverio. En: Instituto de Investigaciones de la amazonia peruana. 2007. Vol 16. No 2. p. 7 - 10.

⁶⁸ATENCIO et al. Alimentación de larvas de cachama blanca *Piaractus brachipomus* con hormona de crecimiento de pejerrey *Odontheistes bonariensis*. En: V Congreso Colombiano de Acuicultura y congreso SLA. (14 – 18, Mayo; Pasto, Nariño). memorias. 2011.

4.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con submuestreo, conformado por cuatro tratamientos y tres réplicas por tratamiento. El modelo aplicado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} + \delta_{ijk}$$

Y_{ijk} = Variable respuesta.

μ = media poblacional

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

ε_{ij} = error experimental asociado a la j -ésima unidad experimental que recibió el i -ésimo tratamiento.

δ_{ijk} = Error de muestreo, asociado a la k -ésima muestra

k = unidad observacional.

Para aquellas variables que cumplieron los supuestos estadísticos como Normalidad, Homogeneidad de varianzas e independencia, se realizó un análisis de varianza ANDEVA con confiabilidad del 95%, al encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad, utilizando el Software Statgraphics Plus versión 5.1 y Microsoft Excel 2010. Para la variable sobrevivencia se realizó una prueba de BrandSnedecor con el siguiente modelo matemático:

$$\chi^2 = \frac{\sum ai \times Pi - [p^{\wedge} \times \sum ai]}{p^{\wedge} \times q}$$

Donde:

ai = número de éxitos en cada tratamiento (animales vivos)

Pi = proporción de éxitos en cada tratamiento

p^{\wedge} = proporción total de éxitos

q = proporción de fracasos (1- p)

4.7.1 Tratamientos. Se evaluaron cuatro tratamientos cada uno con tres réplicas a los cuales se suministró larvas de tilapia en diferentes tiempos y posteriormente se inició la adaptación al alimento inerte, de la siguiente manera:

- T1:** adaptación al alimento inerte desde el día 3
- T2:** adaptación al alimento inerte desde el día 4
- T3:** adaptación al alimento inerte desde el día 5
- T4:** adaptación al alimento inerte desde el día 6

4.7.2 Formulación de hipótesis. Para la realización de la investigación se plantearon las siguientes hipótesis.

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$: Ninguno de los tratamientos presenta diferencias significativas con respecto a la media de las variables evaluadas

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$: Al menos uno de los tratamientos presenta diferencias significativas con respecto a la media de las variables evaluadas.

4.7.3 Variables a evaluar

- **Incremento de peso.** Es el aumento de peso que presentan los individuos durante el período de estudio y se calcula por la diferencia entre el peso final y el peso inicial.

$$IP = Pf - Pi$$

Dónde:

Pf: Peso final

Pi: Peso inicial

- **Incremento de longitud.** Es el aumento de longitud que presentan los individuos durante el período de estudio y se obtiene mediante la diferencia entre la longitud inicial de la larva y la longitud de las larvas al final de la experiencia.

$$IL = Lf - Li$$

Dónde:

IL: Incremento de talla

Lf: Talla final

Li: Talla inicial

- **Sobrevivencia.** Es el porcentaje de los animales que sobreviven al finalizar el período de estudio; es la relación entre el número inicial y el número final de animales por 100.

$$S = \frac{Nf}{Ni} \times 100$$

Dónde:

S: Sobrevivencia

Ni: Número de animales iniciales

Nf: Número de animales finales

- **Tasa de crecimiento específica(TCE).** Es el incremento de peso expresado en porcentaje de un individuo en un determinado lapso de tiempo.

$$TCE (\%) = \left[\frac{\ln(Wf) - \ln(Wi)}{T} \right] \times 100$$

Dónde:

TCS (%)=Porcentaje de crecimiento mensual

Wf = Peso final

Wi = Peso inicial

- **Análisis parcial de costos.** Es el índice que resulta de dividir los beneficios entre los costos fijos calculado a valor presente de acuerdo a la siguiente formula.

$$RBC = \frac{B}{C}$$

Dónde:

RBC: Relación beneficio costo

B: Ingreso neto

C: Costos variables

5. RESULTADOS

5.1 VARIABLES EVALUADAS

Según el análisis de varianza se encontró que por lo menos una de las variables estudiadas (incremento de peso y talla, tasa de crecimiento específica, sobrevivencia y análisis parcial de costos), registró diferencias significativas con un 95% de confianza, lo cual permite aceptar la hipótesis alternativa.

5.1.1 Peso inicial de siembra. El peso inicial promedio de las postlarvas fue de $0,0384 \pm 0,0104g$ y un coeficiente de variación del 27,14% (Tabla 4), el cual representa una variación media, aceptable para medidas de peso en piscicultura, por lo cual este promedio puede ser utilizado como peso inicial para todos los tratamientos (*).

Tabla 4. Resumen estadístico de peso inicial

PESO INICIAL (g)	
Media	0,0384
Desviación estándar	0,0104
Coefficiente de variación	27,14

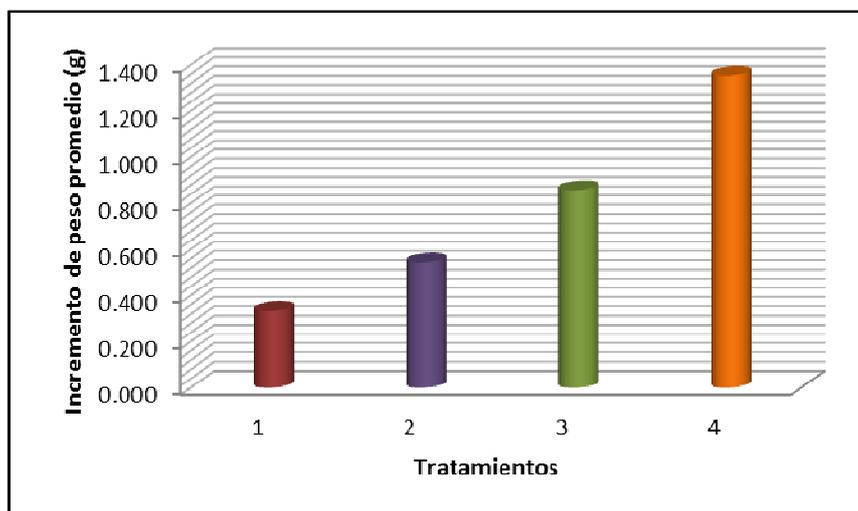
5.1.2 Incremento de peso. El análisis de varianza ($p < 0,05$) demuestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo K), y la prueba de significancia de Tukey (Anexo L), estableció que el tratamiento T4, correspondiente a la adaptación al alimento inerte desde el día 6, presentó mejores resultados (Figura 8) con un incremento promedio final de peso de $1,354 \pm 0,244g$, y el T1 con $0,334 \pm 0,048 g$, siendo este el más bajo. En la Tabla 5 se indican los pesos promedio con su respectiva desviación estándar y coeficiente de variación finales obtenidos para cada tratamiento.

*IMUÉS, Marco. Zoot, MSc. Profesor Departamento de Recursos Hidrobiológicos. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia, Marzo de 2013.

Tabla 5. Resumen estadístico para incremento de peso

Trat.	Frecuencia	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo	Rango
1	15	0,334	0,048	14,40	0,234	0,390	0,156
2	25	0,544	0,082	15,09	0,409	0,702	0,294
3	29	0,859	0,105	12,19	0,712	1,022	0,310
4	44	1,354	0,244	18,01	1,012	1,863	0,851
TOTAL	113	0,912	0,424	46,49	0,234	1,863	1,629

Figura 8. Incremento de peso promedio.



5.1.3 Longitud inicial de siembra. La longitud inicial promedio de las postlarvas fue de $1,6398 \pm 0,1597$ cm con un coeficiente de variación del 9,74% lo cual indica que la longitud inicial no fue fuente de variación (Tabla 6).

Tabla 6. Resumen estadístico de longitud inicial

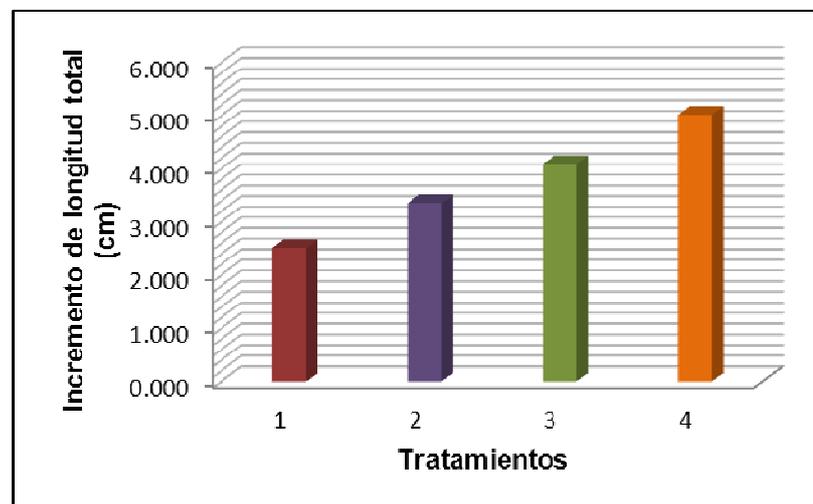
TALLA INICIAL (cm)	
Media	1,6398
Desviación estándar	0,1597

5.1.4 Incremento de longitud. Según el análisis de varianza ($p < 0,05$), para el incremento de longitud promedio semanal de los diferentes tratamientos, permite inferir que existen diferencias estadísticas significativas (Anexo M), además la prueba de significancia de Tukey (Anexo N) indicó que el T4, registró los mejores incrementos de longitud (Figura 15), con un promedio de $5,016 \pm 0,269$ cm, el valor más bajo en esta variable lo registró el T1 con $2,508 \pm 0,279$ cm, tal como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Resumen estadístico para incremento de longitud

Trat.	Frecuencia	Media	Desviación estándar	Coeficiente de variación	Mínimo	Máximo	Rango
1	15	2,508	0,279	11,11	2,18	3,02	0,84
2	25	3,352	0,297	8,87	2,96	3,82	0,86
3	29	4,090	0,138	3,38	3,82	4,29	0,47
4	44	5,016	0,269	5,37	4,32	5,35	1,03
TOTAL	113	4,077	0,925	22,68	2,18	5,35	3,17

Figura 9. Incremento de longitud total



5.1.5 Tasa de crecimiento específica. El análisis de varianza para esta variable ($p > 0,05$), indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo N). Mediante la prueba de Tukey (Anexo O), se puede observar que el tratamiento cuatro presenta la mejor tasa de crecimiento con $0,143 \pm 0,0070$ g (Tabla 8). Esto

indica que la especie alcanzó peso y talla ideales de comercialización en el menor tiempo de cultivo, mejorando la rentabilidad en una producción.

Tabla 8. Resumen estadístico para Tasa de Crecimiento Especifica

Trat.	Frecuencia	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo	Rango
1	15	0,091	0,0055	6,07	0,078	0,097	0,018
2	25	0,108	0,0057	5,28	0,098	0,118	0,020
3	29	0,126	0,0047	3,72	0,119	0,133	0,014
4	44	0,143	0,0070	4,89	0,132	0,156	0,024
TOTAL	113	0,124	0,0196	15,79	0,078	0,156	0,078

La tasa promedio de crecimiento especifica diaria para postlarvas de bagre rayado, (Figura 10), registró valores de 9,05% para T1; 10,84% para T2; 12,58% para T3 y 14,30% para T4 (Tabla 9).

Figura 10. Tasa de crecimiento promedio diaria.

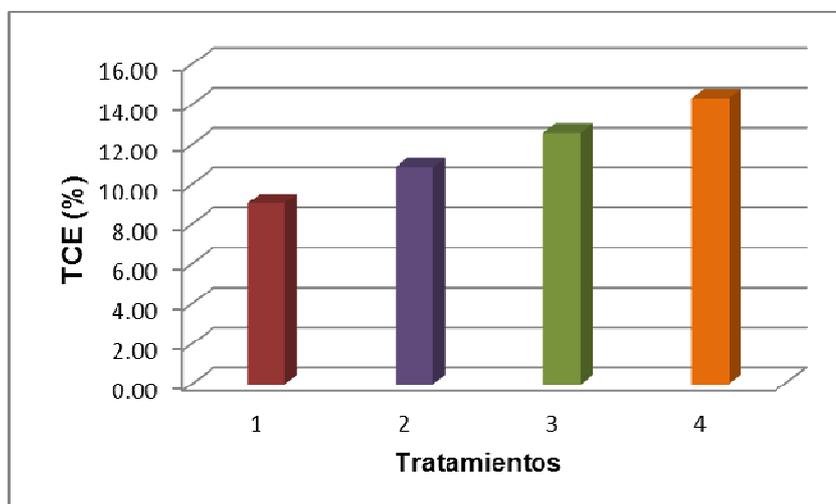


Tabla 9. Tasa de crecimiento especifica durante el ensayo.

Tratamiento	Tasa de Crecimiento Simple (%)
1	9,05
2	10,84
3	12,58
4	14,30

5.1.6. Supervivencia. Mediante la prueba estadística de Brand Snedecor (Anexo P), se encontró diferencias significativas estadísticas entre los tratamientos. Se registró una supervivencia final de 16,7% para T1, 27,8% para T2, 32,2% para T3 y 48,9% para el T4 (Figura 11), evidenciándose que el número de días que se brinda alimento vivo para iniciar un destete progresivo, influye directamente en la mortalidad de postlarvas de bagre rayado (Figura 12)

Figura 11. Porcentaje de supervivencia para los diferentes tratamientos.

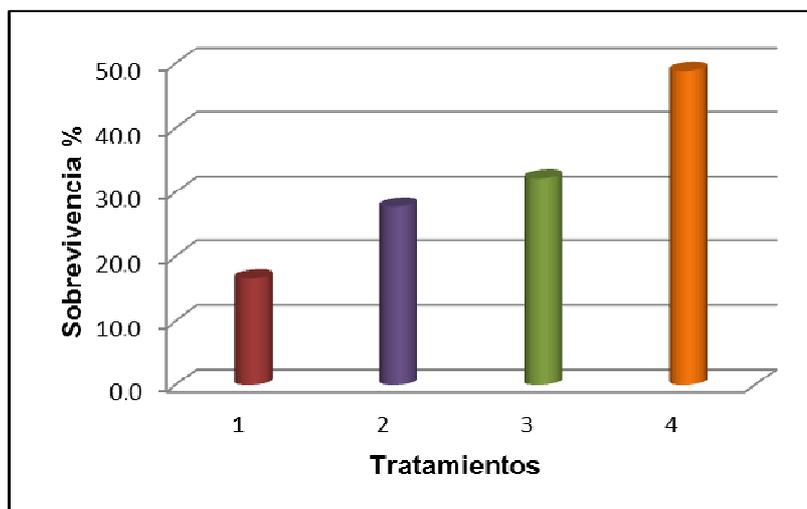
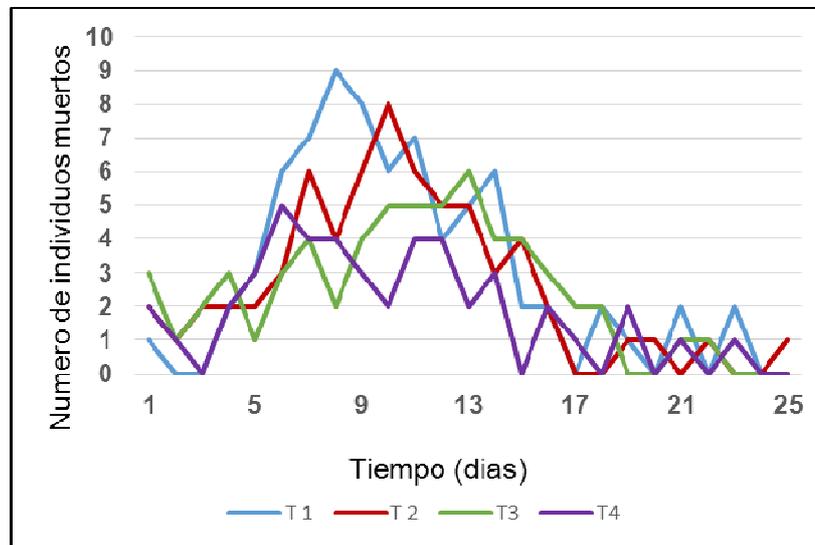


Figura 12. Comportamiento de la mortalidad en el periodo de estudio.



5.1.7. Análisis parcial de costos. Para el análisis, se consideró el costo de las post larvas de bagre rayado, materias primas, bacterias y otros. (Tabla 10) La relación beneficio-costo en el tratamiento 1 reportó un índice de 0,63, en el tratamiento 2 de 0,97, en el tratamiento 3 de 1,06y en el tratamiento 4 de 1,53, siendo este último el de mayor valor indicando que por cada unidad monetaria que se invierta se incrementara 0,53 unidades (Tabla 11). Esto se explica porque este tratamiento, en el cual se brindó alimento vivo durante más tiempo, presentó los mayores porcentajes de sobrevivencia, por lo tanto el ingreso por unidad de alevino vendido es mayor (Figura 13).

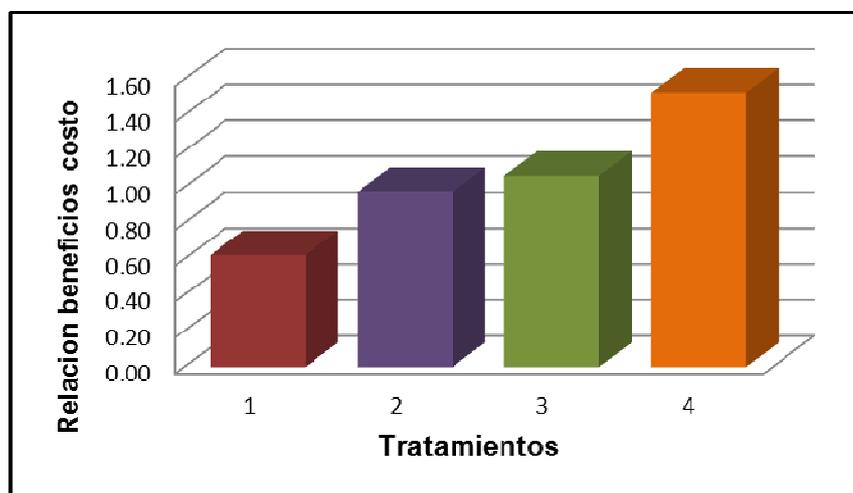
Tabla 10. Costos parciales del ensayo.

RUBROS	Cantidad	VR. Unitario (\$)	VR. Total (\$)	(%)
Larvas de tilapia	23.000	5	115.000	27,074
Post larvas de bagre rayado	360	150	54.000	12,713
Harina de solomillo (g)	100	9	920	0,217
Harina de merluza (g)	280	30	8.400	1,978
Harina de carne (g)	150	7	1.050	0,247
Torta de soya (g)	150	1	140	0,033
Harina de maíz (g)	110	1	73	0,017
Mogolla (g)	100	0	26	0,006
Yema de huevo (g)	50	3	125	0,029
Aceite de hígado de bacalao (ml)	20	108	2.166	0,510
Gelatina (g)	15	1	15	0,004
Aceite de soya (ml)	20	5	100	0,024
Premezcla mineral y vitamínica (g)	20	7	140	0,033
Bacterias nitrificantes	1	21.000	21.000	4,944
Biopolímeros naturales	1	8.000	8.000	1,883
Hipoclorito de sodio	1	6.100	6.100	1,436
Sal marina (Kg)	2	2.000	4.000	0,942
Mano de obra (8 horas/día)	8	25.438	203.504	47,911
TOTAL			424.758	100

Tabla 11. Costos e ingresos de producción durante el periodo experimental

Trat.	Costo total (\$)	N. Animales	Precio venta (\$)	Ingreso bruto (\$)	Ingreso neto (\$)	Beneficio/ Costo
1	96339,53	15	4000	60000	36339,53	0,62
2	102639,53	25	4000	100000	-2639,52	0,97
3	108939,53	29	4000	116000	7060,48	1,06
4	115239,53	44	4000	176000	60760,48	1,53

Figura 13. Relación beneficio costo por tratamiento.



5.2 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA.

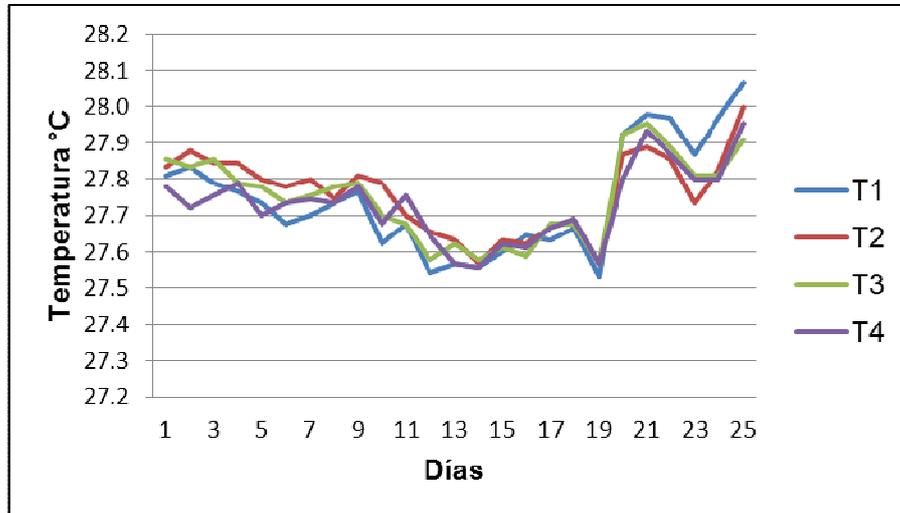
Los valores promedio de los parámetros de calidad del agua se muestran en la Tabla 12. El análisis de varianza no presentó diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) indicando que no fueron fuente de variación en los resultados obtenidos en la investigación.

Tabla 12. Parámetros físicos y químicos promedio entre tratamientos durante el periodo de estudio.

PARÁMETROS	T1	T2	T3	T4
Temperatura (°C)	27,74	27,76	27,75	27,73
pH	6,65	6,58	6,58	6,55
Oxígeno disuelto (mg/L)	3,80	3,76	3,83	3,79
Nitratos (mg/L)	1,96	1,80	1,72	1,80
Amonio (mg/L)	0,0071	0,0081	0,0086	0,0162

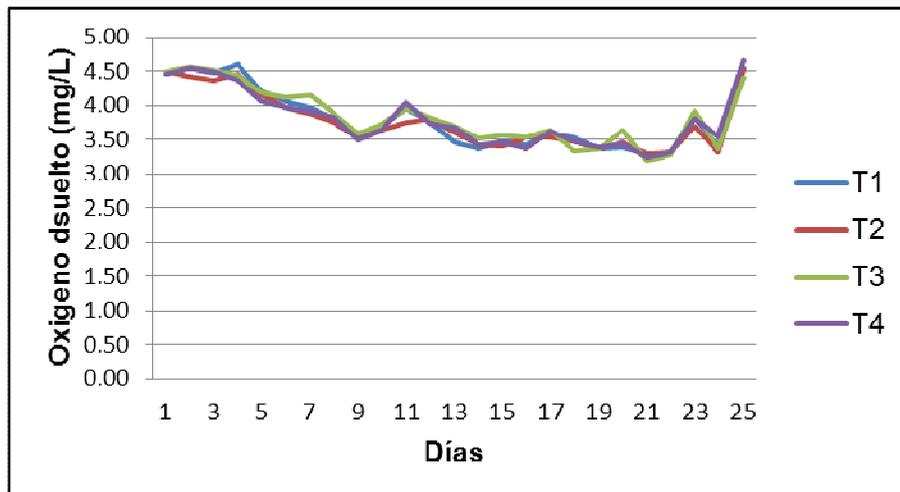
5.2.1 Temperatura. Se registró una temperatura promedio final de 27,74°C para T1, 27,76°C para T2, 27,75°C para T3 y 27,73°C para T4 (Figura 14), durante el periodo de estudio se presentaron temperaturas mínimas y máximas de 27,43°C y 28,2°C. El análisis de varianza ($p > 0,05$) estableció que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (Anexo Q).

Figura 14. Curva de temperatura promedio diaria por tratamiento



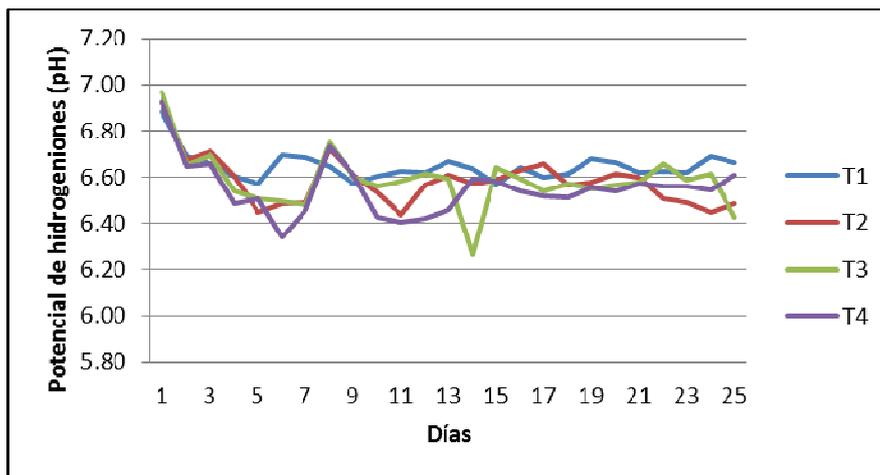
5.2.2 Oxígeno disuelto. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95% (Anexo R), para el oxígeno disuelto se obtuvieron valores para T1 de 3,80 mg/L, T2 de 3,76 mg/L, T3 de 3,83 mg/L y T4 de 3,79 mg/L (Figura 15).

Figura 15. Curva de oxígeno disuelto promedio diaria por tratamiento



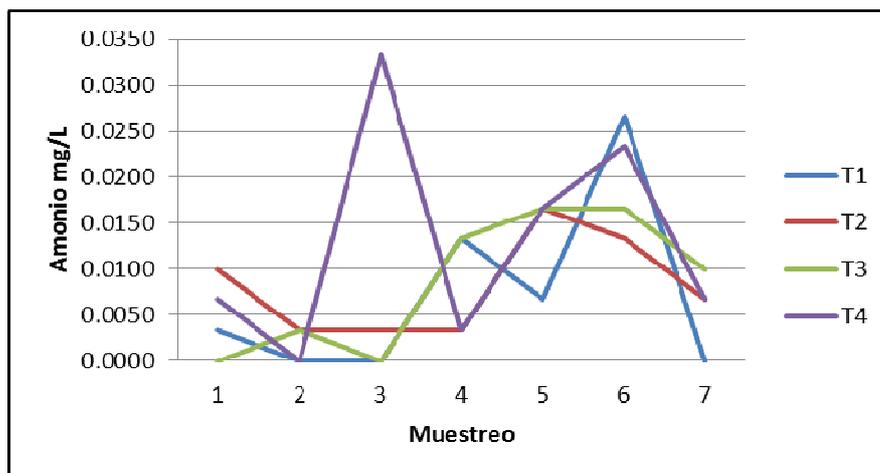
5.2.3. Potencial de hidrogeniones pH. La Figura 16 muestra el comportamiento del pH durante el ensayo. El pH estuvo entre los valores de 6,65 y 6,55. El análisis de varianza para este parámetro no mostró diferencias significativas entre tratamientos (Anexo S).

Figura 16. Curva de pH promedio diaria por tratamiento.



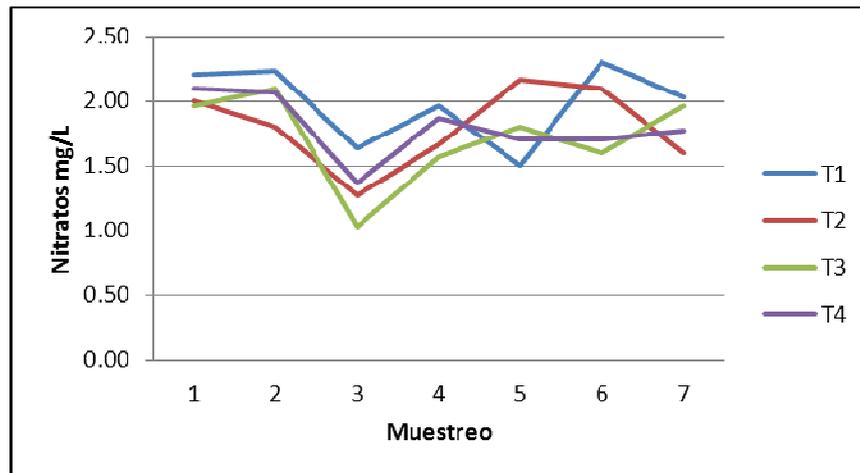
5.2.4 Amonio. Para este parámetro se demuestra que según el análisis de varianza ($p > 0,05$), no existen diferencias estadísticamente significativas (Anexo T). Los valores de amonio en esta investigación se mantuvieron en un promedio de 0,01 mg/L (Figura 17).

Figura 17. Curva de amonio



5.2.5 Nitratos. Durante el periodo de estudio se presentaron valores de nitratos mínimo y máximo de 0,7 mg/L y 3 mg/L (Figura 18). El análisis de varianza ($p > 0,05$) para este parámetro indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Anexo U).

Figura 18. Curva de nitratos.



6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 ACONDICIONAMIENTO

En esta fase se sometieron las larvas a diferentes condiciones de luz ambiental observando que los animales presentaron un comportamiento hiperactivo cuando se sometían a la luz blanca, evidenciando un alto canibalismo; sin embargo se disminuyó aproximadamente este aspecto en un 90% usando luz azul con la cual los animales bajan su actividad, coincidiendo con Volpato et al⁷⁰, quienes afirman que en algunos estudios en peces han demostrado que el color del medio ambiente afecta el crecimiento, alimentación, tasa de conversión alimenticia, el estrés, agresión y el desarrollo de los huevos, por otra parte autores como Villamizar et al⁷¹, indican que en la intensidad intermedia de la luz azul, la excitación de los pigmentos de la retina pueden permitir la mejor distinción entre el fondo y la presa. Por lo anterior en el laboratorio se utilizó iluminación azul.

Al suministrar larvas de tilapia y cachama se observó mayor aceptación por los ejemplares de tilapia debido a su ágil movimiento en comparación con cachama la cual es muy pasiva; esto es contrastado por Holmes y Gibson⁷², quienes afirman que un estímulo importante en la alimentación es el movimiento de la presa, lo cual coincide con lo encontrado para otros peces como el rodaballo (*Scophthalmius maximus*). Además sustentan que existe también efecto de la velocidad y la calidad del movimiento de la presa que son significativos en muchas especies. Stradmeyer et al citados por el mismo autor, encontraron en diferentes peces que el movimiento y el tamaño fueron los mayores estímulos para la selección de la presa, y que la forma y el color fueron de secundaria importancia. El consumo de las larvas de tilapia por *P. fasciatum*, se presentó cuando la presa se encontraba a altas densidades o formando cardúmenes, como afirma Botero⁷³, quien sustenta que el costo de la competencia de los animales se reduce si la densidad de la presa es alta y que la velocidad de encuentro puede ser maximizada garantizando mayor concentración del alimento en tiempo y

⁷⁰ VOLPATO et al. Op. cit., p. 480.

⁷¹VILLAMIZAR et al. Effects of light during early larval development of some aquacultured teleosts: A review. En: Revista Aquaculture. Noviembre, 2010. No. 315. p. 86 – 94.

⁷²HOLMES R, GIBSON R. Visual cues determining prey selection by the trout, *Scophthalmius maximus*. En: Revista Fish Biol. 1986. No 29. p. 49-58. Citados por: BOTERO, Mónica. Comportamiento de los peces en la búsqueda y captura del alimento. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Colombia. Vol. 17, No. 1. 2004. p. 63 – 75.

⁷³Ibid., p. 70

espacio, ofreciendo una alimentación regular y favoreciendo la estimulación gregaria. De acuerdo con el autor y el ensayo realizado en esta investigación la mejor densidad de presa para post larvas de bagre rayado fue 5 larvas de tilapia por cada post larva.

También se observó que al suministrar la dieta seca, aproximadamente el 50% post larvas se dirigen a la superficie del acuario para consumir el alimento en suspensión, aspecto confirmado por Reid⁷⁴ quien menciona que el bagre a pesar de ser un pez de substrato no se limita a él, pues también se le puede encontrar alimentándose en otros niveles de la columna de agua.

6.2 INCREMENTO DE PESO.

El mejor incremento de peso encontrado en el T4 es superior al reportado por Marciales et al⁷⁵, quienes demostraron que el crecimiento de postlarvas de bagre rayado en acuarios, es de $0,695 \pm 0,149$ g al ser alimentados con una mezcla húmeda de alimento concentrado y corazón de bovino, esto indica que se logran mejores resultados al usar una dieta seca después del alimento vivo, como se realizó en la presente investigación, y lo ratifica Díaz et al⁷⁶, al afirmar que al brindar una dieta húmeda después del alimento vivo, ésta no ofrece ventajas en la ganancia de peso en el entrenamiento al consumo de dieta seca. Por otra parte, VictorAtencio García (*) señala que mantener un recambio permanente del agua, manejado mediante el sistema de recirculación, también permite incrementar la productividad en la fase de larvicultura, debido al control de las principales variables de calidad de agua

El incremento de peso obtenido en este ensayo es mayor al encontrado por Azambuja de Freitas et al⁷⁷, quienes reportan un valor de $0,0152 \pm 0,02$ g, al alimentar con artemia y remplazando está por una dieta formulada con 45% de

⁷⁴ REID. Op. cit., p. 9

⁷⁵ MARCIALES et al. Op. cit., p. 184.

⁷⁶ DIAZ et al. Entrenamiento de blanquillo *Sorubimcuspicaudus* al consumo de dietas secas. En: V Congreso Colombiano Acuicultura y Congreso SLA – (9 – 12, Noviembre; Neiva, Huila). Memorias.2011. p. 90.

(*) ATENCIO, Victor. Universidad de Córdoba. Centro de Investigación Piscícola (CINPIC). 2012.

⁷⁷AZAMBUJA DE FREITAS et al. Op. cit., p. 393.

proteína en la larvicultura del siluriforme *Pimelodus britskii*, con una densidad de 0,5 larvas por litro siendo inferior a la manejada en este estudio (1,66 larvas por cada litro).

Ramírez et al.⁷⁸ encontraron la mayor ganancia de peso (0,11617±0,00375 g) al usar como primera alimentación de larvas de yaqué (*Leiariumarmoratus*), larvas recién eclosionadas de cachama blanca durante un periodo de 12 días en comparación con el uso de copépodos y cladóceros, siendo este valor inferior al encontrado en el presente estudio, en el cual se alimentó con larvas de tilapia recién eclosionadas durante seis días en el T4 y posteriormente se inició la adaptación a una dieta seca, cabe resaltar que el Yaque es un siluriforme que alcanza tallas máxima de 1m.

El suministro de larvas de tilapia como alimento vivo, facilitó el consumo y la digestión de la dieta de transición suministrada, lo cual se manifestó en la mayor ganancia de peso corporal, como lo reportó Borges et al.⁷⁹, para el Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), en la cual encontraron que al utilizar conjuntamente organismos vivos y dieta inerte se obtienen mejores resultados en cuanto a parámetros productivos, que al suministrar sólo organismos vivos, por cuanto estos por sí solos no son suficientes para suplir los requerimientos nutricionales de las post larvas en condiciones de cultivo.

6.3 INCREMENTO DE LONGITUD

En el incremento de talla, Marciales et al.⁸⁰ observaron diferencias significativas en *Pseudoplatystoma sp* iniciando con ejemplares de 1,35 cm y finalizando con una longitud de 4 cm al realizar el acondicionamiento progresivo de los ejemplares a una dieta seca durante seis semanas, siendo este valor inferior al obtenido en esta investigación que fue de 5,016 cm en un tiempo de adaptación de 11 días, indicando que el alimento vivo y la dieta seca compuesta por proteína de

⁷⁸RAMIREZ et al. Utilización de organismos vivos como primera alimentación de larvas de yaqué (*Leiariumarmoratus*) bajo condiciones de laboratorio. En: Revista ORINOQUIA. Junio, 2010. Vol.14. No. 1.; p.45 - 58.

⁷⁹ BORGUES et al. Suplementação de enzimas exógenas em dieta microparticulada para larvicultura do pacu. En: Revista Brasileira de Zootecnia. 2006 Vol. 35. No. 6. p 2211 – 2218. Disponible en Internet: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n6/03.pdf>.

⁸⁰MARCIALES et al. Op. cit., p. 184.

origen animal y vegetal, cumple con las necesidades nutricionales de la especie, reflejados en el mejoramiento de los parámetros productivos.

Azambuja de Freitas et al⁸¹, al evaluar diferentes densidades en larvas con longitud inicial de 0,841 cm en mandí-pintado (*Pimelodus britskii*) alimentados con artemia y dieta seca (45% proteína), encontraron los mejores incrementos de longitud a una densidad de 0,5 larvas por litro, y un valor promedio de 2,631 ± 0,09 cm, comparados con las mayores densidades de 1 y 2 larvas por litro. Por otra parte, Medeiros et al⁸² aseguran que en la alimentación de larvas del pimelodidae *Pseudoplatystoma corruscans* el mejor incremento de talla (1,54 cm) se obtiene al brindar una mezcla de artemia y yema de huevo, indicando que el alimento vivo puede ser remplazado por materias primas con alto valor nutricional, mejorando los parámetros productivos.

Ramírez et al⁸³, encontró los mejores incrementos de longitud (1,74 cm) en larvas de yaqué (*Leiarius marmoratus*) con longitud inicial de 0,368 cm, al ofrecer larvas recién eclosionadas de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), comparado con otro tipo de presas como los cladóceros y copépodos; igualmente Atencio et al⁸⁴ observó valores más altos en crecimiento al alimentar larvas de yamú *Brycon siebenthalae* (longitud inicial: 0,612 cm) con larvas de cachama, que puede ser explicado por el consumo más eficiente de presas de mayor tamaño en relación con la abertura de la boca de esta especie, característica también observada en las postlarvas de bagre rayado, indicando que al ofrecer larvas de tilapia como alimento vivo durante seis días y reduciendo gradualmente las mismas siendo sustituidas por la dieta seca (T4), se obtienen los mejores crecimientos.

6.4 TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO

Gómez y Llorente⁸⁵, encontraron valores de tasa crecimiento específica similares a los obtenidos en esta investigación con un valor de 14 ± 1,3 %, al alimentar larvas

⁸¹AZAMBUJA DE FREITAS et al. Op. cit., p. 393.

⁸²MEDEIROS et al. Op. cit., p.34.

⁸³ RAMIREZ et al. Op. cit., p. 45.

⁸⁴ATENCIO et al. Op. cit., p. 15.

⁸⁵GOMEZ y LLORENTE. Op. cit., p. 37.

de bagre blanco *Sorubimcuspicaudus*, 12 días con nauplios de artemia + 5 días con dieta húmeda + 5 días con dieta seca, además, Marciales et al⁸⁶ registra valores para *Pseudoplatystoma* sp de 12%, durante el acondicionamiento progresivo a consumo de dieta seca usando como fuente de proteína hígado mezclado con alimento balanceado, con esto se determina que al suministrar fuentes proteicas de origen animal, se complementan eficientemente las dietas formuladas gracias a su aporte de aminoácidos principalmente. Corroborándose que las larvas de tilapia y la dieta seca del 52% de proteína usada en la alimentación de bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum*, presenta resultados favorables en las variables productivas evaluadas durante un periodo de adaptación de 11 días.

También se pueden destacar los datos obtenidos por Atencio et al⁸⁷, quien al brindar como primera alimentación larvas forrajeras de *Prochilodusmagdalenae* a larvas de Dorada *Bryconsinuensis*, encontró la mejor tasa de crecimiento (5,8%) utilizando una proporción de 4:1 respectivamente. Los resultados de tasa de crecimiento en esta investigación sugieren que a una mayor disponibilidad de alimento, en particular de una presa de tamaño adecuado (3 mm), permite obtener un mejor crecimiento de las post larvas. En la larvicultura, el ofrecimiento de presas de tamaño adecuado con relación a la abertura bucal incrementa el potencial de crecimiento de las larvas⁸⁸.

Las tasas de crecimiento obtenidas en esta investigación son menores a los reportadas por Azambuja de Freitas et al⁸⁹, quienes obtuvieron valores de 19,114 ± 0,58 %, manejando densidades de 0,25 y 0,5 larvas por litro. Luz y Portella⁹⁰,

⁸⁶MARCIALES et al. Op. cit., p. 186.

⁸⁷ATENCIO et al. Manejo de la primera alimentación de dorada *Bryconsinuensis* ofreciendo larvas de bocachico *Prochilodusmagdalenae*. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Setiembre,2010. Vol.14. No. 1. p. 317 – 324.

⁸⁸Dabrowsky K yBardega R. Mouth size and predicted food size preferences of larvae of three cyprinid fish species. In: Aquaculture 1984.No. 40. p. 41-46. Citado por:ATENCIO et al. Manejo de la primera alimentación de dorada *Bryconsinuensis* ofreciendo larvas de bocachico *Prochilodusmagdalenae*. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Setiembre,2010. Vol.14. No. 1. p. 317 – 324

⁸⁹AZAMBUJA DE FREITAS et al. Op. cit., p. 394.

⁹⁰ LUZ, R. K. y PORTELLA, M. C. Diferentes densidades de estocagemn larvicultura do trairão *Hopliaslacerdae*. Em: Revista Acta Scientiarum Biological Sciences. Marzo, 2005. Vol.27, No. 1.p. 95-101.

observaron que el aumento de la densidad de siembra, promueve una reducción en los valores de tasa de crecimiento en la larvicultura de la mayoría de especies.

6.5 SOBREVIVENCIA.

Es importante aclarar que se presentó la pérdida de una unidad experimental en los tratamientos 1 y 3; sin embargo, teniendo en cuenta que se adoptó un diseño experimental completamente aleatorizado, el cual permitió realizar los cálculos de análisis de varianza con unidades faltantes, como un diseño parcialmente balanceado, tal como expresa Melo et al⁹¹ quienes manifiestan como una ventaja del DCA; que se ajusta a cualquier número de tratamientos y cada uno con igual o diferente número de réplicas, y en particular las observaciones perdidas no crean dificultades en el análisis. Cuando se trabaja en experimentos utilizando organismos biológicos es común encontrar la pérdida de unidades experimentales incluso la pérdida total de algún tratamiento, por cuanto es imposible garantizar la sobrevivencia de todos los organismos, sin embargo los métodos de investigación y análisis de datos permiten continuar con el procesos para llegar a conclusiones validas, siempre y cuando sea posible tener como mínimo un grado de libertad para la estimación de los parámetros, como ha sucedido en este caso, en donde la pérdida de una unidad experimental de tres que se tenía permite conservar un grado de libertad en el análisis de varianza (*).

Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por Gómez y Llorente⁹², quienes obtuvieron una sobrevivencia del 32,1±11,6% al alimentar larvas de bagre blanco *Sorubimcuspicaudus* durante seis días con artemia y cinco días con dieta seca, además afirman que las mayores mortalidades se encontraron en los tratamientos con menor tiempo de alimentación con dieta viva, observándose resultados similares en esta investigación, indicando que al alimentar durante seis días con alimento vivo e iniciar la adaptación a la dieta seca mejora la sobrevivencia, lo que difiere a lo obtenido por Vergara y Hoyos⁹³, quienes

⁹¹ MELO, Oscar; LOPEZ, Luis; MELO, Sandra. Diseño de experimentos: métodos y aplicaciones. Bogotá, D.C. Universidad Nacional de Colombia. 2007. p.160. ISBN 978 – 958 – 701 – 815 – 1.

(*)SOLARTE, Carlos. Zoot, MSc, PhD. Profesor Departamento de Producción y Procesamiento Animal. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. Marzo de 2013.

⁹²GOMEZ y LLORENTE. Op. cit., p. 38.

⁹³VERGARA R y HOYOS J. Evaluación del entrenamiento de Bagre blanco (*Sorubimcuspicaudus*Littmann, Burr&Nass, 2000) al consumo de dieta seca. Montería. Universidad de Córdoba; 2005. Citados por: GOMEZ y LLORENTE. Entrenamiento a escala piloto de bagre blanco *Sorubimcuspicaudus* al consumo de dieta seca. Montería. Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.2011. 69 p.

indicaron como mínimo tres días de alimento vivo antes de iniciar el entrenamiento y por Espinosa y Montalvo⁹⁴, los cuales recomiendan como mínimo cinco días de alimento vivo antes de iniciar el consumo de dieta seca en la larvicultura de bagre blanco, aunque es más próximo al resultado presentado por Díaz et al⁹⁵, quienes reportan entre seis y doce días de alimentación con dieta viva para la misma especie. Kennedy y Zaniboni⁹⁶ encontraron porcentajes de sobrevivencia del 39,3% al alimentar pos-larvas de *Pimelodus maculatus* con artemia cuatro veces al día, indicando que el canibalismo puede ser controlado por la disponibilidad de alimento y la calidad de los recursos alimenticios ofrecidos.

Castañeda et al⁹⁷, evaluó la larvicultura de *Rhamdia quelen* con proteína de origen animal y vegetal, registró el mayor valor de sobrevivencia (46,6± 2,68%) en el tratamiento suplementado con plancton y una dieta del 51,93% de proteína, en comparación con los alimentados solamente con ración formulada; reportando que el uso de una dieta artificial para alimentar larvas es más efectiva cuando es ofrecida junto con el alimento vivo, estrategia conocida como co - alimentación o remplazándolo gradualmente como lo demostró Hernández et al⁹⁸ al remplazar gradualmente a los nauplios de artemia durante la alimentación de las larvas de bagre sudamericano encontrando que esta estrategia no afecta significativamente su crecimiento y sobrevivencia. Probablemente, la digestibilidad del alimento seco mejore gracias al aporte de algunos factores incluidos en el alimento vivo (ácidos grasos esenciales, neuropéptidos, amino ácidos libres), contribuyendo a una mejor asimilación de la ración balanceada, traduciéndose en buen crecimiento larval y alta sobrevivencia.

⁹⁴ESPINOSA J, MONTALVO J. Evaluación del tiempo mínimo para iniciar la adaptación de bagre blanco *Sorubimcuspicaudus* al consumo de dieta seca. Montería. Universidad de Córdoba. 2008. Citados por: GOMEZ y LLORENTE. Entrenamiento a escala piloto de bagre blanco *Sorubimcuspicaudus* al consumo de dieta seca. Montería. Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2011. 69 p.

⁹⁵DIAZ et al. p. 91.

⁹⁶KENNEDY, Ronald y ZANIBONI, Evoy. Utilização de diferentes dietas na primeira alimentação do mandi amarelo (*Pimelodus maculatus*, Lacépède). En: Revista Acta Scientiarum. 2001. Vol. 23. No. 2. p. 483 – 489.

⁹⁷CASTAÑEDA et al. Larvicultura de *Rhamdia quelen* (Pisces, Pimelodidae) con proteína vegetal y animal, suplementadas con plancton. En: Revista MVZ de Córdoba. Diciembre, 2011, Vol. 16. No. 3. p. 2678 – 2685.

⁹⁸ HERNÁNDEZ et al. Evaluación de diferentes dietas en los primeros estadios del desarrollo del bagre sudamericano (*Rhamdia quelen*). En: Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. 2005. Vol. 26. Disponible en Internet: <URL: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/4-Veterinaria/V-026.pdf>>

En el transcurso de esta investigación no se observó mortalidad por canibalismo de la especie, demostrando que la conducta caníbal es una estrategia de alimentación que se puede controlar o reducir, ofreciendo la cantidad y tamaño adecuado de la presa. Baras⁹⁹ estudiando la larvicultura de *Bryconmoorei* reportó reducción del canibalismo y sobrevivencia de 55% cuando alimentó con larvas de bocachico durante dos días; por otra parte Wedler¹⁰⁰ sustenta que el conocimiento sobre la dimensión de la abertura bucal es fundamental para tener una idea acerca del tamaño del alimento que debe suministrarse a las larvas; las cuales escogen el alimento teniendo en cuenta el tamaño de la presa.

El porcentaje de sobrevivencia obtenido en este estudio es menor al reportado por Marciales et al, quien registró una sobrevivencia en de *Pseudoplatystoma sp* del $56 \pm 7.7\%$ y del $96 \pm 2.2\%$ en *enyaque (Leiarius marmoratus)*, brindando una mezcla de alimento balanceado 40% de proteína bruta, hígado y aceite de pescado. Es posible sugerir que las bajas sobrevivencias finales obtenidas en esta investigación, estén relacionadas con la calidad larval asociada al manejo de reproductores; al respecto Atencio¹⁰¹ explica que, a pesar del establecimiento de entrenamiento, las tasas de sobrevivencia al final del proceso no superan el 30%; en muchas de las ocasiones este aspecto está más relacionado con la calidad de las larvas como consecuencia del manejo de los reproductores que el proceso mismo de entrenamiento al consumo de dietas secas; lo cual señala la necesidad de estudios en el manejo de reproductores en términos de alimentación y nutrición.

Por otra parte, al comparar los resultados de esta investigación con los obtenidos en campo, en los cuales se indican supervivencias del 10% en el paso de fase de larvas a alevinos de aproximadamente 7 – 8 cm, según lo expuesto por Hugo Franco Rojas (*), indica que el manejo de la larvicultura de *P. fasciatum* en condiciones de laboratorio con una oferta continua de alimento, permite disminuir la depredación intraespecífica, la predación por parte de copépodos ciclopoideos y

⁹⁹BARAS, E. Minimización del canibalismo en especies de peces con larvas piscívoras: estrategias y éxitos con el carácido *Bryconmoorei*. En: Primer Coloquio Internacional de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica (27, Junio – 1, Julio; Iquitos, Perú) Memorias. 2005. p. 227-233.

¹⁰⁰WEDLER Eberhard. Introducción a la Acuicultura con énfasis en los neotrópicos. Santa Marta. Biblioteca Jurídica. 1998. 413 p.

¹⁰¹ATENCIO, Víctor. Producción de alevinos de bagres carnívoros: perspectivas y retos. En: V Congreso Colombiano Acuicultura y Congreso SLA (9 – 12, Noviembre; Neiva, Huila). Memorias. 2011. p. 70 – 73.

(*) FRANCO, Hugo. Director de la Piscícola Pirarucu. Florencia, Caquetá. 2012

controlar las variables ambientales manteniendo una buena calidad del agua, optimizando así el crecimiento y sanidad de las postlarvas bajo cultivo, alcanzando mejores sobrevivencias.

6.6 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA.

Para este estudio los valores de temperatura se mantuvieron en el rango adecuado, oscilando entre 27,43°C y 28,2°C según lo recomendado por Cortes¹⁰². De igual manera Campos y Kubitz¹⁰³ afirman que una buena respuesta alimentaria se observa a 28°C. Con temperaturas superiores, el consumo se reduce y lo mismo cuando la temperatura cae alrededor de 20°C, incrementándose la mortalidad. Por otra parte Díaz et al¹⁰⁴, consideraron que valores entre 25,7°C y 29,2°C no afectan el desempeño de las larvas en términos de crecimiento y sobrevivencia.

El oxígeno disuelto del agua que es la variable más limitante en el cultivo de peces, se encontró dentro de los rangos reportados por Cortes¹⁰⁵, quien menciona que para el bagre rayado el nivel óptimo mínimo de oxígeno es de 3mg/L, igualmente Espinosa y Montalvo¹⁰⁶, mencionan que valores de oxígeno disuelto entre 2.8 mg/L y 5.2 mg/L, no afecta el crecimiento y la sobrevivencia de la especie.

En el periodo de investigación los valores de pH presentaron poca variación oscilando entre 6,65 y 6,55, rangos recomendados por Cortes¹⁰⁷. Boyd¹⁰⁸ afirma que los valores de pH entre 6,5 y 9,0 son los más adecuados para la producción

¹⁰²CORTEZ, G. Op. cit., p. 12.

¹⁰³ KUBITZA, F; CAMPOS, J.L y BRUM, J.A. Op cit.

¹⁰⁴ DIAZ et al. Op. cit., p. 90

¹⁰⁵CORTES, G. Op. cit., p. 12

¹⁰⁶ESPINOSA J, MONTALVO J. Op. cit., p. 69

¹⁰⁷CORTES, G. Op. cit., p. 12

¹⁰⁸BOYD, C. E. Water quality in pound for aquaculture, EEUU.1990. 482 p.Citadopor: SUMMERFELT, Robert. Water Quality Considerationsfor Aquaculture.Disponible en Internet: <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/aqua.pdf>.

de peces en cualquiera de sus etapas, por otra parte Díaz et al¹⁰⁹, sugieren que pH entre 6,5 y 8,0 no afectan el crecimiento y la sobrevivencia de las larvas; por tanto los valores de pH del presente estudio fueron considerados adecuados para la larvicultura de esta especie

El amonio se mantuvo en promedio de 0,01 mg/L, valor adecuado para el cultivo de bagre rayado tal como lo ratifica Cortes¹¹⁰ quien afirma que el nivel de amonio para el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) debe ser menor a 2 mg/L. Los nitratos oscilaron entre 0,7 mg/L y 3mg/L; estos valores se encuentran dentro del rango considerado normal para el cultivo de peces como lo afirma Vinatea¹¹¹.

Los parámetros monitoreados en este estudio se mantuvieron en los rangos adecuados para el cultivo y larvicultura de esta especie, por lo cual estos no afectaron el crecimiento ni la sobrevivencia.

¹⁰⁹DIAZ et al. Op. cit., p. 91.

¹¹⁰CORTES, G. Op. cit., p. 12

¹¹¹VINATEA, Luis. Principios químicos de qualidade da agua en Aquicultura. 2 ed. Florianopolis. UFCS. 2004. 231 p.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las variables incremento peso e incremento de longitud. La prueba de Tukey (95%) sugiere que el mejor tratamiento con respecto a estas variables fue T4, iniciando la adaptación al alimento inerte en post larvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) en el día 6.

Se presentaron diferencias significativas en la variable tasa de crecimiento específico. El mejor tratamiento fue el T4, demostrando que las larvas de tilapia y la dieta seca compuesta por proteína de origen animal y vegetal del 52% de proteína, fue adecuado al cubrir las necesidades nutricionales de la especie.

La mejor sobrevivencia obtenida para Bagre rayado en el tratamiento 4 fue de 48,9%, superando valores reportados en otros estudios.

El análisis parcial de costos muestra mejores ingresos para T4 debido a la mayor sobrevivencia de ejemplares en este tratamiento.

En el cultivo de postlarvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), el manejo de diferentes factores como el suministro de larvas de tilapia, dieta seca, densidad y tamaño de presa, calidad larval y condiciones ambientales mejoran la sobrevivencia y el crecimiento de las mismas.

Los diferentes periodos de suministro de larvas de tilapia para una adaptación a alimento inerte, muestran que con seis días de alimento vivo se obtienen los mejores indicadores de variables productivas, además se logra reducir el tiempo de larvicultura manejado actualmente para la especie a 35 días.

7.2 RECOMENDACIONES.

Evaluar diferentes condiciones de luz ambiental para determinar el efecto del color del medio ambiente en la disminución del canibalismo de la especie.

Evaluar el bagre rayado durante su fase de alevinaje como una alternativa para acuariofilia.

Efectuar estudios sobre el comportamiento, hábito alimenticio y los requerimientos nutricionales de las especies a ser mantenidas como reproductores.

Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra en el comportamiento productivo de post larvas de bagre rayado.

Realizar investigaciones que permitan desarrollar y estandarizar el paquete tecnológico del cultivo de esta especie nativa.

Realizar estudios que permitan conocer la viabilidad de los sistemas de recirculación en la fase de larvicultura en condiciones de campo.

Evaluar diferentes materias primas de alto valor nutritivo y de bajo costo que permitan elaborar dietas de calidad para esta especie.

8. BIBLIOGRAFÍA

ATENCIO et al. Alimentación de larvas de cachama blanca *Piaractusbrachypomus* con hormona de crecimiento de pejerrey *Odontheistesbonariensis*. En: V Congreso Colombiano de Acuicultura y congreso SLA. (14 – 18, Mayo; Pasto, Nariño). memorias. 2011

------. Manejo de la primera alimentación de dorada *Bryconsinuensis* ofreciendo larvas de bocachico *Prochilodusmagdalenae*. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Setiembre,2010. Vol.14. No. 1. p. 317 – 324.

ATENCIO, Victor y ZANIBONI, Evoy. El canibalismo en la larvicultura de peces. En: Revista MVZ. Enero, 2006. Vol. 11, No. 1. p 9 – 19

ATENCIO, Victor. Influencia de la primera alimentación en alevinos de yamú *Bryconsiebethalae* (Eigenmann 1912). Brasil. Universidad Federal de Santa Catarina. Centro de Ciencias Agrarias. 2000. 72 p.

------. Producción de alevinos de bagres carnívoros: perspectivas y retos. En: V Congreso Colombiano Acuicultura y Congreso SLA (9 – 12, Noviembre; Neiva, Huila). Memorias. 2011. p. 70 – 73.

------. Producción de alevinos de especies nativas. En: Revista MVZ. 2001. Vol. 6, No. 001,. p. 9 – 14.

AZAMBUJA DE FREITAS et al. Densidade de estocagem de larvas de mandi-pintado (*Pimelodusbirtskii*). En:Revista Académica de Ciencias Agrarias Ambientales. 2010. Vol 24, No 4. p. 389 - 396. ISSN 0103-989X

BARAS, E. Minimización del canibalismo en especies de peces con larvas piscívoras: estrategias y éxitos con el carácido *Bryconmoorei*. En: Primer Coloquio Internacional de la Red de Investigación sobre la Ictiofauna Amazónica (27, Junio – 1, Julio; Iquitos, Perú) Memorias. 2005. p. 227-233.

BORGUES et al. Suplementação de enzimas exógenas em dieta microparticulada para larvicultura do pacu. En: Revista Brasileira de Zootecnia. 2006 Vol. 35. No. 6. p 2211 – 2218. Disponible en Internet: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n6/03.pdf>

BOTERO, Mónica. Comportamiento de los peces en la búsqueda y captura del alimento. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Colombia. Vol. 17, No. 1. 2004

CAMPOS, João. O cultivo do pintado (En: *Pseudoplatystoma corruscans*, Spix; Agassiz, 1829), outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus Híbridos BALDISSEROTTO. B y GOMES, L. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2 ed. Brasil. UFSM. 2010. p. 335 – 361

CASTAÑEDA et al. Larvicultura de *Rhamdiaquelen* (Pisces, Pimelodidae) con proteína vegetal y animal, suplementadas con plancton. En: Revista MVZ de Córdoba. Diciembre, 2011, Vol. 16. No. 3. p. 2678 – 2685.

CORPORACIÓN COLOMBIANA INTERNACIONAL. Pesca y Acuicultura. Bogotá, Colombia 2009. p 19 – 125

CORTEZ, Gilberto. Guía para el manejo y conservación del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) En: Ciencia y tecnología Bogota. Agosto, 2003. Vol. 1, No. 125. p.57

CRUZ et al. Acondicionamiento a dieta seca de larvas de Yaque (*Leiarius marmoratus*) obtenidas por reproducción artificial. En: IV Congreso Colombiano de Acuicultura. Memorias. Colombia. 2008. p. 482.

DEZA et al. Bioecología y pesquería de *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766; Pisces), doncella, en la región Ucayali. En: Revista Folia Amazónica. 2005. Vol 14, No 2. p. 5 – 18

DÍAZ et al. Efectos de la densidad de siembra y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*. En: Redalyc. Enero, 2009. Vol. 13, No. 1. p. 21 – 30.

DIAZ et al. Entrenamiento de blanquillo *Sorubimcuspicaudus* al consumo de dietas secas. En: V Congreso Colombiano Acuicultura y Congreso SLA – (9 – 12, Noviembre; Neiva, Huila). Memorias. 2011. p. 90.

ESCOBAR, M.D. Variabilidad genética de los bagres *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la Orinoquía Venezolana. Universidad Nacional experimental de los Llanos Orientales Ezequiel Zamora, UNELLEZ. 2001. 9 p.

FAO. Estado Mundial de la pesca y acuicultura. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Roma. 2012. p. 41. Disponible en Internet:<http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s.pdf>

------. Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. 1 ed. 2010. 204 p. ISBN 978-92-5-306658-2.

FEIDEN et al. Desenvolvimento do Surubim do Iguaçu (*Steindachneridion* sp., Garavello (1991) (*Siluroidei:Pimelodiæ*) em ambiente escuro durante a fase inicial, alimentado com diferentes dietas. En: Revista Ciencias Agrarias. 2005. Vol 26, No 1. p. 109 – 115

GÓMEZ, Levy; CRISCUOLO, Elizabeth. Matrinxã (*Bryconamazonicus*). Citadas por: BALDISSEROTTO. B y GÓMEZ, L. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2ª Edição revista e Ampliada. Brasil. Editora UFSM. 2010. p. 156. (149 - 174)

GOMEZ, Vanessa y LLORENTE, Roselys. Entrenamiento a escala piloto de bagre blanco *Sorubimcuspicaudus* al consumo de dieta seca. Montería. Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2011. 69 p

GUERRERO, Camilo. Treinamento alimentar de pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829): Sobrevivência, crescimento e aspectos económicos. Tesis de Maestría, São Paulo. Universidade Estadual Paulista. Centro de Aquicultura Jaboticabal. 2003. 72 p.

GUILLAUME et al. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Madrid. Mundi-prensa. 2004. 475 p.

HECHT, T y APPELBAUM, S. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larva and juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae: pisces) under controlled conditions. In: Journal of Zoology. Enero, 1988. Vol. 214, No. 1. p 21 – 44

HERNÁNDEZ et al. Evaluación de diferentes dietas en los primeros estadios del desarrollo del bagre sudamericano (*Rhamdia quelen*). En: Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. 2005. Vol. 26. Disponible en Internet: URL: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/4-Veterinaria/V-026.pdf>

IBARRA, Guillermo y ORTEGA, Nixon. Evaluación del potencial acuícola de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) a diferentes densidades de siembra, en el centro experimental amazonico (cea) Mocoa departamento del Putumayo. Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. 2008. 127 p

KENNEDY, Ronald y ZANIBONI, Evoy. Utilização de diferentes dietas na primeira alimentação do mandi amarelo (*Pimelodus maculatus*, Lacépède). En: Revista Acta Scientiarum. 2001. Vol. 23. No. 2. p. 483 – 489.

KOSSOWSKI, C. Reproducción inducida del bagre cajaro y avances sobre hibridación con dos especies de pimelodidos (Pisces, Siluriformes). En: Revista Bioagro. 1996. Vol 8, No 1. p 14 – 20.

LANDINES et al. Reproducción de los peces en el trópico. Bogotá. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. 2005. p. 246

LAZO, Juan. Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos. En: V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. (19-22 Noviembre Yucatán, Mexico). Memorias. Merida. 2000. p. 300 – 312

LUZ, R. K. y PORTELLA, M. C. Diferentes densidades de estocagem na larvicultura do trairão *Hoplias lacerdae*. Em: Revista Acta Scientiarum Biological Sciences. Marzo, 2005. Vol. 27, No. 1. p. 95-101.

LUZ, Ronald. Aspectos da larvicultura do trairão *Hoplias lacerdae*: manejo alimentar, densidade de estocagem e teste de exposição ao ar.

Brasil.Universidade estadual paulista. Centro de Aquicultura da Unesp. 2004. 120 p.

MARCIALES et al. Crecimiento y sobrevivencia de post-larvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma sp*) y yaque (*Leiarius marmoratus*) consumiendo una dieta seca. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Abril, 2011. Vol 24, No 2. Disponible en Internet: <URL: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/670>>

MARTINEZ, Carlos y RIOS, Martha. Aspectos de la alimentación de los peces y el uso de microagregados en acuicultura. En: IV seminario de acuicultura. Memorias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2005

MEDEIROS, Sergio. Sobrevivência e crescimento de larvas de Surubim *Pseudoplatystoma corruscans*(spix&agassiz,1829) sob diferentes condições alimentares. Recife. Universidade federal rural de Pernambuco. Departamento de pesca e aquicultura. 2007. 64 p

MELO, Oscar; LOPEZ, Luis; MELO, Sandra. Diseño de experimentos: métodos y aplicaciones. Bogotá, D.C. Universidad Nacional de Colombia. 2007. p.160. ISBN 978 – 958 – 701 – 815 – 1.

MOJICA, H.; RODRIGEZ, J.A y OROZCO, C.R. Manual de reproducción y cultivo el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*). Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura: 2003. 25 p.

MOJICA, Ivan y CALLE, Juan. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Bogotá D.C Instituto de ciencias naturales. Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Medio Ambiente. 2002. 288 p. (La serie libro rojo de especies amenazadas de Colombia)

MUÑOZ, Fannery; TOBAR, José y ARIAS, José. Respuesta a la primera alimentación en larvas de barbilla *Rhamdiasebaec.f.* (pisces: siluriformes, pimelodidae). En: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Marzo, 2007. Vol. 5. No 1. p. 47 - 53. Disponible en Internet: <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol5/6Vol5.pdf>

NUÑEZ et al. Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the bolivian Amazon. In: Aquaculture Research. 2008. No. 39. p. 764-776.

PADILLA et al. Reproducción inducida de la doncella *Pseudoplatystoma fasciatum* y desarrollo embrionario – larval. En: Revista Folia Amazónica. 2001. Vol. 1, No. 1, p. 141 – 154.

PAHI, Ana. Evaluación de tres dietas (microcosmos, artemia, microencapsulados) en la primera alimentación de larvas de capaz (*Pimelodus grosskopfii*, Steindachner, 1879). Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. 2007. 89p

PARDO. B. Revisión y Compilación sobre técnicas de reproducción inducida de silúridos de la cuenca del río Orinoco. Santa Fe de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 1995. 78 p.

PINEDA, Melissa. Caracterización seminal y ensayos preliminares de crioconservación de semen de Bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum* - Linnaeus 1766). Palmira. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2007. 87 p

PINZON, S; MOJICA, J y CRUZ, P. Épocas de reproducción, talla media de madurez gonadal y análisis de la problemática con referencia a las tallas de captura del bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*, Linnaeus 1766). En: *Orinoquia*. Octubre. 2002. Vol. 9, No. 002., p. 28 – 37.

PRIETO, Martha. Manejo de larvicultura de peces tropicales de importancia acuícola. En: Memorias. III seminario Nacional de Ingeniería en Producción Acuícola. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. 2006.

PRIETO, Martha; ATENCIO, Víctor. Zooplancton en la larvicultura de peces neotropicales. En: Revista MVZ. 2008. Vol. 13, No. 2., p. 1415 - 1425. Disponible en Internet: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v13n2/v13n2a17.pdf>

RAMÍREZ et al. Utilización de organismos vivos como primera alimentación de larvas de yaqué (*Leiarismarmoratus*) bajo condiciones de laboratorio. En: Revista ORINOQUIA. Junio, 2010. Vol.14. No. 1.; p.45 – 58

REID, S.B. La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *trigrinum* en la cuenca del Río Apure, En: Unellez de ciencia y tecnología. Abril, 1983. Vol. 1, No. 1., p. 13 – 41.

RODRÍGUEZ, Andrés. Avances y Perspectivas en Microdietas para Larvas de Peces. En: Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura. 2009. No 30 ISSN 1578-4541}

SUMMERFELT, Robert. Water Quality Considerations for Aquaculture. Disponible en Internet: <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/aqua.pdf>

VALBUENA, Rubén y DAVID, Carlos. Ampliación de la oferta piscícola nacional mediante la vinculación del capaz (*Pimelodus grosskopfii*) como especie nativa promisoría en sistemas de producción. Neiva. Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico Piscícola Sur colombiano. 2008. p.51.

VELÁZQUEZ et al. Protocolo de adaptación de alevinos de Paiche *Arapaima gigas* al consumo de alimento artificial en cautiverio. En: Instituto de Investigaciones de la amazonia peruana. 2007. Vol 16. No 2. p. 7 – 10

VILLAMIZAR et al. Effects of light during early larval development of some aquacultured teleosts: A review. En: Revista Aquaculture. Noviembre, 2010. No. 315. p. 86 – 94

VOLPATO et al. Environmental color affects Nile tilapia reproduction. En: Brazilian Journal of Medical and Biological Research. Abril, 2004. . Vol. 37, No. 4 p. 479 – 483

WEDLER Eberhard. Introducción a la Acuicultura con énfasis en los neotrópicos. Santa Marta. Biblioteca Jurídica. 1998. 413 p.

ANEXOS

Anexo A. Análisis bromatológico de la dieta seca.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA	Página: 1 de 1
		Versión: 1
		Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-064-12
Solicitante:	Diana Beltrán Tumul	Muestra	Balanceado Bagre rayado <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> . Larvicultura	Código lab	347
Dirección:	Mz 9 Casa 6 B/ Agualongo. Pasto	Procedencia Laboratorio Larvicultura. Programa Ingeniería en Producción Acuicola			
cc / nit:	1.085.263.914				
Teléfono:	300 467 6403	Fecha de Muestreo	DD 30 MM 05 AA 12		
e-mail	dianaipa88@yahoo.es	Fecha Recepción Muestra	DD 30 MM 05 AA 12		
		Fecha Reporte	DD 20 MM 06 AA 12		
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía, Calcio, Fósforo, Magnesio			

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Balanceado Bagre	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	7,08	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	92,9	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	9,08	9,77
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	11,9	12,8
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Crisol Gooch	Volumétrica	g/100g	-	7,04	7,57
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	49,1	52,8
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	15,8	17,0
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	492	530
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g	-	0,92	0,98
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/100g	-	1,13	1,22
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g	-	0,20	0,22

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA
	B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3899 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449

Original firmado

Gloria Sandra Espinosa Narváez
Téc. Laboratorio Bromatología

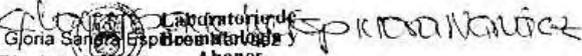
Anexo B. Análisis bromatológico de la harina de solomillo de res

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS		Código: LBE-PRS-FR-76	
			Página: 1 de 1	
			Versión: 1	
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA		Vigente a partir de: 26/04/2010	

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-037A-12	
Solicitante:	Diana Beltrán Tumañ	Muestra:	Harina de Solomillo de res. Tamizada 240 µm		Código lab	119
Dirección:	Mz 9 Casa 6. Barrio Agualongo. Pasto	Procedencia: Pasto				
cc / nit:	1.085.263.914					
Teléfono:	300 467 6403	Fecha de Muestreo	DD 27 MM 03 AA 12			
e-mail	dianaipa88@yahoo.es	Fecha Recepción Muestra	DD 27 MM 03 AA 12			
		Fecha Reporte	DD 27 MM 04 AA 12			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Harina Solomillo res	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	5,92	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	94,1	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	3,79	4,03
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	12,3	13,1
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	0,0	0,0
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	69,8	74,2
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	8,14	8,66
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	552	587

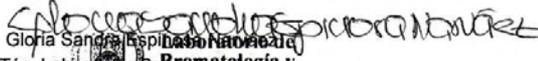
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Kontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Kontec SG-CER 110449 ISO 9001 2008 - NTC ISO 9001: 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449


 Gloria Sanabria Espinoza
 Téc. Laboratorio Bromatología y Alimentos Orgánicos
 Universidad de Nariño

Anexo C. Análisis bromatológico de la harina de merluza

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA	Página: 1 de 1
		Versión: 1
		Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-037B-12	
Solicitante:	Diana Beltrán Tumal	Muestra Harina de Merluza. Tamizada 240 µm		Código lab	120	
Dirección:	Mz 9 Casa 6. Barrio Agualongo. Pasto	Procedencia Tumaco				
cc / nit:	1.085.263.914					
Teléfono:	300 467 6403	Fecha de Muestreo	DD 27 MM 03 AA 12			
e-mail	dianaipa88@yahoo.es	Fecha Recepción Muestra	DD 27 MM 03 AA 12			
		Fecha Reporte	DD 27 MM 04 AA 12			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Harina Merluza	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	10,0	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	90,0	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	7,00	7,78
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	5,69	6,32
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	0,0	0,0
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	73,9	82,1
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	3,43	3,81
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	477	530
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
Aseguramiento de Calidad de Resultados	B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449					


 Gloria Sangra Espinoza
 Téc. Laboratorio Bromatología y Abonos
 Universidad de Nariño **Orgánicos**

Anexo D. Análisis bromatológico de la harina de yema de huevo

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA	Código: LBE-PRS-FR-76
		Página: 1 de 1
		Versión: 1
		Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-037C-12
Solicitante:	Diana Beltrán Tumul	Muestra:	Harina de Yema de Huevo. Tamizada 240 µm	Código lab	121
Dirección:	Mz 9 Casa 6. Barrio Agualongo. Pasto	Procedencia:	Pasto		
cc / nit:	1.085.263.914				
Teléfono:	300 467 6403	Fecha de Muestreo	DD 27 MM 03 AA 12		
e-mail	dianaipa88@yahoo.es	Fecha Recepción Muestra	DD 27 MM 03 AA 12		
		Fecha Reporte	DD 27 MM 04 AA 12		

ANÁLISIS SOLICITADO	Proximal, Energía
---------------------	-------------------

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Harina Yema de huevo	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	0,92	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	99,1	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	3,53	3,56
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	56,7	57,2
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	0,0	0,0
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	30,8	31,1
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	8,05	8,13
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	750	757

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA
	B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449


 Gloria Sandra Espinoza
 Téc. Laboratorio Bromatología y Alimentos
 Universidad de Nariño

Anexo E. Análisis bromatológico de la harina de carne.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS			Código: LBE-PRS-FR-76		
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA			Página: 1 de 1		
				Versión: 1		
				Vigente a partir de: 26/04/2010		
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No. LB-R-037D-12		
Solicitante: Diana Beltrán Tumul		Muestra: Harina de Carne. Tamizada 240 µm		Código lab: 122		
Dirección: Mz 9 Casa 6. Barrio Agualongo. Pasto		Procedencia: Buga				
cc / nit: 1.085.263.914						
Teléfono: 300 467 6403		Fecha de Muestreo		DD 27 MM 03 AA 12		
e-mail: dianaipa88@yahoo.es		Fecha Recepción Muestra		DD 27 MM 03 AA 12		
		Fecha Reporte		DD 27 MM 04 AA 12		
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Harina de Carne	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	6,36	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	93,6	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	5,00	5,34
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	17,7	18,9
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	0,0	0,0
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	65,0	69,4
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	5,94	6,34
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	572	611
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
	B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca					
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449					


Laboratorio de Bromatología
 Gloria Sandoval Espinosa
 Téc. Laboratorio Bromatología
 Universidad de Nariño

Anexo F. Análisis bromatológico de la mogolla de trigo.

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS			Código: LBE-PRS-FR-76		
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA			Página: 1 de 1		
				Versión: 1		
				Vigente a partir de: 26/04/2010		
DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-044-12	
Solicitante: Diana Beltrán Tumul		Muestra Mogolla de Trigo. Tamizada 240 µm		Código lab	182	
Dirección: Mz 9 Casa 6. Barrio Agualongo. Pasto		Procedencia Pasto				
cc / nit: 1.085.263.914						
Teléfono: 300 467 6403		Fecha de Muestreo		DD 18 MM 04 AA 12		
e-mail dianaipa88@yahoo.es		Fecha Recepción Muestra		DD 18 MM 04 AA 12		
		Fecha Reporte		DD 27 MM 04 AA 12		
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Energía				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Mogolla de Trigo	
					B.P.S.	B.S.
Humedad	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	11,5	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g	-	88,5	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g	-	4,65	5,25
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g	-	4,14	4,68
Fibra cruda	Digestión ácida-básica. Bolsas Ankom	Gravimétrica	g/100g	-	14,1	15,9
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g	-	15,1	17,0
Extracto No Nitrogenado	Cálculo matemático	Cálculo matemático	g/100g	-	50,5	57,1
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g	-	402	455
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					
	B.P.S.: Base Parcialmente Seca B.S.: Base Seca					
Aseguramiento de Calidad de Resultados	Resolución ICA 3699 del 26 de Septiembre de 1994 como Laboratorio de Análisis Químico y Bromatológico para el Control de Calidad de Alimentos para animales. Certificado Icontec GP-CER 112092 NTCPR 100:2009 Certificado Icontec SG-CER 110449 ISO 9001:2008 - NTC ISO 9001 : 2008 Certificado IQNET CO-SE-CER 110449					


 Gloria Sánchez Espinosa Nariño
 Téc. Laboratorio Bromatología y
 Orgánicos
 Universidad de Nariño

Anexo G. Registro de temperatura promedio (°C) diaria

Día	T1			T2			T3			T4		
	R1	R2	R3									
1	27,7	27,9	27,8	27,8	27,9	27,8	27,7	27,8	28,0	27,7	27,8	27,8
2	27,8	27,9	27,8	27,8	28,0	27,8	27,7	27,8	27,9	27,6	27,8	27,8
3	27,8	27,8	27,7	27,8	28,0	27,8	27,7	27,8	28,1	27,7	27,7	27,8
4	27,8	27,7	27,8	27,8	28,0	27,8	27,7	27,7	28,0	27,8	27,7	27,8
5	27,8	27,7	27,7	27,8	27,9	27,7	27,6	27,8	27,9	27,9	27,7	27,5
6	27,6	27,7	27,7	27,8	27,9	27,7	27,6	27,7	28,0	27,7	27,7	27,8
7	27,7	27,6	27,8	27,8	27,9	27,7	27,6	27,7	28,0	27,8	27,7	27,8
8	27,8	27,7	27,8	27,7	27,8	27,7	27,7	27,7	28,0	27,7	27,7	27,8
9	27,8	27,7	27,8	27,8	28,0	27,7	27,7	27,8	27,9	27,8	27,7	27,8
10	27,7	27,6	27,6	27,7	27,9	27,8	27,6	27,6	27,9	27,7	27,6	27,7
11	27,7	27,6	27,8	27,8	27,7	27,6	27,6	27,6	27,8	27,8	27,7	27,8
12	27,5	27,5	27,6	27,6	27,7	27,7	27,5	27,4	27,8	27,7	27,6	27,7
13	27,6	27,5	27,6	27,6	27,7	27,6	27,5	27,5	27,8	27,6	27,5	27,6
14	27,5	27,5	27,6	27,5	27,6	27,5	27,4	27,5	27,8	27,6	27,5	27,6
15	27,6	27,5	27,7	27,6	27,8	27,6	27,5	27,6	27,7	27,7	27,6	27,6
16	27,6	27,5	27,8	27,6	27,7	27,6	27,5	27,6	27,7	27,6	27,6	27,6
17	27,6	27,5	27,8	27,7	27,7	27,6	27,5	27,6	27,9	27,7	27,6	27,6
18	27,7	27,6	27,7	27,6	27,7	27,7	27,6	27,6	27,8	27,7	27,6	27,7
19	27,5	27,5	27,6	27,5	27,6	27,6	27,5	27,5	27,7	27,6	27,5	27,6
20	27,9	28,0	27,9	27,8	28,0	27,8	27,8	27,9	28,1	27,8	27,8	27,7
21	28,0	28,1	27,9	27,8	28,0	27,9	27,9	27,9	28,1	27,9	27,9	27,9
22	27,9	28,2	27,9	27,8	27,9	27,8	27,7	27,9	28,1	27,9	27,9	27,9
23	27,8	28,0	27,8	27,7	27,8	27,7	27,7	27,9	27,9	27,9	27,7	27,8
24	27,8	28,2	27,9	27,7	28,0	27,8	27,7	27,8	27,9	27,8	27,8	27,8
25	28,0	28,2	28,0	27,9	28,1	28,0	27,8	27,9	28,0	28,0	27,9	27,9
Promedio	27,7	27,8	27,8	27,7	27,9	27,7	27,6	27,7	27,9	27,8	27,7	27,7

Anexo H. Registro de oxígeno promedio (mg/L) diario

Día	T1			T2			T3			T4		
	R1	R2	R3									
1	4,36	4,52	4,49	4,53	4,40	4,56	4,63	4,50	4,35	4,51	4,39	4,48
2	4,57	4,42	4,67	4,40	4,45	4,44	4,41	4,62	4,68	4,55	4,48	4,63
3	4,32	4,43	4,68	4,37	4,34	4,41	4,33	4,64	4,59	4,72	4,37	4,40
4	4,35	4,75	4,72	4,39	4,55	4,42	4,29	4,55	4,50	4,33	4,45	4,31
5	4,20	4,38	4,05	3,93	3,97	4,56	3,91	4,39	4,24	4,02	4,02	4,11
6	3,92	4,11	4,16	3,87	3,90	4,12	3,98	4,08	4,27	3,91	4,13	3,88
7	4,14	3,91	3,83	3,87	3,84	3,88	4,07	4,21	4,17	3,87	3,91	3,97
8	3,65	3,83	3,85	3,62	3,75	3,90	3,88	3,81	3,96	3,84	3,80	3,85
9	3,56	3,61	3,57	3,38	3,54	3,69	3,49	3,61	3,67	3,48	3,56	3,43
10	3,65	3,77	3,67	3,46	3,73	3,73	3,76	3,68	3,75	3,49	3,65	3,79
11	4,21	3,68	3,94	3,68	3,80	3,78	3,87	4,07	3,88	4,21	3,99	3,92
12	3,64	3,87	3,76	3,60	3,80	3,98	3,85	3,81	3,81	3,90	3,76	3,53
13	3,32	3,58	3,49	3,74	3,58	3,51	3,75	3,52	3,80	3,73	3,58	3,72
14	3,30	3,48	3,31	3,39	3,42	3,45	3,46	3,43	3,66	3,47	3,36	3,44
15	3,42	3,64	3,39	3,37	3,42	3,44	3,63	3,49	3,58	3,57	3,46	3,37
16	3,46	3,51	3,32	3,44	3,43	3,71	3,44	3,49	3,64	3,39	3,39	3,31
17	3,50	3,76	3,51	3,51	3,50	3,58	3,61	3,73	3,56	3,69	3,66	3,49
18	3,50	3,51	3,57	3,37	3,55	3,49	3,26	3,47	3,25	3,54	3,59	3,31
19	3,33	3,35	3,42	3,38	3,28	3,42	3,35	3,31	3,41	3,31	3,38	3,43
20	3,51	3,40	3,24	3,38	3,36	3,65	3,64	3,58	3,67	3,46	3,44	3,40
21	3,23	3,36	3,31	3,29	3,28	3,31	3,13	3,19	3,24	3,24	3,23	3,22
22	3,27	3,33	3,29	3,25	3,27	3,40	3,24	3,28	3,28	3,27	3,20	3,45
23	3,61	4,20	3,66	3,57	3,67	3,84	3,84	3,98	3,93	3,84	3,70	3,85
24	3,39	3,44	3,37	3,33	3,25	3,35	3,38	3,42	3,27	3,33	3,37	3,95
25	4,44	4,72	4,47	4,47	4,48	4,63	4,32	4,51	4,35	4,64	4,71	4,61
Promedio	3,8	3,9	3,8	3,7	3,7	3,9	3,8	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8

Anexo I. Registro de pH promediodiario

Día	T1			T2			T3			T4		
	R1	R2	R3									
1	6,93	6,85	6,88	6,84	6,96	6,96	6,97	6,97	6,97	6,93	6,92	6,92
2	6,69	6,71	6,66	6,69	6,64	6,69	6,63	6,70	6,61	6,66	6,60	6,67
3	6,67	6,61	6,68	6,73	6,69	6,71	6,65	6,70	6,74	6,62	6,65	6,70
4	6,73	6,54	6,54	6,45	6,69	6,67	6,61	6,50	6,50	6,48	6,50	6,47
5	6,65	6,50	6,57	6,37	6,53	6,44	6,48	6,48	6,55	6,53	6,48	6,50
6	6,79	6,55	6,75	6,50	6,52	6,43	6,50	6,26	6,73	6,26	6,27	6,49
7	6,89	6,62	6,54	6,47	6,76	6,25	6,33	6,43	6,68	6,37	6,46	6,54
8	6,55	6,67	6,71	6,77	6,64	6,75	6,68	6,78	6,78	6,82	6,82	6,56
9	6,55	6,57	6,59	6,61	6,60	6,61	6,53	6,64	6,63	6,62	6,60	6,61
10	6,54	6,74	6,53	6,51	6,65	6,44	6,55	6,41	6,72	6,43	6,41	6,43
11	6,65	6,60	6,62	6,58	6,51	6,22	6,53	6,45	6,77	6,25	6,45	6,51
12	6,59	6,64	6,63	6,51	6,57	6,62	6,63	6,49	6,72	6,34	6,41	6,52
13	6,67	6,67	6,66	6,58	6,67	6,58	6,54	6,54	6,69	6,62	6,25	6,51
14	6,66	6,69	6,56	6,55	6,64	6,52	5,64	6,50	6,65	6,67	6,56	6,55
15	6,57	6,62	6,50	6,53	6,68	6,55	6,55	6,58	6,79	6,68	6,49	6,57
16	6,78	6,63	6,52	6,69	6,66	6,54	6,63	6,44	6,70	6,62	6,43	6,56
17	6,55	6,66	6,59	6,68	6,69	6,60	6,60	6,51	6,51	6,55	6,47	6,53
18	6,64	6,55	6,66	6,56	6,54	6,59	6,49	6,55	6,67	6,47	6,45	6,61
19	6,74	6,71	6,58	6,58	6,71	6,44	6,50	6,48	6,67	6,49	6,61	6,57
20	6,58	6,78	6,62	6,61	6,57	6,67	6,54	6,63	6,52	6,51	6,56	6,55
21	6,66	6,65	6,55	6,55	6,56	6,69	6,48	6,58	6,67	6,57	6,66	6,48
22	6,59	6,68	6,60	6,53	6,45	6,54	6,42	6,77	6,78	6,46	6,76	6,46
23	6,63	6,58	6,65	6,69	6,16	6,63	6,55	6,55	6,66	6,56	6,66	6,46
24	6,65	6,75	6,67	6,66	6,15	6,53	6,52	6,64	6,68	6,63	6,53	6,47
25	6,55	6,71	6,73	6,58	5,34	6,44	6,56	6,65	6,07	6,79	6,55	6,48
Promedio	6,66	6,65	6,62	6,59	6,54	6,56	6,52	6,57	6,66	6,56	6,54	6,55

Anexo J. Registro de peso y talla final

Tratamiento	Replica	Muestra	Peso (g)	Talla (cm)
1	2	1	0,40828	3,65
1	2	2	0,38285	4,18
1	2	3	0,41557	3,92
1	2	4	0,35341	4,455
1	2	5	0,27239	3,99
1	2	6	0,40138	3,98
1	2	7	0,37294	4,01
1	2	8	0,40994	3,76
1	2	9	0,41852	4,25
1	3	1	0,34542	3,95
1	3	2	0,42862	4,185
1	3	3	0,40546	3,72
1	3	4	0,34242	4,042
1	3	5	0,28932	3,77
1	3	6	0,33341	4,35
2	1	1	0,52715	5,01
2	1	2	0,4819	4,51
2	1	3	0,64932	5,16
2	1	4	0,67147	4,695
2	1	5	0,52307	5,22
2	1	6	0,52678	4,5
2	1	7	0,51703	4,53
2	1	8	0,62741	5,16
2	1	9	0,65239	4,72
2	1	10	0,44701	4,61
2	2	1	0,49181	4,96
2	2	2	0,67168	5
2	2	3	0,60806	4,94
2	2	4	0,74066	4,82
2	2	5	0,44737	5,17
2	2	6	0,69909	4,82
2	2	7	0,54714	5,07
2	2	8	0,57606	4,68
2	2	9	0,52338	5,025
2	3	1	0,58065	5,19
2	3	2	0,4935	5,2
2	3	3	0,66163	4,65
2	3	4	0,62121	4,78
2	3	5	0,64477	5,12
2	3	6	0,62671	4,75

Tratamiento	Replica	Muestra	Peso (g)	Talla (cm)
3	1	1	1,01528	5,93
3	1	2	0,75115	5,32
3	1	3	0,98781	5,83
3	1	4	0,79852	5,26
3	1	5	0,91028	5,75
3	1	6	1,00763	5,74
3	1	7	0,86412	5,71
3	1	8	0,78635	5,29
3	1	9	1,04308	5,82
3	1	10	0,81183	5,78
3	1	11	0,89413	5,53
3	1	12	0,91659	5,66
3	1	13	1,02794	5,835
3	1	14	0,79746	5,77
3	1	15	0,83375	5,46
3	1	16	0,94687	5,9
3	3	1	0,92806	5,37
3	3	2	0,7788	5,75
3	3	3	0,93746	5,36
3	3	4	1,02141	5,7
3	3	5	0,8082	5,82
3	3	6	0,9424	5,8
3	3	7	1,0177	5,9
3	3	8	1,04145	5,68
3	3	9	0,75064	5,85
3	3	10	0,79019	5,47
3	3	11	0,77362	5,34
3	3	12	1,06082	5,81
3	3	13	0,78287	5,72
4	1	1	1,13015	5,945
4	1	2	1,06345	6,76
4	1	3	1,9011	6,975
4	1	4	1,67526	5,99
4	1	5	1,24449	6,815
4	1	6	1,1537	6,14

Tratamiento	Replica	Muestra	Peso (g)	Talla (cm)
4	1	7	1,16366	6,42
4	1	8	1,42129	6,19
4	1	9	1,19629	5,985
4	1	10	1,6454	6,27
4	1	11	1,11695	6,81
4	1	12	1,06659	6,39
4	1	13	1,40495	6,47
4	1	14	1,54024	6,29
4	1	15	1,59961	5,96
4	1	16	1,73186	6,275
4	2	1	1,63017	6,07
4	2	2	1,77934	6,77
4	2	3	1,24828	6,46
4	2	4	1,22446	6,48
4	2	5	1,47779	6,56
4	2	6	1,10407	6,59
4	2	7	1,37821	6,44
4	2	8	1,7495	6,89
4	2	9	1,08951	6,91
4	2	10	1,30339	6,583
4	2	11	1,57609	5,93
4	2	12	1,58378	6,49
4	2	13	1,51844	6,51
4	3	1	1,46764	6,19
4	3	2	1,17941	6,76
4	3	3	1,3493	6,11
4	3	4	1,14688	6,85
4	3	5	1,24176	5,95
4	3	6	1,06452	6,11
4	3	7	1,39567	6,755
4	3	8	1,0505	6,41
4	3	9	1,27206	6,73
4	3	10	1,71142	6,92
4	3	11	1,46676	6,68
4	3	12	1,68238	6,82
4	3	13	1,76845	6,29
4	3	14	1,57424	6,88
4	3	15	1,18063	6,59

Anexo K Análisis de varianza para incremento de peso

Modelos Lineales Generales

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

Número de factores cuantitativos: 0

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Modelo	20,1448	112	0,179865		
Residuos	0,0	0			
Total (Corr.)	20,1448	112			

Sumas de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Tratamiento	16,7262	3	5,57542	750,19	0,0000
EE	0,0445921	6	0,00743202	0,25	0,9566
Error de muestreo	3,01349	103	0,0292572		
Total (corregido)	20,1448	112			

Anexo L. Prueba Tukey para incremento de peso

Tratamiento	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
1	15	0,331172	0,0227181	X
2	25	0,547126	0,0176624	X
3	29	0,858824	0,016095X	
4	44	1,356320,	0,130871	X

Contraste	Diferencia	+/- Limites
1 - 2	*-0,215954	0,0992864
1 - 3	*-0,527652	0,0960619
1 - 4	*-1,02515	0,0903881
2 - 3	*-0,311698	0,0824474
2 - 4	*-0,801197	0,0757608
3 - 4	*-0,497499	0,0714829

* denota una diferencia estadísticamente significativa.

Anexo M. Análisis de varianza para incremento de longitud total

Modelos Lineales Generales

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

Número de factores cuantitativos: 0

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Modelo	95,7636	112	0,855032		
Residuos	0,0	0			
Total (Corr.)	95,7636	112			

Sumas de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Tratamiento	86,7706	3	28,9235	438,57	0,0000
EE	0,395694	6	0,0659489	1,05	0,3967
Error de muestreo	6,45911	103	0,0627098		
Total (corregido)	95,7636	112			

Anexo N. Prueba de Tukey para incremento de longitud total

Tratamiento	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
1	15	2,50578	0,0676741	X
2	25	3,36218	0,0526139	X
3	29	4,08959	0,0479448	X
4	44	5,02299	0,0388607X	

	Contraste	Diferencia	+/- Limites
1 - 3	1 - 2	*-0,856398	0,29576
		*-1,5838	0,286155
	1 - 4	*-2,51721	0,269254
	2 - 3	*-0,727406	0,245599
	2 - 4	*-1,66081	0,225681
	3 - 4	*-0,933401	0,2129938

* denota una diferencia estadísticamente significativa.

Anexo Ñ. Análisis de varianza para Tasa de crecimiento simple

Modelos Lineales Generales

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

Número de factores cuantitativos: 0

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Modelo	0,0429028	112	0,00038306		
Residuos	0,0	0			
Total (Corr.)	0,0429028	112			

Sumas de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Tratamiento	0,0380877	3	0,0126959	797,28	0,0000
EE	0,0000955443	6	0,0000159241	0,43	0,8582
Error de muestreo	0,00382451	103	0,0000371312		
Total (corregido)	0,0429028	112			

Anexo O. Prueba de Tukey para Tasa de Crecimiento Simple

Tratamiento	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
1	15	0,0902417	0,00105159	X
2	25	0,108611	0,000817568	X
3	29	0,125781	0,000745014	X
4	44	0,143113	0,000603856	X

Contraste	Diferencia	+/- Limites
1 - 2	*-0,0183691	0,00459582
1 - 3	*-0,0355393	0,00444656
1 - 4	*-0,0528718	0,00418393
2 - 3	*-0,0171703	0,00381637
2 - 4	*-0,0345028	0,00350685
3 - 4	*-0,0173325	0,00330884

* Denota una diferencia estadísticamente significativa.

Anexo P. Prueba de Brand Snedecor para Supervivencia.

TRATAMIENTOS					
Respuesta	T1	T2	T3	T4	Total
Éxito	15,00	25,00	29,00	44,00	0,00
Fracaso	75,00	65,00	61,00	49,00	247,00
Total	90,00	90,00	90,00	90,00	0,00
Pi	0,167	0,278	0,322	0,489	0,314
Pi*a_i	2,500	6,944	9,344	21,511	35,469

Condiciones de decisión

n =	4
n - 1 =	3
Alfa =	0,05
1 - alfa =	0,95
p =	0,314
q = (1 - p) =	0,686
X^2_c =	22,430
$X^2_{t(1-alfa)}$ =	7,81

Decisión: existen diferencias estadísticas significativas.

Anexo Q. Análisis de Varianza para Temperatura

Modelos Lineales Generales

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

Número de factores cuantitativos: 0

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Modelo	6,72882	299	0,0225044		
Residuos	3,96315E-10	0			
Total (Corr.)	6,72882	299			

Sumas de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Tratamiento	0,0392933	3	0,0130978	0,07	0,9737
EE	1,47045	8	0,183807	10,14	0,0000
Error de muestreo	5,21907	288	0,0181218		
Total (corregido)	6,72882	299			

Anexo R. Análisis de Varianza para Oxígeno disuelto.

Modelos Lineales Generales

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

Número de factores cuantitativos: 0

Análisis de la Varianza para Oxígeno

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Modelo	58,7516	299	0,196494		
Residuos	0,0	0			
Total (Corr.)	58,7516	299			

Sumas de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Tratamiento	0,208091	3	0,0693636	1,12	0,3971
EE	0,495912	8	0,061989	0,31	0,9629
Error de muestreo	58,0476	288	0,201554		
Total (corregido)	58,7516	299			

Anexo S. Análisis de varianza para pH.

Modelos Lineales Generales

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

Número de factores cuantitativos: 0

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Modelo	14,8907	299	0,0498016		
Residuos	0,0	0			
Total (Corr.)	14,8907	299			

Sumas de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Tratamiento	0,060593	3	0,0201977	4,28	0,0545
EE	0,0377707	8	0,00472133	0,09	0,9994
Error de muestreo	14,7923	288	0,0513623		
Total (corregido)	14,8907	299			

Anexo T. Análisis de varianza para amonio

Modelos Lineales Generales

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

Número de factores cuantitativos: 0

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Modelo	0,018	83	0,000216867		
Residuos	0,0	0			
Total (Corr.)	0,018	83			

Sumas de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Tratamiento	0,00109524	3	0,000365079	1,87	0,2130
EE	0,0015619	8	0,000195238	0,92	0,5083
Error de muestreo	0,0153429	72	0,000213095		
Total (corregido)	0,018	83			

Anexo U. Análisis de varianza para nitratos.

Modelos Lineales Generales

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

Número de factores cuantitativos: 0

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Modelo	16,7495	83	0,201801		
Residuos	0,0	0			
Total (Corr.)	16,7495	83			

Sumas de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	F-Ratio	P-Valor
Tratamiento	0,658095	3	0,219365	1,56	0,2733
EE	1,12571	8	0,140714	0,68	0,7102
Error de muestreo	14,9657	72	0,207857		
Total (corregido)	16,7495	83			