

**EVALUACION DE LA PRIMERA ALIMENTACION DE POST-LARVAS DE
BAGRE DEL PATIA *Rhamdia quelen* (QUOY & GAIMARD, 1824) CON
DIFERENTES TIPOS DE DIETAS**

**ROBERTO CARLOS BURBANO NARVAEZ
CARLOS ALBERTO CAICEDO CASTRO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA EN PRODUCCION ACUICOLA
PASTO, COLOMBIA
2008**

**EVALUACION DE LA PRIMERA ALIMENTACION DE POST-LARVAS DE
BAGRE DEL PATIA *Rhamdia quelen* (QUOY & GAIMARD, 1824) CON
DIFERENTES TIPOS DE DIETAS**

**ROBERTO CARLOS BURBANO NARVAEZ
CARLOS ALBERTO CAICEDO CASTRO**

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

**Presidente:
ARIEL EMIRO GOMEZ CERON.
B.M. Esp.**

**Copresidente:
ALVARO RENAN CAJAS BURBANO
Biol. M.Sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA EN PRODUCCION ACUICOLA
PASTO, COLOMBIA
2008**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado, son responsabilidad exclusiva de su autor”

Artículo 1^{er} del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Superior de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN:

ARIEL EMIRO GOMEZ CERON.
Presidente

WILMER RENE SANGUINO ORTIZ.
Jurado delegado

GLORIA SANDRA ESPINOSA NARVAEZ.
Jurado

San Juan de Pasto, Mayo 28 de 2008

DEDICO A:

Mis padres CARLOS y MARIA por ese apoyo que siempre esta presente, gracias a ellos que con su dedicación y sacrificio me han ayudado a ser una mejor persona, a mis hermanos porque siempre han estado a mi lado, a todos mis familiares y amigos, que colaboraron para realizar este proyecto.

ROBERTO CARLOS BURBANO NARVAEZ

DEDICO A:

Este trabajo es un logro que fue posible a muchas personas como mis padres ALBERTO y MAGOLA los cuales con sus grandes esfuerzos me han logrado formar integralmente, al ejemplo de mis dos hermanos MARIA ISABEL y JUAN DAVID, al resto de mi familia y aquellas personas que en este momento ya no están a mi lado.

CARLOS ALBERTO CAICEDO CASTRO

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

ARIEL EMIRO GOMEZ CERON	Biólogo Marino, Esp
ALVARO RENAN CAJAS BURBANO	Biólogo., M.Sc.
WILMER RENE SANGUINO ORTIZ	Ingeniero en Producción Acuícola
GLORIA SANDRA ESPINOSA MUÑOZ	Ingeniera en Producción Acuícola
JORGE NELSON LOPEZ MACIAS	M.V.Z, Esp., M.Sc., Ph. D.
MARCO ANTONIO IMUEZ FIGUEROA	Zootecnista, Esp.
CAMILO LENIN GUERRERO	Ingeniero en Producción Acuícola
PAULO CESAR GAMBOA	Biólogo M. Sc (c)
WILSON ORLANDO PAZ ROSERO	Ingeniero en Producción Acuícola
DONALDO BRAVO GAVIRIA	Ingeniero en Producción Acuícola
LUIS E. ENRIQUEZ BENAVIDES	Ingeniero en Producción Acuícola
JUAN DAVID DELGADO GOMEZ	Ingeniero en Producción Acuícola
RUTH DAYANA LUCERO SALCEDO	Ingeniera en Producción Acuícola
PILAR NARVAEZ	Zootecnista

Al CREPIC y a la Estación de Investigación Piscícola de las Tallas, adscrita a la Corporación Autónoma Regional del Cauca C.R.C. Entidades que apoyaron con el financiamiento de esta investigación.

Y a todas las personas que en una u otra forma contribuyeron al desarrollo exitoso de esta investigación.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	20
1 DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA	22
2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
3 OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	24
4 MARCO TEORICO	25
4.1 ESPECIES PROMISORIAS	25
4.2 BIOLOGIA DEL BAGRE DEL PATIA <i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	27
4.2.1 Ubicación taxonómica	28
4.2.2 Distribución geográfica y hábitat	28
4.2.3 Generalidades de la especie	29
4.2.4 Ecología reproductiva	30
4.2.5 Reproducción	31
4.3 CULTIVO DE LARVAS	32
4.3.1 Larvicultura en Hatchery (bajo techo)	33
4.3.2 Larvicultura en estanques externos	34
4.4 ONTOGENESIS DESARROLLO Y FISILOGIA DIGESTIVA DE LAS LARVAS DE PECES	35
4.4.1 Desarrollo prelarvario	35
4.4.2 Desarrollo larvario	38
4.5 ALIMENTACION DE LARVAS Y TIPOS DE ALIMENTO	39
4.5.1 Alimentación de larvas	39
4.5.2 Tipos de alimento para larvas de peces	40
5. DISEÑO METODOLOGICO	51
5.1 LOCALIZACION E INSTALACIONES	51
5.1.1 Localización	51
5.1.2 Instalaciones	51
5.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS	52
5.2.1 Materiales	52
5.2.2 Equipos	53
5.2.3 Insumos	54
5.3 MATERIAL BIOLOGICO	54
5.4 TRATAMIENTOS	55
5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO	55
5.6 FORMULACION DE HIPOTESIS	55
5.7 PLAN DE MANEJO	55

	Pág
5.7.1 Adecuación de instalaciones	56
5.7.2 Selección de reproductores	58
5.7.3 Morfometría de los reproductores	58
5.7.4 Preparación del agente inductor	59
5.7.5 Inducción hormonal	59
5.7.6 Desove	59
5.7.7 Incubación	61
5.7.8 Larvicultura	61
5.8 ALIMENTO Y ALIMENTACION	62
5.8.1 Alimento	63
5.8.2 Alimentación	63
5.9 MUESTREOS	68
5.10 VARIABLES EVALUADAS	69
5.10.1 Incremento de peso	69
5.10.2 Incremento de talla	69
5.10.3 Supervivencia larval	69
5.10.4 Prueba de resistencia al estrés	70
5.10.5 Tasa de crecimiento simple	70
5.10.6 Consumo aparente de alimento	70
5.10.7 Relación Beneficio Costo	70
6. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	72
6.1 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRIMERA FASE	72
6.1.1 Incremento de peso	72
6.1.2 Incremento de talla	73
6.1.3 Supervivencia larval	74
6.1.4 Prueba de Resistencia al estrés	77
6.1.5 Tasa de Crecimiento Simple	79
6.1.6 Consumo Aparente de Alimento	80
6.2 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA FASE 2	80
6.2.1 Incremento de peso	80
6.2.2 Incremento de talla	82
6.2.3 Supervivencia larval	83
6.2.4 Tasa de Crecimiento Simple	84
6.2.5 Consumo Aparente de Alimento	87
6.2.6 Relación Beneficio Costo	87
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
7.1 CONCLUSIONES	91
7.2 RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	93
ANEXOS	98

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Bagre del Patía <i>Rhamdia quelen</i>	27
Figura 2: Macho y hembra de <i>R. quelen</i>	31
Figura 3: Estadios de desarrollo y formas de nutrición a lo largo de la vida de los Peces	36
Figura 4: Adecuación de Laboratorio de Reproducción y filtros	56
Figura 5: Incubadoras y estanques rectangulares para reproductores	56
Figura 6: Sistema recirculación para el desarrollo de la investigación en el Laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria	57
Figura 7: Acuario para Plancton	57
Figura 8: Captura de reproductores	58
Figura 9: Morfometría de reproductores	59
Figura 10: Aplicación agente inductor	60
Figura 11: Hembra lista para el desove	60
Figura 12: Obtención productos sexuales	61
Figura 13. Huevos fertilizados	61
Figura 14: Incubando oocitos	62
Figura 15: larva de 21 horas post-eclosión (h.p.e)	62
Figura 16: Cosecha de larvas	63
Figura 17: Copépodos empleados en la investigación	64
Figura 18: Nauplio de <i>Artemia</i> recién eclosionado	64
Figura 19. Conteo de <i>Spirulina</i> en la cámara de Neubauer	66
Figura 20: Mezcla húmeda	67
Figura 21: Incremento de peso presentado por los diferentes tratamientos en la fase 1	72
Figura 22: Incremento de talla presentado por los diferentes tratamientos en la fase 1	74
Figura 23: Porcentaje de sobrevivencia presentado por los diferentes tratamientos en la fase 1	75
Figura 24: Curva de mortalidad diaria por tratamiento en la fase 1	76
Figura 25: Porcentaje de sobrevivencia presentado en la Prueba de Resistencia al Estrés por los diferentes tratamientos	78
Figura 26: Tasa de Crecimiento Simple en la fase 1	79
Figura 27: Incremento de peso presentado por los diferentes tratamientos en la fase 2	81
Figura 28: Incremento de Talla presentado por los diferentes tratamientos en la fase 2	83
Figura 29: Porcentaje de Sobrevivencia presentado por los diferentes tratamientos en la fase 2	84
Figura 30: Curva de mortalidad diaria por tratamiento en la fase 2	85
Figura 31: Tasa de Crecimiento Simple en la fase 2	86

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Cantidad inicial de vítelo (mg de materia fresca) y peso máximo de las larvas en ayunas (mg de materia seca del individuo entero) en algunos peces	38
Tabla 2: Composición de dietas mezcladas usadas para la alimentación de rotíferos y <i>Artemia</i> en cultivo y dietas enriquecidas	45
Tabla 3: Análisis proximal y mineral de la composición de huevos y nauplios de <i>Artemia</i> de tres localidades	45
Tabla 4: Composición bioquímica de la <i>Spirulina</i>	47
Tabla 5: Fórmula alimentaria húmeda para cultivo de larvas de <i>R. quelen</i>	50
Tabla 6: Promedio de los parámetros físico-químicos de la quebrada Las Tallas	52
Tabla 7: Promedio de los parámetros físico-químicos del Laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria.	67
Tabla 8: Cantidad de alimento suministrado	63
Tabla 9. Composición proximal de nauplios de <i>Artemia</i>	65
Tabla 10. Composición proximal de <i>Spirulina sp.</i>	66
Tabla 11: Mezcla húmeda de insumos utilizados en larvicultura de <i>R. quelen</i>	67
Tabla 12. Composición proximal de la mezcla húmeda.	67
Tabla 13: Muestreos realizados	68
Tabla 14: Incremento de peso fase 1 \pm desviación estándar	72
Tabla 15: Incremento de talla fase 1 \pm desviación estándar	74
Tabla 16: Porcentaje de sobrevivencia fase 1	75
Tabla 17: Porcentaje de mortalidad diaria por tratamiento fase 1	76
Tabla 18: Porcentaje de sobrevivencia a la Prueba de Resistencia al Estrés.	78
Tabla 19: Tasa de Crecimiento Simple en la fase 1, promedio \pm desviación estándar	79
Tabla 20: Cantidad de alimento suministrado por tratamiento en la fase 1	80
Tabla 21: Incremento de peso, promedio \pm desviación estándar	81
Tabla 22: Incremento de talla, promedio \pm desviación estándar	83
Tabla 23: Sobrevivencia post-larval fase 2	83
Tabla 24: Porcentaje de mortalidad diaria por tratamiento fase 2	85
Tabla 25. Tasa de Crecimiento Simple en la fase 2, promedio \pm desviación estándar	86
Tabla 26: Cantidad de alimento suministrado por tratamiento en la fase 2 (Concentrado comercial al 48% de P.B.)	87
Tabla 27: Costos parciales de producción por tratamiento de Bagre del Patía <i>R. quelen</i> en las unidades experimentales	89
Tabla 28: Costos e ingresos de producción durante el periodo experimental	90

LISTA DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1: Principales especies de plancton empleadas en acuicultura	42
Cuadro 2: Principales características de los diferentes tipos de cultivo de <i>Artemia</i>	41

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A: Morfometría de reproductores	98
Anexo B: Cantidad de agente inductor empleada	99
Anexo C: Tiempo de aplicación de agente inductor y tiempo de desove de las hembras	100
Anexo D: Porcentaje de fertilización y eclosión	101
Anexo E: Morfometría inicial de las larvas de <i>R. quelen</i>	103
Anexo F: Registro de peso y talla para el tratamiento 1 en la finalización de la fase 1	105
Anexo G: Registro de peso y talla para tratamiento 2 en la finalización de la fase 1	106
Anexo H: Registro de peso y talla para tratamiento 3 en la finalización de la fase 1	107
Anexo I: Registro de peso y talla para tratamiento 4 en la finalización de la fase 1	108
Anexo J: Registro de mortalidad fase 1	109
Anexo K: Mortalidad diaria fase 1	112
Anexo L: Temperatura agua fase 1	113
Anexo M: Registro de peso y talla para tratamiento 2 en la finalización de la fase 2	115
Anexo N: Registro de peso y talla para tratamiento 3 en la finalización de la fase 2	116
Anexo O: Registro de peso y talla para tratamiento 4 en la finalización de la fase 2	117
Anexo P: Registro de mortalidad fase 2	118
Anexo Q: Mortalidad diaria fase 2	121
Anexo R: Temperatura agua fase 2	122
Anexo S: Resumen de los muestreos para tratamiento 1	125
Anexo T: Resumen de los muestreos para tratamiento 2	126
Anexo U: Resumen de los muestreos para tratamiento 3	127
Anexo V: Resumen de los muestreos para tratamiento 4	128
Anexo W: Tabla Anova y Contraste Múltiple de Rango para Incremento de Peso fase 1 según tratamiento	129
Anexo X: Tabla Anova y Contraste Múltiple de Rango para Incremento de Talla fase 1 según tratamiento	130
Anexo Y: Contraste de Kruskal-Wallis y prueba Newman-Keuls para Tasa de Crecimiento Simple fase 1 según tratamiento	131
Anexo Z: Prueba de Brand-Snedecor para la Supervivencia en la fase 1	132
Anexo AA: Prueba de Brand-Snedecor para la Prueba de Resistencia al Estrés	133
Anexo AB: Tabla Anova y Contraste Múltiple de Rango para Incremento de Peso fase 2 según tratamiento	134
Anexo AC: Tabla Anova y Contraste Múltiple de Rango para Incremento de Talla fase 2 según tratamiento	135
Anexo AD: Contraste de Kruskal-Wallis y Newman-Keuls para Tasa de Crecimiento Simple fase 2 según tratamiento	136
Anexo AE: Prueba de Brand – Snedecor para la Supervivencia en la fase 2	137

GLOSARIO

ARTEMIA: Es un pequeño organismo que vive en las aguas salobres e hipersalinas de todo el mundo. Es la presa viva más adecuada para la alimentación de los estadios post-larvarios de muchas especies de peces y crustáceos marinos.

EXTRACTO PITUITARIO DE CARPA: Es la hormona heteroplástica empleada en los procesos de reproducción artificial de varias especies de peces.

DESOVE: Liberación de los oocitos por parte de la hembra.

FERTILIZACION: Proceso en el cual se hace la unión de los gametos producidos por las hembras y por los machos.

INCUBACION: Período comprendido entre la liberación de los oocitos fertilizados en la incubadora y la eclosión de las larvas.

INCUBADORA TIPO WOYNAROVICH: Aparato en forma de embudo con flujo vertical ascendente de agua donde los oocitos fertilizados están en condiciones de temperatura y protección, favorable a la continuidad de la embriogénesis.

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

OOCITO: Célula reproductora de la gónada del animal hembra.

PORCENTAJE DE ECLOSION: Es el porcentaje de embriones eclosionados.

PORCENTAJE DE FERTILIZACION: Es el porcentaje de los oocitos fertilizados, este porcentaje es medido seis horas posteriores a la fertilización.

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

PRIMERA ALIMENTACION: Es el primer alimento exógeno que consume la larva de un pez.

PRUEBA DE RESISTENCIA AL ESTRÉS: Esta prueba es utilizada para evaluar la resistencia que genera un tipo de alimento frente a condiciones adversas como: exposición

al aire, cambios de salinidad, cambios en la calidad del agua, una mayor calidad nutricional de los alimentos influye directamente en la sobrevivencia de esta prueba¹.

Rhamdia quelen: Especie silúrida nativa y promisorio colombiana de gran potencial acuícola que se presenta como alternativa para la diversificación de especies cultivadas para consumo humano y recuperación de diversas fuentes.

SPIRULINA: Es un organismo considerado como cianobacteria y anteriormente se le incluía en las microalgas azul-verdes de la división Cyanophyceae. Se trata de una formación multicelular microscópica filamentosa colonial de aspecto helicoidal, mide entre 200 y 250 micras de largo. Empleada para la alimentación de larvas en la acuicultura.

¹ ATENCIO, Victor; ZANIBONI, Evoy; PARDO, Sandra e ARIAS, Alfredo. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). Em: Acta Scientiarum. Animal Sciences. Vol. 25, No. 1. Villavicencio, Colombia. 2003. p 68

RESUMEN

La alimentación de post-larvas en la acuicultura ha sido uno de los mayores limitantes que se ha presentado en la producción acuícola continental y marítima durante varias décadas sobre todo en especies que requieren en estas primeras fases de alimentos específicos de alto contenido proteico y de un tamaño adecuado, de acuerdo con lo anterior las investigaciones en alimentación de larvas han desarrollado alternativas usando organismos en diferentes estadios de desarrollo tales como: *Artemia*, copépodos, rotíferos, plancton del medio, de igual forma se han implementado otros tipos de dietas, como microencapsulados, papillas, alimentos balanceados, productos liofilizados, entre otros.

Una de las especies ícticas nativas y promisorias de Colombia de gran potencial acuícola que se presenta como alternativa para la diversificación de especies cultivadas para consumo humano y recuperación de diversas fuentes de agua es el bagre del Patía *Rhamdia quelen*, pez silúrido que se encuentra en ríos y quebradas de la cuenca del río Patía.

La investigación se realizó en la Estación Piscícola de las Tallas, adscrita a la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC y en el Laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria del Programa Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño.

En este trabajo se determinó cual de las diferentes dietas suministradas es la adecuada para alimentar post-larvas de *R. quelen* y cual de estas se adapta mejor al cambio a alimento comercial. La investigación se dividió en dos fases: en la primera fase se suministró como dieta nauplios de *Artemia*, *Spirulina sp.*, papilla (mezcla húmeda) y plancton silvestre entre 60 y 300 micras a post-larvas de *R. quelen* próximas a reabsorber totalmente su saco vitelino por un tiempo de 10 días. Para la segunda fase las post-larvas se alimentaron con un concentrado comercial al 48 % de P.B. por un periodo de 15 días.

Se utilizó un diseño completamente al azar, para determinar si existía diferencias estadísticas entre los tratamientos, se realizó un análisis de varianza con un 95% de confianza, en las variables donde se encontraron diferencias entre los tratamientos se realizó una prueba de Tukey para analizar cual es el mejor tratamiento con respecto al incremento de peso y el incremento de talla, para evaluar la sobrevivencia y la prueba de resistencia al estrés se empleó la prueba de Brand – Snedecor a la variable tasa de crecimiento simple se le aplicó una prueba de normalidad de datos, posteriormente para determinar la existencia de diferencias entre tratamientos se empleó la prueba de Kruskal–Wallis con el 95 % de confianza, para determinar el mejor tratamiento se utilizó la prueba de Newman-Keuls con 95 % de confianza.

En la fase 1 se registraron los siguientes resultados: para incremento de peso el T₂ fue el mejor con $5,61 \pm 1,02$ mg seguido por el T₁, T₄ y el T₃ con $4,53 \pm 1,15$ mg $3,78 \pm 1,03$ mg y $0,47 \pm 0,21$ mg respectivamente encontrándose que todos los tratamientos presentan diferencias estadísticas; en la variable incremento de talla el mejor tratamiento fue el T₂ con $3,87 \pm$

1,11 mm seguido por el T₁ con $3,50 \pm 0,97$ mm, T₄ con $3,17 \pm 1,09$ mm y el T₃, con $1,57 \pm 0,90$ mm, los tratamientos T₂ y T₁ no presentan diferencias estadísticas lo mismo ocurre entre los tratamientos T₁ y T₃ en las combinaciones restantes existe diferencias estadísticas; para la variable de sobrevivencia se encontró diferencias estadísticas entre todos los tratamientos donde el T₂ con 65,33 % fue el mejor tratamiento, seguido por el T₄ con 59,33 %, T₃ con 53,33 % y el T₁ con 13,33%; en cuanto a los resultados arrojados por la prueba de resistencia al estrés se encontró que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, T₁, T₂ y T₃ presentaron una sobrevivencia del 100 % a diferencia del T₄ que obtuvo un 90 % de sobrevivencia; para la variable tasa de crecimiento simple se encontró diferencias estadísticas entre todos los tratamientos, siendo el mejor T₂ con $70,13 \pm 12,79$ %/día, seguido por el T₁ con $56,58 \pm 14,35$ %/día, T₄ con $47,29 \pm 12,89$ %/día y el T₃ con $5,87 \pm 2,61$ %/día.

Para la fase 2 del estudio se obtuvieron los siguientes resultados: para incremento de peso el T₂ $6,04 \pm 1,6$ mg fue el mejor tratamiento seguido por el T₃ con $2,38 \pm 0,6$ mg el T₄ registró un incremento negativo de $-0,52 \pm 1,2$ mg, se encontró diferencias estadísticas entre todos los tratamientos; en la variable de incremento de talla se encontró que el mejor tratamiento fue el T₂ con $4,83 \pm 1,9$ mm seguido por el T₃ con $2,13 \pm 1,1$ mm y el T₄ con $0,65 \pm 1,2$ mm todos los tratamientos presentan diferencias estadísticas; con relación a la sobrevivencia se determinó que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos siendo el mejor el T₂ con el 56,69 % seguido por el T₃ con 20,63 % y el T₄ con 19,29 % las larvas del T₁ no registraron sobrevivencia; con respecto a la tasa de crecimiento simple se determinó que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el mejor el T₂ con $40,27 \pm 10,9$ %/día seguido por el T₃ con $15,3 \pm 4,3$ %/día y el T₄ con $-4,6 \pm 3,2$ %/día; para la variable de relación beneficio/costo el mejor tratamiento es el T₂ ya que es el único que presenta una relación beneficio/costo mayor a 1 (1,40) seguido por el T₃ con 0,41, T₂ con 0,36 y el T₁ con 0,09.

ABSTRACT

The feeding of post-larvae in the aquaculture has been one of the major bounding ones who has appeared in the aquatic production continental and maritime during several decades especially in species that need in these first phases of specific food of contained multifaceted high place and of a suitable size, of agreement to previous the researches in feeding of larvae have developed alternatives using organisms in such different stadiums of development as: *Artemia*, copepods, rotifers, plankton of the way, of equal form types of diets have been implemented other one, as microencapsulates, paps, balanced feed, lyophilized products, between others.

One of the fish species native of Colombia of great potential aquatic and besides being a promissory alternative for the diversification of species cultivated for human consumption and recovery of diverse sources of water is the catfish of the Patía *Rhamdia quelen*, fish siluridae that is in rivers of the basin of the Patía River.

In this work was determined which of the different given diets is adapted to feed post-larvae of *R. quelen* and which of these receives better the change to commercial food, the research divided in two phases: in the first phase given as diet to nauplios of *Artemia*, *Spirulina* sp., pap (humid mixing) and wild plankton among 60 and 300 microns to post-larvae of *R. quelen* that was close to re-absorb totally his yolk for a time of 10 days. For the second phase the post-larvae were fed with at a commercial concentrate to 48 % of P.B. by a period of 15 days.

The investigation was realized on the Station Piscícola of the Tallas and in the Laboratory of Larviculture and Primary Productivity of the Program Engineering in Aquaculture Production at University of Nariño.

It was used a design completely at random, to determine in which of the variables the treatments it existed statistical differences an analysis of variance realized with 95 % of significance, in the variables where one found differences between the treatments Tukey test realized to analyze which is the best treatment with regard to the increase of weight and the increase of length, to evaluate the survival and the endurance test to the stress was used Brand –Snedecor test. The variable of rate of simple growth used a test of normality of information later to determine the existence of differences between treatments was used Kruskal-Wallis test with 95 % of significance, to determine the best treatment was in use Newman - Keuls test with 95 % of significance.

In the phase 1 the following results were registered: for increase of weight the T₂ it was the best with $5,61 \pm 1,02$ mg continued by the T₁, T₄ and the T₃ with $4,53 \pm 1,15$ mg $3,78 \pm 1,03$ mg and $0,47 \pm 0,21$ mg respectively thinking that all the treatments present statistical differences; in changeable increase of length the best treatment was the T₂ with $3,87 \pm 1,11$ mm followed by the T₁ with $3,50 \pm 0,97$ mm, T₄ with $3,17 \pm 1,09$ mm and the T₃, with $1,57$

$\pm 0,90$ mm, the treatments T₂ and T₁ do not present statistical differences the same thing happens among the treatments T₁ and T₃ in the remaining combinations exists statistical differences; For the variable of survival one found statistical differences between all the treatments where the T₂ with 65,33 % was the best treatment continued by the T₄ with 59,33 %, T₃ with 53,33 % and the T₁ with 13,33 %; as for the results assumed by the endurance test to the stress one thought that it exists statistical differences between the treatments, T₁, T₂ and T₃ presented a survival of 100 % unlike the T₄ that obtained 90 % of survival; for the changeable rate of simple growth one found statistical differences between all the treatments, being the best T₂ with $70,13 \pm 12,79$ % / day continued by the T₁ with $56,58 \pm 14,35$ % / day, T₄ with $47,29 \pm 12,89$ % / day and the T₃ with $5,87 \pm 2,61$ % / day.

For the phase 2 of the study obtained the following results: for increase of weight the T₂ $6,04 \pm 1,6$ mg was the best treatment continued by the T₃ with $2,38 \pm 0,6$ mg the T₄ registered a negative increase of $-0,52 \pm 1,2$ mg, one found statistical differences between all the treatments; in the variable of increase of height one thought that the best treatment was the T₂ with $4,83 \pm 1,9$ mm continued by the T₃ with $2,13 \pm 1,1$ mm and the T₄ with $0,65 \pm 1,2$ mm all the treatments they present statistical differences; With relation to the survival one determined that statistical differences between the treatments exist being the best the T₂ with 56,69 % followed by the T₃ with 20,63 % and the T₄ with 19,29 % the larvaes of the T₁ did not register survival; with regard to the rate of simple growth one determined that there are statistical differences between the treatments, being the best the T₂ with $40,27 \pm 10,9$ % / day continued by the T₃ with $15,3 \pm 4,3$ % / day and the T₄ with $-3,47 \pm 3,2$ % / day; for the variable of relation benefit / cost the best treatment is the T₂ since it is the only one that presents a relation benefit / cost bigger than 1 (1,40) continued one for the T₃ with 0,41, T₂ with 0,36 and the T₁ with 0,09.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la mayoría de peces para consumo que se comercializan en el país provienen de la pesca en ríos y lagunas, pero el uso de artes de pesca inadecuados, la sobre explotación y la alteración de su medio natural están ocasionando una creciente disminución de estas especies en los últimos años². En vista del anterior problema se han buscado alternativas sostenibles tanto a nivel comercial como ambiental, la solución más factible para satisfacer la creciente demanda de consumo y reducir la presión sobre las mismas es la producción de estos organismos en ambientes de cultivo.

Las entidades públicas y privadas están enfrentadas a dos importantes retos, el primero a mantener una acuicultura en constante desarrollo para suplir los requerimientos nutricionales de la población, bajo los preceptos de un manejo racional del recurso, y el segundo es conservar la gran biodiversidad de especies ícticas presentes en nuestro país.

El desafío planteado a los investigadores y productores es realizar estudios que permitan obtener la información necesaria para evaluar una especie determinada y posteriormente desarrollar paquetes tecnológicos que hagan factible su utilización dentro de un ciclo productivo³, por tal motivo las Corporaciones Autónomas Regionales del país han puesto en marcha proyectos para la diversificación de especies de cultivo utilizando el conducto regular para la investigación de cualquier especie acuícola (reproducción, incubación, larvicultura, alevinaje, levante, ceba, comercialización y preservación).

En el caso de los bagres uno de los problemas para su producción es la obtención comercial de alevinos aptos para iniciar un cultivo sin dificultad con el uso de balanceados comerciales que genere una oferta permanente de estas especies a un buen precio y de excelente calidad⁴.

Una de las especies nativas Colombianas con un probable potencial fisiológico y anatómico apto para la acuicultura es el bagre del Patía *R. quelen*⁵. En los últimos años han surgido investigaciones referentes a su biología y aspectos reproductivos y embriológicos, lo que permite realizar mayores investigaciones específicas de los diferentes problemas que se presentan en su producción.

² MOJICA, Hermes, RODRIGUEZ, José y OROZCO, Carlos. Manual de reproducción y cultivo “el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*). VILLAVICENCIO. INPA, PRONATTA. 2003. p 2.

³ PAZ, Wilson. Evaluación del desarrollo embrionario del bagre del Patía *Rhamdia quelen* (Quoy y Gaimard, 1824) a diferentes rangos de temperatura del agua de incubación. Trabajo de grado, Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2005. p 20.

⁴ Mojica, Rodríguez y Orozco Op. cit., p. 2.

⁵ CAJAS, Álvaro. Reproducción en confinamiento de las especies ícticas *Rhamdia quelen* y *Cichlasoma omatum* con fines de repoblamiento en la cuenca del río Patía en el departamento del Cauca. Trabajo de grado (Especialista en Recursos Hidrobiológicos). Popayán, Colombia: Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. 2001; p. 7.

La presente investigación se llevo acabo en dos locaciones: la reproducción e incubación se realizó en las instalaciones de la Estación Piscícola Las Tallas y la larvicultura en el Laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria del programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad Nariño. Continuando el desarrollo del paquete tecnológico para el cultivo comercial del bagre del Patía *R. quelen*, evaluando el efecto de cuatro tipos diferentes de dietas en la fase de larvicultura de esta especie.

1. DEFINICION Y DELIMITACION DEL PROBLEMA

El éxito de la acuicultura como bioindustria depende de los progresos en la obtención continua y estable de alevinos, siendo casi imposible desarrollar el cultivo a escala comercial de una especie si no hay disponibilidad permanente de semillas. Uno de los problemas que se presentan cuando se intenta desarrollar tecnologías de producción de alevinos está asociado al poco conocimiento de los hábitos alimenticios de las post-larvas, particularmente en el momento de empezar su alimentación exógena.

La iniciación de la alimentación exógena de las larvas es una actividad fundamental para el desarrollo de éstas debido a que mejora el desarrollo en las primeras fases de crecimiento, aumenta el porcentaje sobrevivencia y la calidad de la semilla. En consecuencia para definir el potencial acuícola de una especie, uno de los pasos necesario es evaluar a fondo todo correspondiente a la alimentación de las post-larvas (tipo de alimento, cantidad, frecuencia, costos y manejo del alimento).

2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál de las cuatro alternativas de dietas a suministrarse en la fase de post-larvas y bajo condiciones de laboratorio, permite al bagre del Patía *R. quelen* obtener los mejores resultados productivos y económicos?

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la primera alimentación del bagre del Patía *R. quelen* utilizando cuatro tipos de dietas (*Artemia*, *Spirulina sp.*, papilla (mezcla húmeda) y plancton silvestre) en el laboratorio de larvicultura y productividad primaria del programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular el incremento de peso y de talla de las larvas durante el periodo de estudio.
- Medir la sobrevivencia larval para cada tipo de dieta.
- Determinar las tasas de crecimiento simple larval para cada tipo de dieta.
- Realizar la prueba de resistencia al estrés al final de la primera fase.
- Calcular el consumo aparente de alimento de las larvas durante el estudio.
- Analizar Relación Beneficio Costo para cada tratamiento.

4. MARCO TEORICO

4.1 ESPECIES PROMISORIAS

Según el Instituto Amazónico De Investigaciones Científicas⁶:

Los peces son los vertebrados más antiguos y numerosos que existen. Se conocen cerca de 20.000 especies, comparados con 8.600 de aves, 4.500 de mamíferos y 8.500 entre reptiles y anfibios. Durante el curso de su evolución, los peces se han adaptado a muchos ambientes que incluyen desde las profundidades de los océanos, los cursos de agua más altos en las montañas y los ambientes tropicales hasta regiones polares. De esta 20.000 especies aproximadamente el 33 % se encuentra en los trópicos, cifra que representa alrededor de 6.650 especies, de estas 6.200 pertenecen al superorden Ostariofisi.

La gran diversidad de ambientes ecológicos que existen en la región amazónica ha permitido una radiación evolutiva sin comparación. América del sur se aisló de otras áreas continentales hace cerca de 70 millones de años y las especies existentes en ese momento se irradiaron para ocupar todos los nichos ecológicos que se fueron derivando a medida que se originaban nuevos ambientes a través del proceso de orogénesis (levantamiento de la cordillera de los Andes) y de los cambios climáticos que se produjeron en el nuevo continente. Aunque si bien, existe una considerable teoría acerca de los modelos regionales que explican la diversidad de peces en el trópico, son más bien limitadas las evidencias de escala evolutiva, geológica y ecológica que los sustentan.

Aunque muchos ríos no se han estudiado, en Sudamérica se conocen más de 2.400 especies de peces, tanto en número de especies, como en número de individuos, la fauna está dominada por los órdenes Siluriformes y Characiformes. Estos órdenes, más el de Cypriniformes (que no está presente en Sudamérica), pertenecen al superorden Ostariofisi, cuyas características principales son: la presencia de un ducto abierto en la vejiga natatoria con el estómago, presencia de los osículos de Weber los cuales son modificaciones de las cuatro primeras vértebras que se unen con la vejiga natatoria y con el oído medio, permitiéndoles producir y captar sonidos.

Agudelo y Salinas⁷ afirman que:

La región del neotropical incluye parte de Centro y Sur América. En ella se concentra la mayor diversidad de peces de agua dulce del mundo, y en especial la

⁶ SINCHI. Bagres de la amazonia colombiana: un recurso sin fronteras. SINCHI. Bogotá D.C. 2000. p. 71

⁷ AGUDELO. Edwin y SALINAS. Yolanda. Peces de importancia económica en la cuenca amazónica colombiana. SINCHI. 2000. p. 19.

cuenca Amazonas punto central de esta riqueza. Aunque es conveniente reconocer al Amazonas como una región fisiográfica, se debe tener presente que el relieve de Sudamérica es relativamente bajo y por lo tanto, las grandes cuencas están conectadas o al menos lo estuvieron en tiempos geológicos recientes. Así, la fauna amazónica tiene cercanías con los sistemas de La Plata, San Francisco, Beni – Mamoré – Guaporé, Magdalena, Orinoco y Guayanés. Existen fósiles de peces y quelonios que indican que la fauna de la cuenca Amazónica estuvo presente en la cuenca del río Magdalena.

La ictiofauna de agua dulce de Colombia se considera como una de las más diversas del Neotrópico, pues hace parte fundamental de la fauna íctica de Sudamérica, la más diversificada y abundante del mundo. Diferentes estimaciones sobre el número de especies concuerdan en que existen alrededor de 3.000 especies en el país; siendo esta fauna dominada por Characiformes y Siluriformes, seguida de los Gymnotiformes. Para la Amazonía, estos tres grupos representan el 43,39 % y 3 % respectivamente de las especies presentes.

Atencio⁸ considera que:

Las ventajas de desarrollar la piscicultura con especies nativas van desde la mejor adaptación de estos peces al clima y calidad del agua de la región hasta el hábito de consumo de la población. Entre estas especies se destacan por su importancia o potencialidad en la piscicultura continental colombiana las reofilicas, sobresaliendo: *Piaractus brachipomus* (cachama blanca), *Colossoma macropomum* (cachama negra), *Prochilodus magdalenae* (bocachico), *Brycon moorei sinuensis* (dorada), *Brycon siebenthalae* (yamú), *Sorubim cuspicaudus* (bagre blanco) y *Pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayado). De estas especies sólo el grupo de las cachamas tiene importancia en la piscicultura comercial del país, siendo el segundo piscicultivo más importante después de las tilapias, en razón de los importantes avances en el abastecimiento a gran escala de alevinos durante todo el año, mientras que en las otras especies el suministro de alevinos es deficiente. El éxito de la piscicultura como una bioindustria depende de los progresos en la obtención de una continua y estable producción de alevinos, siendo casi imposible desarrollar el cultivo a escala comercial de una especie si no hay disponibilidad permanente de semillas.

La producción de alevinos comprende tres etapas claramente diferenciadas y relacionadas entre sí: a) Conformación y mantenimiento del plantel de reproductores b) Reproducción inducida y c) Larvicultura y alevinaje. El objetivo de esta revisión es discutir los aspectos relevantes de las etapas del proceso de producción de alevinos de especies nativas.

⁸ ATENCIO, Victor. Producción de alevinos de especies nativas. En: MVZ-CÓRDOBA. Vol. 6. No. 1. Montería. Colombia. 2001. p. 9, 12.

La larvicultura y alevinaje tienen por objetivo incrementar las tasas de sobrevivencia y crecimiento, en la difícil fase de transición de larva a alevino a partir del ofrecimiento de condiciones ambientales adecuadas, entre ellas la definición de una estrategia alimentaria. Pero, la mayoría de los fracasos cuando se intenta desarrollar tecnologías de producción de alevinos están asociados al poco conocimiento de las preferencias del individuo, particularmente lo relacionado con la alimentación.

El sistema más ampliamente usado en la producción de alevinos de las especies nativas es la adaptación del sistema húngaro, en el cual, una vez las larvas inician su alimentación exógena son sembradas en estanques abonados donde permanecen hasta convertirse en alevinos. Este sistema ha sido exitoso en la producción de alevinos de cachamas y bocachicos, pero con resultados muy variables cuando es aplicado a la dorada y al yamú.

La conducta caníbal, luego del inicio de la alimentación exógena, ha sido informada para la dorada y el yamú. En la mayoría de los casos la principal causa del canibalismo en la larvicultura está relacionada con el manejo de la alimentación. Se considera como factores importantes en el control del canibalismo en la larvicultura: alimentación a saciedad, frecuencia óptima de alimentación, tamaño apropiado y distribución homogénea del alimento, uso preferencial de alimento vivo y densidad de siembra conveniente.

El conocimiento del inicio de la alimentación exógena y el manejo de la primera alimentación es considerado punto crítico en la larvicultura, debido a su importancia en la posterior viabilidad de la post-larva. En el caso de las post-larvas de yamú y dorada, ofrecer tardíamente el primer alimento acentuaría el canibalismo y, por tanto, se incrementaría la tasa de mortalidad. Los mejores resultados para el control del canibalismo en estas especies es ofreciendo como primera alimentación larvas de otras especies. Recientes estudios han demostrado que el manejo de la primera alimentación del bocachico con nauplios de *Artemia sp.* (Instar I) o zooplancton silvestre entre 250 - 400 μm libre de predadores, por los menos durante tres días, mejoran los indicadores de crecimiento y sobrevivencia en la larvicultura del bocachico.

Luego del manejo de la primera alimentación, en un medio controlado libre de predadores, las post-larvas deben ser sembradas, en estanques debidamente preparados para estimular la producción natural de alimento (secado, encalado y abonado), a densidades de 150 - 300 post-larvas/m² para cachama y bocachico y 50 - 150 post-larvas/m² para dorada y yamú, obteniéndose sobrevivencias mayores del 50% en la fase de alevinaje con este sistema.

4.2 BIOLOGIA DEL BAGRE DEL PATÍA *R. quelen*, (Quoy & Gaimard, 1824)

4.2.1 Ubicación taxonómica. Silfvergrip citado por Gomes et al.,⁹ afirman que:

La sistemática del género *Rhamdia* es confusa, recientemente se realizó una amplia revisión taxonómica del género basada en características de morfología interna en la cual se concluyó que el género *Rhamdia* esta formado por apenas 11 especies dentro de las 100 estudiadas. Además considera que *Rhamdia quelen* (Figura 1) presenta 49 sinonimias entre ellas: *Pimelodus quelen*, *Pimelodus sebae*, *Pimelodus nandia*, *Pimelodus sapo*, *Pimelodus hilarii*.

Según Miles, citado por Cajas¹⁰ la taxonomía del bagre del río Patía es:

Reino:	Animal
Subreino:	Metazoa
Phylum:	Chordata
Superclase:	Gnatostomata
Clase:	Actinoptergios
Orden:	Siluriformes
Familia:	Pimelodidae
Genero:	<i>Rhamdia</i>
Especie:	<i>quelen</i>
Nombre científico	<i>Rhamdia quelen</i>
Nombre Vulgar:	Liso, Barbudo negro, Bagre del Patía.

Figura 1. Bagre del Patía *Rhamdia quelen*.



4.2.2 Distribución geográfica y hábitat. Ortega, et al.,¹¹ afirman:

⁹ GOMES, Levy; GOLOMBIESKI, Jacqueline; CHIPARI, Adriana e BALDISSEROTTO, Bernardo. Biología do jundiá *Rhamdia quelen* (TELEOSTEI, PIMELODIDAE). Em: Ciencia Rural Santa María, No 30. Santa María: Bermado, 2000. p.180.

¹⁰ CAJAS, Op. cit., p. 10.

¹¹ ORTEGA, Armando; USMA, José; BONILLA, Paula y SANTOS, Natalia. Peces de la Cuenca Alta del Río Cauca. Riqueza Ictiológica del Valle del Cauca. En: Revista Biota colombiana. Vol 7. No.1. Cali. 2006. p 48. (Citada el 31 de agosto de 2006) disponible en Internet URL//: www.siac.net.co/biota/123456789/199

El área de distribución del bagre del Patía (*Rhamdia quelen*, Quoy & Gaimard, 1824) abarca desde el sur de México hasta Argentina. En Colombia, se encuentra en los ríos Magdalena, Cauca, Patía, San Juan y Atrato, vive en la mayoría de las zonas medias y bajas de los subsidiarios que llegan al río Cauca. Habita en quebradas, ríos grandes y medianos con aguas tranquilas y de bajas corrientes. Es una especie de hábitos crípticos, en el día se ocultan tras la vegetación acuática, rocas y restos vegetales.

4.2.3 Generalidades de la especie. De acuerdo con Gomes¹²:

El barbudo *R. quelen*, posee cuerpo alargado y cilíndrico, su cabeza es un poco deprimida con la boca terminal, ojos de tamaño medio, los huesos de la cabeza no se unen con la aleta dorsal. La coloración del barbudo varía de marrón rojizo claro a gris oscuro; la pigmentación de la parte inferior de la cabeza es variable, los barbicelos presentan un crecimiento alométrico negativo y esta relacionado con el crecimiento del cuerpo. *R. quelen* se diferencia de otras especies a través de las siguientes características: las aletas pectorales presentan espinas aserradas en ambos lados, aleta caudal con lóbulos desiguales, la membrana interradial es menor a 2/3 del crecimiento del radio del lóbulo superior de la aleta caudal / el lóbulo inferior de la misma. Presenta poros sensoriales múltiples en la cabeza, narinas posteriores abiertas ubicadas postero-lateralmente, posee de 5 a 16 arcos branquiales con 36 a 44 vértebras posweberianas.

El mismo autor menciona que la especie exhibe dimorfismo sexual únicamente en la época reproductiva, se caracteriza porque el macho toma una coloración mucho mas clara que la hembra y se marca una franja oscura a nivel de la línea media y dorsal, ésta por su parte conserva su color normal, aunque en algunas de ellas aparecen unas pecas oscuras en la totalidad de su parte dorsal; la especie presenta dimorfismo sexual, determinado por la papila urogenital y con la tinción, en el macho se observa de forma aguda y marcado un solo orificio en la parte extrema terminal, de color amarillo claro; en la hembra la papila, es de forma redondeada y vascularizada, en época de reproducción la papila de las hembras toma un color rojo intenso. Este dimorfismo se puede observar en especímenes adultos lo que no ocurre en la fase juvenil. La hembra es de mayor talla que el macho.

Según Ortega, et al.,¹³ “la especie se encuentra madura sexualmente al llegar a una talla promedio de 19,6 a 34,0 cm (LT) y un peso promedio de 65,0 a 340,0 g, presentando una fecundidad absoluta entre 33.630 a 103.870 oocitos por kilogramo, y una fecundidad relativa del 97,47 % sus huevos son de tipo semipelágicos demersales”

¹² GOMES, et al., Op. cit., p. 180.

¹³ ORTEGA, et al., Op. cit., p. 46.

Sin embargo Narahara, et al.,¹⁴ menciona que “la maduración sexual en *R. quelen* para machos inicia desde 13,4 cm y para hembras de 16,5 cm; a partir de 16,5 cm y 17,5 cm todos los animales machos y hembras respectivamente están potencialmente aptos para la reproducción.”

Mardini, et al.,¹⁵ reporta que “los machos aptos sexualmente liberan con facilidad el líquido espermático cuando el abdomen es presionado. Además el orificio genital es protraído, las hembras maduras presentan un orificio genital contraído de color rojizo y con dilatación ventral.”

4.2.4 Ecología reproductiva. Paz¹⁶ sostiene:

Las hembras presentan aspectos morfológicos externos cuando están óptimas para el desove, como abdomen poco flácido. La maduración sexual de estos peces es precoz aún dentro del primer año de vida. Para la inducción hormonal en hembras, es recomendable suspender la ración alimenticia 24 horas antes, para evitar confusión entre las que presentan abdomen grande debido al volumen de las gónadas y otras debido al volumen del estómago.

Carneiro¹⁷ afirma:

Que la identificación de los machos durante el proceso de selección de los reproductores es un trabajo fácil debido a la diferencia morfológica de las papilas genitales entre los dos sexos. Los machos muestran una protuberancia fácilmente percibida además de expulsar semen después de un masaje ventral en sentido cefalo-caudal. Otra característica que facilita la identificación de los sexos es el crecimiento reducido de los machos en relación con las hembras (Figura 2). Es común en estos peces que con menos de 200 g liberen semen luego del inicio de las lluvias. Muchos piscicultores inducen a los machos para obtener mayor volumen de semen y es posible notar un aumento significativo (cerca de cinco veces más), al inducir con 0,5 mg/kg de extracto hipofisiario en el momento de la segunda aplicación de las hembras.

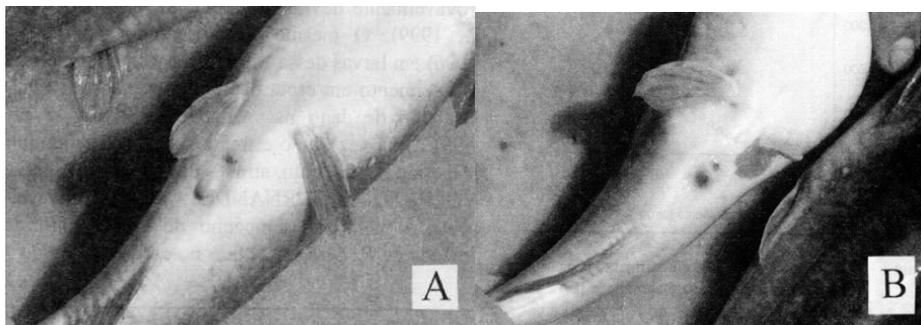
¹⁴ NARAHARA, Levy et al. Relacao peso – comprimento e fator de condicao de *R. hilarii* (Valencienis, 1840). En: Boletim do Instituto de Pesca, No 12. Rio Grande Do sul: 1985. p. 13,22.

¹⁵ MARDINI, Raúl et al. Tecnica de Inducao da desova en Jundiá *R. quelen* en pregada na estacao experimental de piscicultura da lagoa dos cuadros. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1981. p. 14

¹⁶ PAZ, Op. cit., p 28.

¹⁷ CARNEIRO, P; F BENDHACK, F; MIKOS, J. e SCHORER, M. Jundiá: um grande peixe para a região Sul. En: Panorama da Aqüicultura, v.12. Brasil. 2002. p. 43.

Figura 2. Macho y hembra de *Rhamdia quelen*.



GOMES, et al., Op. Cit., p. 182.

4.2.5 Reproducción. De acuerdo con Ventre citado por Paz¹⁸: “la reproducción, o perpetuación de la especie que se produce en los animales no es otra cosa que la fecundación de los dos elementos sexuales, del macho y de la hembra, produciendo un huevo. Esta es la fusión de dos pronúcleos que se encuentran en un óvulo y un espermatozoide, y puede ocurrir dentro del cuerpo, lo que se llama fecundación interna, o fuera de él, lo que se denomina fecundación externa”.

Hernández nombrado por Paz¹⁹ sostiene que: “casi todos los animales acuáticos presentan la fecundación externa, y por ese mecanismo las parejas liberan sus óvulos y espermatozoides simultáneamente en el agua, para su respectiva unión; muchos de los cuales se pierden devorados por depredadores, la cantidad de oocitos es tan grande, que hay un número suficiente que perdura para perpetuar la especie.”

Según Sagaon referido por Paz²⁰ “la asociación de los dos elementos sexuales no se realiza en cualquier parte del medio acuático, se necesita que se den ciertas condiciones, poca profundidad, y con vegetación acuática, proporción adecuada de oxígeno disuelto, pH próximo al neutro, temperatura adecuada etc.”

De acuerdo con Martínez²¹ “Todas estas condiciones varían de acuerdo a las especies, pero, por lo general, las condiciones adecuadas en nuestros ríos y lagos se dan en los grandes esterales y pantanos, o en los nacimientos de los arroyos. Se sabe que existe una época del año en que los peces empiezan a migrar, por lo general aguas arriba, para encontrar los lugares óptimos para el desove.”

Luchini y Rossi²² sostienen que:

¹⁸ PAZ, Op. cit., p. 29.

¹⁹ Ibid., p. 29.

²⁰ Ibid., p. 29.

²¹ MARTINEZ, Alfonso. Peces de Colombia. Ediciones Fondo Cultural Cafetero. Bogota. 1981. p. 49.

²² LUCHINI, L. y ROSSI, F. Tecnologías para cultivo del “randia” (*Rhamdia quelen*) para fomento de su producción comercial, en clima templado a templado-calido. CENADAC, DAA. Argentina. 2005. p 2.

El punto más importante del éxito comercial en el cultivo de una especie se refiere al control de su reproducción, puesto que ello permite la independencia del medio silvestre, obtención masiva de juveniles en cautiverio y planificación de producción comercial; además del inicio de una “domesticación” del pez silvestre con una posterior selección de una línea de ejemplares más rendidores en cuanto a crecimiento y producción. La disponibilidad de “semilla”, por lo tanto, es lo que permite el inicio del cultivo comercial, con productores que encaren su larvicultura o bien, solamente las fases de pre-engorde y engorde hasta talla comercial (adquiriendo en este último caso la semilla, a otros productores).

4.3 CULTIVO DE LARVAS

Barnabé²³ afirma:

Las actividades natatorias de la larva se establecen progresivamente: pasiva al principio, la larva se orienta boca abajo en posición horizontal hacia la luz, y mantiene dicha posición en aguas poco agitadas. Períodos de natación activa se alternan entonces con períodos de deslizamiento pasivo (acción muy eficaz desde el punto de vista de la progresión y de la economía de energía), incluso en aguas estancadas; la acción del agua sobre los neuromastos es determinante: durante la natación o el deslizamiento de éstos son excitados según el movimiento del agua; en cuanto este movimiento se detiene, el neuromasto desencadena por reflejo la reanudación de la actividad natatoria (mecanismo de retroacción).

Esta natación estereotipada permite que la larva se desplace horizontalmente en un momento en el que sus ojos se vuelven funcionales. Las larvas de peces son sensibles a luminosidades de pocos lux (penumbra). La larva se desplaza hacia la luz (fototaxia) y tiende a nadar a contracorriente (reotaxis). Estas actividades locomotoras orientadas, originadas por factores físicos, le permiten así explorar visualmente una especie de túnel de agua, cuya anchura depende del campo visual y de la velocidad de desplazamiento. Diversos autores han calculado así el volumen de agua explorada por las larvas de diversas especies: son muy similares para un mismo tamaño. Varía desde dos litros por hora para una larva de lubina de seis días hasta aproximadamente nueve litros por hora a la edad de 25 días. Esta larva reacciona ante una presa situada a menos de un centímetro delante de ella (dentro de un campo visual que se extiende unos 40° lateralmente).

La actividad de caza está provocada por la visión de una presa potencial del tamaño adecuado. De hecho, se trata de la respuesta a un estímulo sucesivo de diferentes células de la retina que desencadena un conjunto de movimientos

²³ BARNABÉ, Gilbert. Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura. Traducido por Eduardo Cunchillos. Zaragoza .Ed Acribia S.A.. 1996. p. 390.

genéticamente programados (un comportamiento), caracterizado por diversas fases sucesivas. El hecho de que diferentes células de la retina deban ser sucesivamente excitadas, explica que únicamente una presa en movimiento aparente con respecto a la larva sea capaz de desencadenar el ataque; y solamente las presas vivas son móviles. Otro criterio, la dureza, se aprecia cuando la presa ya está en la boca: los elementos duros son rechazados. En el medio natural, estos mecanismos adaptativos evitan que las larvas ataquen detritus en lugar de zooplancton.

Para Guillaume, et al.,²⁴:

Muchas de las dificultades de los cultivos se deben al pequeño tamaño de las larvas, por lo tanto parece ventajoso elegir huevos que contengan mucho vitelo. Cuando el espacio perivitelino es reducido, el volumen del vitelo corresponde aproximadamente al del huevo, cuyo tamaño puede servir de criterio de selección. Para una especie dada, el tamaño del huevo varía en función de la edad de las hembras. En general, los huevos que proceden de la primera puesta (primer año de puesta en las especies de ciclo anual o primera puesta de la estación en especies de puesta fraccionada) son más pequeños que los de las puestas siguientes. El tamaño de los huevos también tiene tendencia a decrecer en las hembras de más edad y en las últimas puestas de la estación.

4.3.1 Larvicultura en hatchery (bajo techo). De acuerdo con Barnabé²⁵:

“Se practica sobre todo en los salmónidos y los peces marinos, con ejemplos limitados en peces de estanque. Esta situación se encuentra en plena evolución debido a la aparición de alimentos artificiales para ciertas larvas y más aún a las técnicas mixtas de cría y de alimentación.”

Luchini y Rossi²⁶ manifiestan lo siguiente:

En *R. quelen* este período abarca desde el nacimiento de las larvas (4,0 mm de longitud total promedio), hasta la obtención de los alevinos de 1,5 a 3,0 cm, si la larvicultura se realiza en raceways o bateas, bajo techo. La duración del período la definirá el productor, según estime proseguir o no, en el tiempo, el proceso de cultivo y la infraestructura disponible. También puede realizarse en forma directa, en estanques externos. En este caso, las pérdidas serán mayores pero se empleará menor infraestructura, tratándose de una “larvicultura masiva”. Por su lado, si la larvicultura se efectúa “bajo techo”, en laboratorio o hatchery, permite un control más efectivo, con obtención de peces acostumbrados a captar

²⁴ GUILLAUME, J; KAUSHIK, S; BERGOT, P y MÉTAILLER, R. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Traducido por Aixa Sopena. Madrid. INRA. 2004 p 246.

²⁵ BARNABÉ, Op. cit., p. 392.

²⁶ LUCHINI y ROSSI, op. cit., p. 6-7.

alimento artificial y reducción de la mortalidad. Cada técnica tiene sus ventajas y desventajas y se ajusta en general, a las necesidades e instalaciones disponibles, relacionadas con la inversión realizada por el acuicultor.

El traslado de las larvas recién nacidas a los raceways internos o a los estanques externos, se realiza entre el tercer y el cuarto día, en estado de “swim up” cuando comienzan a buscar alimento. Los contenedores empleados en hatchery bajo control total, construidos en fibra de vidrio o madera tapizada en plástico, deben ser de 2,5 a 3,0 m de largo; 0,3 a 0,5 m de ancho y 0,25 a 0,30 m de profundidad. El caudal de agua se mantiene constante y se trabaja sin aireación, con una columna de agua de 15 cm. La densidad de siembra dependerá del caudal utilizado sin que los pequeños peces sean arrastrados por la corriente contra la malla de retención y que permita además, el mantenimiento de la calidad de agua del cultivo. Se han utilizado densidades de entre 100 a 200 larvas por litro, con éxito.

Otra técnica también exitosa y que facilita la limpieza, es aquella que ubica a las larvas en canastas suspendidas dentro de los raceways o bateas, mantenidos con flujo interno constante. Cada canasta recibe internamente un caudal de 1,0 a 1,5 l/min. Las canastas miden 35-40 cm de diámetro y 15-20 cm de profundidad, confeccionándose en red de tul de algodón o nylon y abertura de malla de 0,6 mm. La densidad se fija en 100 - 300 larvas por litro y se acompaña con flujo de 1,0 l/min, pudiendo también aplicarse aireación en el raceways receptor, a necesidad. Este método permite alimentar a saciedad las larvas (deteniendo el flujo por un lapso), limpiando cada dos o tres días las canastas, retirándolas e higienizándolas bajo agua corriente, previa cosecha cuidadosa a las larvas, que son luego devueltas a su canasta, una vez limpias. Cada raceway, mantiene de cuatro a seis canastas por ciclo de cultivo.

4.3.2 Larvicultura en estanques externos. Luchini y Rossi²⁷ sostienen que:

Esta técnica requiere de la construcción de estanques excavados en el exterior, con superficies menores (200 a 500 m²) y con tiempo de llenado rápido. Previo a la siembra, se fertilizan los mismos, favoreciendo el desarrollo de producción primaria y secundaria, con la doble finalidad de mantener un buen nivel de OD y suficiente alimento natural para los peces, al inicio del cultivo (fertilizantes inorgánicos y orgánicos), lo que ayuda a su rápido crecimiento y disminuye el costo alimentario con ración. El número de larvas a sembrar dependerá de la talla de los peces a cosechar y de la cantidad y calidad del alimento natural existente, junto con el aporte de ración externa posterior. Una densidad de 100 a 150.000 larvas por hectárea con cuatro días de nacidas y un período de 30 días, mostró resultados positivos. Al octavo día de sembradas, se complementa

²⁷ Ibid., p. 7-8.

con alimento externo a una tasa del 4,5 % del peso corporal inicial, que puede regularse en comederos, ofreciéndolo en exceso las primeras semanas; ya que el alimento natural producido en los estanques disminuirá sucesivamente. El empleo de comederos (bandejas apropiadas) permite al productor que se inicia, controlar y regular la ingesta, disminuir las pérdidas de ración; obteniendo asimismo, una base de datos para las siguientes producciones. Las bandejas se colocan en un 25 % de la superficie del estanque y cercanas a la orilla (30-40 cm de profundidad); evitando la predación por aves.

Los últimos datos obtenidos sobre investigaciones llevadas a cabo por estos autores en el CENADAC mostraron una alta variabilidad en cuanto a sobrevivencia en este sistema de cultivo; oscilando los valores entre 20 y 50 %, con tallas finales obtenidas para los alevinos de 25 a 40 mm (2,0 a 3,3 gramos individuales). Para la temporada de investigación del 2005 al 2006, se espera mejorar la supervivencia, con tratamientos para selección de zooplancton (especialmente tamaño) al inicio de la siembra de las larvas.

4.4 ONTOGENESIS, DESARROLLO Y FISILOGIA DIGESTIVA DE LAS LARVAS DE PECES.

Guillaume, et al.,²⁸ manifiestan que:

En peces, el término larva designa a los individuos más jóvenes, desde el momento en que son capaces de ingerir alimentación exógena hasta aquel en que adquieren la forma de juveniles (Figura 3). El estadio larvario sigue al estadio embrionario y precede al estadio juvenil. Corresponde a un periodo de continua transformación morfológica y fisiológica del animal. La larva comparte con el embrión ciertas características como una talla muy pequeña, una tasa de crecimiento específico muy elevada y la diferenciación incompleta de ciertos órganos. Sin embargo ya es capaz de capturar y digerir presas.

4.4.1 Desarrollo prelarvario. Guillaume, et al.,²⁹ “el desarrollo embrionario es fundamental ya que condiciona ciertas características importantes de las larvas y en particular la talla en el momento de la primera comida.”

- **Utilización de las reservas vitelinas.** Guillaume, et al.,³⁰ sostienen:

Al principio, la vida embrionaria se desarrolla en un medio cerrado delimitado por el corión del huevo, y después, tras la eclosión, en el medio exterior. El embrión se llama “vesiculado” ya que la vesícula vitelina forma una prominencia ventral perfectamente visible, o bien “libre” ya que se beneficia de

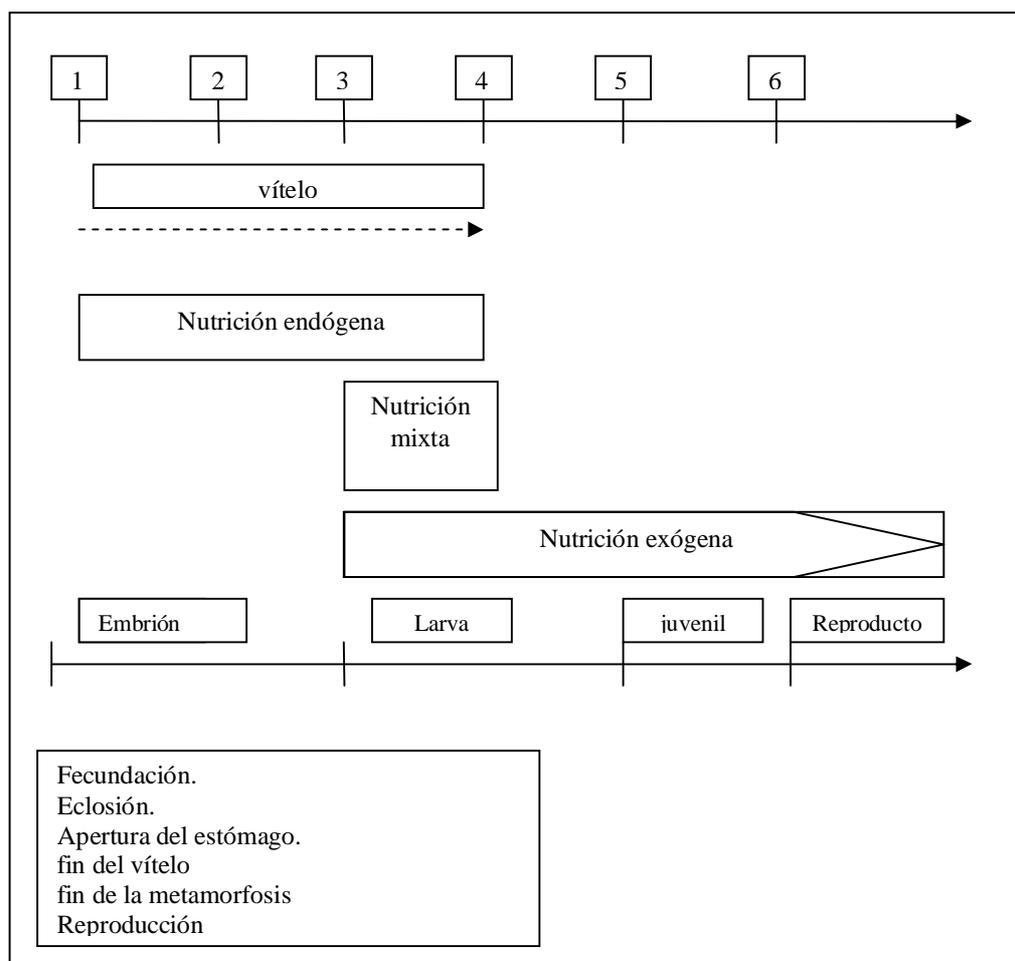
²⁸ GUILLAUME, et al., op cit., p. 241.

²⁹ Ibid., p. 242-244.

³⁰ Ibid., p. 245.

una cierta capacidad de desplazamiento autónomo, a pesar de que el resultado sea todavía muy malo.

Figura 3. Estadios de desarrollo y formas de nutrición a lo largo de la vida de los Peces



Ibid., p. 241.

Desde el punto de vista nutricional, el embrión satisface sus gastos de crecimiento y de mantenimiento utilizando las reservas vitelinas de origen materno que están presentes en el huevo en el momento de la fecundación. Se ha planteado la posible existencia de otras fuentes alimentarias. También se ha propuesto la hipótesis de un aporte trófico por absorción de materia orgánica disuelta para explicar el crecimiento de las larvas llamadas leptocéfalas, que se encuentra en ciertas especies como la anguila. Estas larvas tan particulares manifiestan una gran actividad durante la fase migratoria, y su longitud

aumenta hasta alcanzar cien veces el diámetro del huevo sin que se pueda observar ninguna actividad depredadora. Se ha demostrado la capacidad de absorber aminoácidos por vías transepitelial en el embrión y la larva de la carpa o del corégono con técnicas de balneación: existe una síntesis de proteínas a partir de aminoácidos marcados disueltos en el medio. Sin embargo, las posibilidades de “dopaje” de las larvas con baños nutritivos han sido poco exploradas y se considera que, en las condiciones habituales de cultivo, un aporte diferente al de las reservas vitelinas es innecesario.

Las reservas iniciales son por definición limitadas y, considerando el pequeño tamaño de los huevos en la mayor parte de las especies, sólo permiten la formación de un organismo de pequeña talla. Además, existen grandes diferencias entre especies de peces (Tabla 1). El embrión de rodaballo dispone inicialmente de aproximadamente de 1 julio de reservas, lo que significa 8 veces menos que la carpa y 4.800 veces menos que el salmón real. En los animales mantenidos en ayunas, los pesos respectivos de la materia seca del vítelo y del organismo propiamente dicho (embrión o prelarva) evolucionan de manera similar en las diferentes especies. Sólo los parámetros de las ecuaciones de las curvas parecen diferir según la especie, la cantidad inicial de vítelo y la temperatura.

La eclosión tiene lugar durante la fase de crecimiento cuasi-exponencial que sigue a la fecundación. El peso del embrión en el momento de la eclosión no es constante para una especie dada pero sí depende de la temperatura de incubación. La apertura del esófago tiene lugar después del punto de inflexión de la curva del peso corporal del embrión y antes de alcanzar el peso máximo de larva en ayunas. En este estadio, todavía queda vítelo que se utiliza para satisfacer los gastos de mantenimiento. Seguidamente, la biomasa decrece y el vítelo termina por desaparecer. En la medida en que la composición de la materia seca del embrión y la del vítelo varían poco durante la reabsorción, curvas similares a las de los pesos corporales describen variaciones de los contenidos energéticos respectivos de l embrión y del vitelo. Además, para una temperatura concreta, el consumo de oxígeno del embrión o de la larva por unidad de tiempo parece ser directamente proporcional al peso corporal y no al peso corporal elevado a la potencia de 0,70 – 0,78 como ocurre en los juveniles. Presenta por tanto, las mismas variaciones que el peso del embrión. Tras la eclosión, el consumo de oxígeno puede aumentar debido a factores externos como la iluminación, que aumenta la actividad y los gastos de locomoción de las larvas.

Para especies muy diferentes, tanto por la cantidad inicial de vítelo como por la temperatura de incubación, la materia seca de las larvas en ayunas representa del 50 % al 70 % de la cantidad inicial de vítelo. Este rendimiento, elevado y bastante constante, permite prever, a partir del vítelo del huevo, la talla máxima de las larvas en ayunas y la de las larvas capaces de alimentarse, que es inferior

pero cercana a la precedente. En la trucha, en un estadio de desarrollo concreto, la talla de los alevitos derivados de una misma hembra es directamente proporcional a la de los huevos. La eclosión tiene lugar al mismo tiempo, independientemente de la talla de los huevos, pero el peso máximo en ayunas se alcanza ligeramente más tarde para alevines derivados de los huevos más grandes. En un órgano como el hígado, los alevines grandes tienen células de la misma talla pero dos veces más numerosas que la de los alevines que son la mitad de pequeños. Mantenidos en ayunas, los alevines grandes alcanzan el estadio 50 % de mortalidad más tarde que los alevinos pequeños.

Tabla 1. Cantidad inicial de vítelo (mg de materia fresca) y peso máximo de las larvas en ayunas (mg de materia seca del individuo entero) en algunos peces.

Espece	Cantidad inicial de vítelo (mg de materia fresca)	Peso máximo de las larvas en ayunas (mg)
Salmón real	164,00	112 (6 °C)
		104 (8 °C)
		98 (10 °C)
		80 (12 °C)
Trucha fario	38,00	19
Pez gato africano	0,40	0,30
Carpa	0,23	0,12
Rodaballo	0,04	0,02

Ibid., p. 243.

4.4.2 Desarrollo larvario. Guillaume, et al.,³¹ mencionan lo siguiente:

Las larvas bien alimentadas presentan tasas de crecimiento específico muy superiores a las de los peces de gran talla. Estas tasas dependen de la temperatura. Pueden sobrepasar el 60 % por día en ciertos peces gatos africanos criados a 27 – 29 °C. en carpa alimentadas con *Artemia*, a 24 °C, la tasa de crecimiento específico habitual puede llegar hasta el 40 – 50 % durante los primeros días de alimentación. Con alimentos artificiales esta tasa puede quedarse próxima al 20 – 25 % durante varias semanas, hasta alcanzar un peso de 1,0 g, mientras que no sobrepasa algunos % para los animales de más de 1,0 Kg. Las larvas se comportan según la ley general: la tasa de crecimiento específico disminuye de forma irremediable cuando la talla del animal aumenta.

³¹ Ibid., p. 247.

4.5 ALIMENTACION DE LARVAS Y TIPO DE ALIMENTOS

4.5.1 Alimentación de larvas. Hernández, et al.,³² citan a Kolkovski y Dabrowski.

Uno de los mayores problemas que enfrenta la larvicultura de *R. quelen* está relacionado con la primera alimentación, la que se compone de alimento vivo (escaso y costoso), debido a la falta de alimentos secos formulados que satisfagan plenamente las necesidades de las larvas. Al inicio de la alimentación exógena, el sistema digestivo de los peces contiene enzimas relacionadas con la digestión, absorción y asimilación de proteínas, lípidos e hidratos de carbono, aunque las mismas se encuentran en niveles más bajos que en adultos.

Esto es complementado con lo enunciado por: Falanghe et al³³: “La larvicultura de la mayoría de las especies de peces enfrenta el desafío de la dependencia del alimento vivo y de la falta de dietas formuladas que satisfagan las necesidades de las larvas. La baja digestibilidad y la calidad nutricional de las dietas formuladas son algunos de los factores que explican la mala aceptación cuando las larvas recién reciben dietas formuladas.”

Hernández, et al.,³⁴ “los organismos vivos consumidos por las larvas (zooplancton) ayudan al proceso de digestión donando enzimas digestivas, neuropéptidos, intestinales y factores alimenticios del crecimiento tras la autólisis, o como cimógenos, activando las enzimas digestivas endógenas larvales, sustancias que se omiten con frecuencia en dietas formuladas.”

Guillaume, et al.,³⁵ sostienen que:

Debido a su ontogénesis, las larvas de los peces deben alimentarse activamente mucho antes de que concluya el desarrollo de su sistema digestivo. Los alimentos inertes no están indicados en las primeras fases de la vida larvaria. Por tanto es necesario alimentar a estas larvas con presas vivas desde la primera toma alimenticia (larvas de 0,2 a 0,4 mg según las especies) hasta el estadio post-larvario (de más de 50 mg) en que los animales pueden adaptarse a alimentos inertes (periodo llamado destete). Durante esta corta fase (uno a dos meses), el crecimiento es rápido. Las dimensiones de la boca de las larvas

³² HERNÁNDEZ, David; FLORES, Carolina; DOMITROVIC, Hugo; Bechara, José y SÁNCHEZ, Sebastián. Evaluación de diferentes dietas en los primeros estadios del desarrollo del bagre sudamericano. *En*: comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina. 2005. p.1 (Citada el 5 de septiembre de 2007) Disponible en Internet URL: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/4-Veterinaria/V-026.pdf>

³³ FALANGHE, Paulo; MIKOS, Jorge; SCHORER, Marianne; CAMPAGNOLI, Roberto. and BENDHACK, Fabiano. Live and formulated diet evaluation through initial growth and survival of jundiá larvae, *Rhamdia quelen*. *In*: Scientia Agricola Vol.60 No.4. Brasil. 2003. p. 615. (Citada el 5 de septiembre de 2007). Disponible en Internet URL:<http://www.scielo.br/pdf/sa/v60n4/a02v60n4.pdf>

³⁴ HERNÁNDEZ, et al., Op. cit., p 1.

³⁵ GUILLAUME, et al., op cit., p 257.

determinaran la talla de las partículas vivas utilizables: en general alrededor de 200 µm desde la apertura de la boca hasta algunos mm al final de la cría.

En el medio natural, las larvas se alimentan de plancton. La solución más simple *a priori* es la de reconstituir un medio más o menos cerrado y controlado que favorezca el desarrollo del fitoplancton y después de zooplancton, antes de introducir las larvas. Este cultivo de tipo extensivo se puede aplicar a densidades reducidas. La acuicultura tradicional de los peces de agua dulce debe su desarrollo al éxito de este método. Su aplicación en medio lagunar es muy limitada y el desarrollo de la producción de peces marinos se basa fundamentalmente en los métodos de cultivo intensivo de larvas.

Pillay³⁶ menciona lo siguiente:

Los alimentos vivos para alimentar larvas de varias especies acuáticas cultivadas. Es un factor que limita la formulación y elaboración de alimentos artificiales apropiados para larvas es la carencia de técnicas adecuadas para determinar los requerimientos nutricionales. Las mediciones de ingestión de alimento, ganancia de peso, digestibilidad, etc., son extremadamente difíciles en la fase larval. De este modo, en la actualidad la única solución parece ser extrapolar los datos para juveniles y adultos jóvenes, lo cual obviamente resulta menos confiable. Debido a lo anterior, los acuicultores muy a menudo recurren a la alimentación con una combinación de alimento vivo y dietas compuestas, lo cuales suele dar mejores resultados.

4.5.2 Tipos de alimento para larvas de peces. Entre estos alimentos se encuentran los siguientes:

- **Plancton.** Torrentera y Tacón³⁷ indican que:

En la Acuicultura, uno de los factores limitantes es la obtención y producción de alimentos que cubran todos los requerimientos para las especies de cultivo y que resulten costeables. El alimento vivo (fitoplancton y zooplancton) es esencial durante el desarrollo larvario de peces, crustáceos y moluscos. En la actualidad la investigación orientada hacia los microorganismos como fuente de alimentación está en pleno desarrollo. En países como Japón, donde se practica con éxito la Maricultura, los cultivos masivos de microalgas, rotíferos, copépodos y cladóceros son la base de la producción comercial.

³⁶ PILLAY. T.V.R. Acuicultura principios y prácticas. Traducido por: Roberto Palacios. Ed limusa. Ciudad de México D.F. 2002. p. 187.

³⁷ TORRENTERA, Laura y TACON, Albert. La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura una diagnosis. FAO. Italia. (Citado el 10 de junio de 2006) Disponible en Internet URL: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB473S/AB473S00.htm> ,).

Dado el interés que existe por la Acuicultura en Latinoamérica y el Caribe, dirigido principalmente a las especies de importancia comercial de peces, moluscos y crustáceos en condiciones controladas para la producción y alta supervivencia de semillas en sistemas de cultivo semi-intensivo e intensivo, se hace necesario el conocer las diferentes alternativas de producción de alimento vivo a gran escala, ya que es difícil sustituir el alimento natural, pues las dietas artificiales generalmente provocan altas mortalidades por deficiencias nutricionales cuando no están balanceadas.

Por otra parte, en la última década se ha tratado de sustituir los alimentos vivos por dietas microencapsuladas o por técnicas que permitan el almacenamiento por congelado o liofilización por tiempo indefinido de estos alimentos y en términos generales no resuelven el problema real que es la demanda constante de alimento vivo y resultan incosteables.

Una solución a este problema se fundamenta en el conocimiento, optimización y automatización de los sistemas de cultivo de fitoplancton y zooplancton, para llevarlos a niveles masivos de producción semicontinua o continua. Se logra optimizar un cultivo conociendo la concentración adecuada de nutrientes, buscando una coordinación entre el crecimiento y la utilización de estos nutrientes, estandarizando una tasa de dilución o cosecha óptima a intervalos periódicos para lograr una producción alta y sostenida a largo plazo.

El conocimiento y control de los parámetros ambientales óptimos en los cultivos de fitoplancton y zooplancton es muy importante, ya que no sólo permiten la supervivencia y desarrollo de los organismos en cultivo, sino además factores como la temperatura y la salinidad regulan la concentración y calidad de nutrientes esenciales como son las vitaminas, los aminoácidos y los ácidos grasos.

Las especies de microalgas y zooplancton de mayor uso en Acuicultura, se muestran en la Cuadro 1.

Estas especies han sido seleccionadas en base a su aporte nutricional y a las facilidades que permiten su producción masiva como alternativa de producción de las principales especies de alimentos vivos, así como sus características biológicas, que permiten el establecimiento de su cultivo.

- **Artemia.** Para Torrentera y Tacón³⁸ manifiestan:

La *Artemia* es un crustáceo que en estado adulto mide entre 17 – 18 mm, posee un par de apéndices prensiles, ojos pedunculados, 17 pares de apéndices, una furca (rameada o bifurcada). La hembra adulta posee un ovisaco en el que

³⁸ Ibid., <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB473S/AB473S00.htm>

incuba de 10 a 30 huevecillos generalmente y en condiciones óptimas hasta 70 huevecillos. Algunos autores reportan de 50 a 200, según la especie. Presenta un ciclo de vida sexual y asexual. Existen especies bisexuales y especies partenogénicas en ambas.

Cuadro 1. Principales especies de plancton empleadas en acuicultura

Familia	Especies
Bacillariophyceae	<i>Skeletonema costatum</i> , <i>Thalassiosira pseudonana</i> , <i>Chaetoceros calcitrans</i>
Haptophyceae	<i>Isochrysis galbana</i> , <i>Isochrysis sp.</i> , <i>Pavlova lutheri</i>
Chrysophyceae	<i>Tetraselmis suecica</i> , <i>Tetraselmis chuii</i>
Chlorophyceae	<i>Chlorella autotrophica</i> , <i>Chlorella saccharophila</i>
Chryptophyceae	<i>Chroomonas salina</i>
Cyanophyceae	<i>Spirulina sp.</i> , <i>Spirulina maxima</i>
Rotífero	<i>Brachionus plicatilis</i>
Copépoda	<i>Tigriopus japonicus</i>
Branquiopoda	<i>Artemia salina</i>
Cladocera	<i>Daphnia sp.</i>
Cladocera	<i>Moina sp.</i>

Ibid., <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB473S /AB473S00.htm>

Pueden presentarse dos alternativas de desarrollo del huevo: uno es el desarrollo de larvas (prenauplio, nauplio) o bien que en condiciones adversas se presente el fenómeno de “Criptobiosis”, en el cual se producen los quistes. Este fenómeno se debe a que la gástrula permanece en este estado en períodos de desecación ambiental; esta gástrula enquistada en condiciones favorables se hidrata y continúa su desarrollo hasta eclosionar el nauplio.

Esta capacidad de la *Artemia* de la formación de huevos resistentes es lo que la ha hecho ser uno de los recursos de alimentación en Acuicultura más importantes, pues los quistes pueden conservar su viabilidad durante varios años hasta que se dan las condiciones necesarias para la eclosión.

La *Artemia* es un excelente alimento vivo en la acuicultura por sus características de desarrollo, su pequeño tamaño de nauplio y metanauplio (adecuado para las larvas y juveniles de crustáceos y peces) y fácil manejo, etc. El valor nutritivo de los nauplios recién eclosionados es muy alto; este valor decrece en ausencia de alimento. Si la *Artemia* (metanauplio y nauplio) es alimentada adecuadamente, podemos obtener un enriquecimiento de nutrientes esenciales en un sustrato de microalgas (vivas o secas), o en una mezcla artificial de nutrientes (lípidos, aminoácidos, ácidos grasos, etc.).

Se ha calculado que se requiere entre un 2,5 a 5,0 g de la fuente, enriquecida para un millón de nauplios, y este enriquecimiento se logra en un período no menor de seis horas. En la Cuadro 2 se presentan diferentes mezclas de nutrientes y mezclas enriquecidas que se utilizan para *Artemia* y rotíferos.

La composición química de la *Artemia* y su concentración varían de una cepa a otra, como se muestra en la Tabla 2. De estos nutrientes, las principales fuentes a considerar son los ácidos grasos y aminoácidos esenciales en los nauplios y metanauplios.

Ya se ha mencionado, que la importancia de los llamados alimentos vivos (fitoplancton y zooplancton), radica en el aporte de ácidos grasos y aminoácidos esenciales que puedan brindar para el desarrollo larvario de peces y crustáceos.

En la Tabla 3 se muestra la composición en ácidos grasos de cuatro cepas de *Artemia* (nauplios recién eclosionados) de diferentes localidades. Para larvas de peces marinos, los nauplios de *Artemia* contienen una alta proporción de ácidos grasos esenciales de tipo W (20:5W₃ y 22:6W₃) que son los más nutritivos y que permiten el buen desarrollo y alta supervivencia de las larvas. Para especies de agua dulce, los nauplios de *Artemia* contienen una alta proporción de los ácidos grasos esenciales W₃ (18:2W₆ y 18:3W₃).

La calidad nutricional de *Artemia* varía de un aislamiento a otro, de tal forma que en el mercado internacional alcanzan un alto valor aquellas cepas de *Artemia* cuyos quistes poseen concentraciones altas de aminoácidos esenciales y ácidos grasos.

En Latinoamérica y el Caribe se reporta un gran número de localidades en donde se produce *Artemia* en forma natural en salinas y zonas estuarinas, de las que se conoce muy poco en relación a su producción, caracterización de la cepa (biología básica, análisis proximal, ecología), y potencialidad de industrialización para ser utilizadas en Acuicultura. Es importante el desarrollo de trabajos de investigación que permitan la explotación de este importante recurso en los países latinoamericanos y del Caribe.

Cuadro 2. Principales características de los diferentes tipos de cultivo de *Artemia*

	Tipo de cultivo	Recipiente	Alimento	Objetivo	Densidad
Intensivos	Cultivos de Laboratorio	Acuarios, botellones, bolsas de plástico	Diferentes especies de microalgas, salvado de arroz	Bioensayos y alimentación a pequeña escala	5g/10 l
	Cultivos Intensivos (por lote)	Estanques, rústicos, estanques de concreto	Salvado de arroz+ S‰ 35 ppm + alta concentración de O ₂ + Fe EDTA	Obtención de biomasa y quistes para Acuicultura	10.000 org/l
Extensivos*	Manejo de zonas de producción natural (depende de las condiciones naturales del sistema)	Estuarios, lagos salinos, salinas	Manejo de las condiciones naturales (S‰, O ₂ , pH, nutrientes)	Obtención de biomasa y quistes para Acuicultura	La producción está en función de la estación climática
	Introducción de especies (depende de las condiciones naturales del sistema)	Estuarios, lagos salinos, salinas	Conocimiento y control de condiciones naturales (pH, S‰, O ₂ , nutrientes)	Obtención de biomasa y quistes para Acuicultura	En salinas estacionales inoculación de 100 a 500 g quistes/Ha. Salinas permanentes 10–15 g quistes / Ha.

1. Para favorecer la producción en los cultivos extensivos es recomendable el uso de sales para la agricultura: 200 kg/Ha de Monofosfato de Amonio 100 kg/Ha de Nitrato de Amonio 500 kg/Sales de Calcio (regula el pH).

2. Es importante el control del nivel del estanque para favorecer el desarrollo del fitoplancton y no el de planctonbentónico.

3. Puede usarse la técnica de fertilización combinada usando 1,8 ton/Ha de gallinaza (cada tres días) después de haber fertilizado con fertilizantes minerales).

Ibid., <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB473S/AB473S00.htm>

Tabla 2. Composición de dietas mezcladas usadas para la alimentación de rotíferos y *Artemia* en cultivo y dietas enriquecidas.

Ingredientes g/100 g mezcla	Dieta para rotíferos		Dieta para <i>Artemia</i>		Mezcla enriquecida	
	40 ^{1±}	40 ^{3°}	40 ^{1±}	40 ^{2*}	±1 ^{2°}	±3
Polvo de <i>Spirulina</i> seca	40,0	40,0	40,0	40	-	-
Levadura IFP	-	-	-	-	73,0	73,0
Pescado autolizado	-	-	1,0	1,0	2,0	2,0
DL-Metionina	0,5	0,5	0,5	-	-	-
D-Glucosa HCL	9,9	9,9	7,9	9,4	-	-
Almidón de maíz	4,0	4,0	4,0	4	10	10
Aceite de hígado de bacalao	-	-	1,0	-	-	-
Colesterol	3,2	3,0	3,2	3,2	9,6	10,0
Mezcla de vitaminas ^{a)}	2,0	2,0	2,0	2,0	4,0	4,0
Cloruro de Colina	0,3	0,5	0,3	0,3	1,0	0,8
CaHPO ₄	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2
FeSO ₄ ·7H ₂ O						

⁺¹ Gatesoupe et al., 1977

^{*2} Gatesoupe et al., 1981

^{°3} Gatesoupe et al., 1981

^{a)} Gatesoupe y Luquet (1981) mezcla de vitaminas de Halver 1972).

Ibid., <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB473S/AB473S00.htm>

Tabla 3. Análisis proximal y mineral de la composición de huevos y nauplios de *Artemia* de tres localidades

Compuestos	Huevos <i>Artemia</i>			Nauplios de <i>Artemia</i> (recién eclosionados)		
	San Francisco	Sur América	Canadá	San Francisco	Sur América	Canadá
Humedad %	-	-	-	89,7	90,9	88,2
Proteína %	54,40	51,50	47,50	6,1	6,5	6,8
Grasa %	6,40	10,50	4,80	2,0	1,6	2,1
Ceniza %	6,30	13,00	15,30	1,2	1,0	1,5
Ca mg/g	3,73	2,21	1,41	0,23	0,24	0,41
Mg mg/g	2,80	2,53	5,59	0,44	0,20	0,68
P mg/g	7,60	6,95	7,63	1,33	1,21	1,44
Na mg/g	6,13	31,91	28,58	4,02	1,43	4,93
K mg/g	5,73	5,34	7,12	1,08	0,96	1,16
Fe µ/g	1298,00	1277,00	1022,00	52,2	294,6	287,3
Zn µ/g	91,20	96,00	61,40	16,1	21,1	24,1
Mn µ/g	98,30	50,90	14,80	2,1	2,6	3,7
Cu µ/g	10,60	9,10	15,90	0,6	1,1	1,9

Op Cit., <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB473S/AB473S00.htm>

- ***Spirulina***. según De Lara, et al.,³⁹:

Spirulina sp es un organismo considerado como cianobacteria y anteriormente se le incluía en las microalgas azul-verdes de la división Cyanophyceae. Se trata de una formación multicelular microscópica filamentosa colonial de aspecto helicoidal de tamaño entre 200 y 250 μm de largo.

Las cianofitas están relacionadas con las eubacterias Gram negativas por poseer una pared celular de cuatro capas, la capa mas característica esta constituida por peptidoglucanos que contienen mureína; sin embargo, presentan importantes particularidades que las relacionan con las algas eucariotas, como son la presencia de clorofila y el realizar fotosíntesis aeróbica con desprendimiento de oxígeno. El principal pigmento que contiene *Spirulina sp*. es la clorofila a y varias ficobiliproteínas en forma de pigmentos como son β -caroteno, ficocianina, ficoeritrina y aloficocianina. Como sustancias de reserva, *Spirulina sp* concentra gránulos de carbohidratos y de cianoficina, que es un compuesto de arginina y ácido aspártico Tabla 4.

Eliach, et al.,⁴⁰ mencionan que:

La *Spirulina* ha sido el alimento tradicional de los aztecas y de los Kanembous de Tchad. Es más rica en proteínas que la carne y actualmente es cultivada en grandes establecimientos en Estados Unidos, India, China y Tailandia. En la naturaleza, la *Spirulina* crece en lagos y lagunas con medio alcalino en clima cálido. Se presenta en forma de filamentos espiralados constituidos por células yuxtapuestas, la reproducción es asexual y se realiza por división de filamentos.

Esta microalga posee unas características muy especiales desde el punto de vista nutricional ya que se trata de una fuente natural de proteínas, con una concentración variable entre el 55 y 70 % de sustancias asimilables de alta calidad.

La digestibilidad está entre el 88 y el 92 %, este amplio margen obedece a la composición celular de la misma, ya que su pared celular está formada por

³⁹ DE LARA, Ramón; CASTRO, Thalía; CASTRO, Jorge; CASTRO, Germán, MALPICA, Aída; GARCIA, Verónica, La importancia de Spirulina en la alimentación acuícola. En: ContactoS No 57 2005. p. 13. (Citada 15 de enero de 2007) Disponible en Internet. URL:<http://www.iztapalapa.uam.mx/contactos/n57ne/spirulina.pdf>.

⁴⁰ ELIACH, Jorge; BOURGES, Gastón; DURÉ, Liliana; MEDINA, Mabel ; y LARA, Miguel. Incidencia de la agitación en el crecimiento microalgal en biorreactores. Rosario, Argentina. Universidad Nacional de Rosario. 2004. p. 4. (citada el 15 de enero de 2007) Disponible en Internet URL:http://www.fceia.unr.edu.ar/ecyt/rt/2004/ritd04_05.pdf

mucopolisacáridos que permiten que el organismo pueda extraer los nutrientes presentes con mayor facilidad, sin gasto energético.

Tabla 4. Composición bioquímica de la *Spirulina*.

COMPONENTE		CONTENIDO
Proteínas		65 – 71 %
Glúcidos		10-20 %
Grasa		5 %
Fibra		2 %
Carbohidratos		24 %
Minerales	Calcio	1,18 mg
	Fósforo	8,28 mg
	Hierro	5,30 mg
	Magnesio	1,66 mg
	Manganeso	2,20 mg
	Potasio	4,35 mg
	Sodio	3,40 mg
	Zinc	3,30 mg
Aminoácidos	Isoleucina	5,70 %
	Leucina	8,70 %
	Lisina	5,10 %
	Metionina	2,60 %
	Fenilalanina	5,70 %
	Treonina	5,40 %
	Valina	7,50 %
	Arginina	7,60 %
	Acido aspártico	9,10 %
	Cisteína	12,70 %
	Glicina	4,80 %
	Histidina	1,50 %
	Alanina	7,90 %
	Prolina	4,10 %
	Serina	5,30 %
	Tirosina	4,60 %
Ácidos grasos	Linoleico	1,33 mg
	Linolenico	1,07 mg
	Otros	600,00 mg
Otros componentes	ARN	3,60 %
	ADN	0,80 %

De Lara, Op. cit., p. 14.

Entre las vitaminas que contiene se encuentran la A, B1, B2, B3, B6 y B12, ácido fólico, biotina, inositol, ácido pantolénico, beta caroteno y vitamina E, junto con minerales que actúan como potentes antioxidantes que permiten la neutralización de los radicales libres.

Presentes están también los siguientes minerales: Calcio, Fósforo, Hierro, Sodio, Potasio, Zinc, Cobre, Manganeseo, Germanio, todos en concentraciones apreciables. Conviene señalar también que la biodisponibilidad del hierro es un 60 % más elevada que en las maneras habituales de suministro de este metal en las formas dietarias.

Puede utilizarse como suplemento en la alimentación de diversos animales: rumiantes, cerdos, aves, peces y crustáceos, como una fuente proteica o como complemento de proteínas en dietas balanceadas. Aumenta el valor comercial de ciertas especies, por ejemplo; mejora la coloración de la piel y de la yema de huevos en aves y también aumenta la vitalidad, el peso y la coloración en peces.

De Lara, et al.,⁴¹ indican que:

El uso de este organismo como alimento en la acuicultura ha sido limitado debido a su alto costo en el mercado, sin embargo por experiencias de acuicultores japoneses, quienes han señalado los beneficios que se obtienen utilizando *Spirulina sp.* en las dietas para peces de ornato principalmente, se ve la conveniencia de aplicarla.

Los beneficios que *Spirulina sp.* que se han demostrado en peces son:

- Incrementa la tasa de crecimiento
- Mejora la calidad y coloración a la carne del pez;
- Aumenta la sobrevivencia
- Reduce los requerimientos de medicamentos
- Disminuye los desechos en los drenajes de los estanques.

Se ha reportado que *Spirulina sp.* hace más eficiente la conversión del alimento; al mejorar la flora intestinal, la cual desintegra compuestos no digeribles o de difícil digestión que contengan los alimentos; la misma flora bacteriana produce vitaminas y desplaza a bacterias dañinas o peligrosas dentro del intestino del organismo. *Spirulina sp.* estimula la producción de enzimas que transportan a las grasas por el cuerpo, así el animal puede utilizar la grasa como energía para el crecimiento en lugar de que se acumule y se vuelva flácido.

- **Mezclas húmedas.** Según Luchini y Rossi⁴²:

El mejor alimento para los peces es, evidentemente, el constituido por organismos vivos (zooplankton o *Artemia*). Este material, difícilmente sea utilizado en larvicultura bajo techo a altas densidades (por la cantidad necesaria

⁴¹ DE LARA, et al., op. cit., p. 15.

⁴² LUCHINI y ROSSI Op. cit., p. 6-8.

y su labor de producción); procediéndose a elaborar un alimento artificial que proporcione la mejor respuesta en crecimiento. Este puede consistir en una mezcla húmeda con 40 o 50 % de contenido proteico, conformada por partes iguales de corazón crudo + yema cocida + sangre coagulada, a la que se le agrega minerales y vitaminas, o bien, una mezcla como la desarrollada por investigadores de Brasil, que utiliza lecitina de soja + hígado de bovino + levadura con buenos resultados. Otros investigadores han empleado con éxito, lecitina de soja + hígado de vaca o pollo + harina de arroz o solamente una harina de 40 o 45 % de proteína bruta, que ofrecen a las 72 horas de la eclosión, en cuatro o seis ofertas diarias. La mezcla húmeda, se suministra al inicio en forma licuada y filtrada, cada dos o tres horas y posteriormente en “pasta”, reduciendo luego las ofertas a cuatro o cinco durante las horas diurnas. También se han desarrollado alimentos finamente pulverizados, constituidos por distintos porcentajes de insumos, entre los que la harina de pescado abarca cerca de un 60 %. Al décimo día de cultivo, se les ofrece una cantidad de alimento balanceado similar al que ingerirán en los estanques externos. Como el alimento es ofrecido en exceso (*ad libitum*), se mantendrá vigente una higiene constante, retirando los desechos de los raceways. Cerca de los 15 días de vida, las larvas se clasificarán por tallas, sembrándolas en los estanques externos, previamente fertilizados. Durante la larvicultura bajo techo, el porcentaje de mortalidad puede ubicarse entre un 15 a 20 %, si se maneja el cultivo con higiene y buena nutrición; pudiendo incluso efectuarse baños preventivos con formol (1:4000), previniendo la acción de hongos o bacterias y otros parásitos que pueden afectar el cultivo.

La ración inicial del 40 al 50 % de proteína, se ofrece al principio en forma de papilla y luego en pellets de diámetro adecuado a la talla de la boca de los alevinos, rebajándola posteriormente, a un 28 o 35 % de proteína (Tabla 5). La sobrevivencia en un cultivo normalmente manejado, es del 40 al 50 %, pero los resultados pueden variar en esta etapa (considerada como la de mayor riesgo), debido a la sensibilidad de los alevinos a los bruscos cambios en la calidad del agua o bien, a la presencia de abundantes insectos predadores o por episodios debidos a la enfermedad de “itch o punto blanco”, que pueden aumentar su mortalidad. Las recomendaciones para esta etapa son: a) utilizar agua de buena calidad, mantenerla y evitar el ingreso de predadores cuando aquella proviene de superficie; b) profundidad promedio de estanques en 1,2 m, favoreciendo la estabilidad de las variables ambientales, evitando cambios bruscos en temperaturas y en consecuencia, aparición de punto blanco; c) reducir el estrés en los peces (hacinamiento, tratamientos no cuidadosos, etc.); d) ofrecer alimentos con buena calidad nutricional; e) mantener el OD en 5,0 mg/l y f) controlar diariamente las variables.

Tabla 5: Fórmula alimentaria húmeda para cultivo de larvas de *R. quelen*.

INSUMO	%	INSUMO	%
Harina de pescado		Harina de pescado	12
	30,00		
Harina de carne	19,11	Harina de carne	10
Harina de soya	15,04	Harina de soya	23,50
			21,40
Harina de maíz	21,03	Harina de maíz	21,40
			10,00
Afrecho de arroz	12,34	Harina de hígado	10,00
			5,50
Vitaminas (complejo)	0,50	Harina de alfalfa	5,50
Minerales (complejo)	1,00	Afrecho de arroz	15,00
NaCl	1,00	Vitaminas (premix)	1,00
-----	-----	Minerales (premix)	1,00
Terramicina	1,50	NaCl	1,00
Proteína total	41,59	-----	-----
Proteína animal	30,39	Proteína total	35,00
Proteína vegetal	11,20	Proteína animal	19,80
-----	-----	Proteína vegetal	15,14

Ibíd., p. 8.

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 LOCALIZACIÓN E INSTALACIONES

5.1.1 Localización: El presente trabajo se realizó en la Estación Piscícola de las Tallas, adscrita a la Corporación Autónoma Regional del Cauca C.R.C. y en el laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria del Programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño.

A este respecto, Cajas⁴³ sostiene que: “la Estación Piscícola se encuentra ubicada a una altitud de 670 m.s.n.m, con coordenadas de 02° 06’ 22” Latitud Norte, y 77° 05’ 15,4” Longitud ESTE, la temperatura promedio ambiental es de 27,24 °C. Localizada al occidente del municipio del Patía, distante de la ciudad de Popayán a 115 km al sur, de los cuales, 90 km pertenecen a la vía Panamericana y 25 km se recorren por la margen derecha del Río Patía, en sentido norte a sur.”

Según Delgado y López⁴⁴ el Laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria de la Universidad de Nariño se encuentra ubicado en la ciudadela universitaria de Torobajo, al nor-oeste de la ciudad de San Juan de Pasto, Departamento de Nariño, con una altitud de 2510 m.s.n.m., temperatura media de 14 °C, precipitación anual de 1180 mm, humedad relativa de 75,6%, con coordenadas 0,1° 09’ 16” Latitud Norte, 77° 08’ 25” Longitud Este.

5.1.2 Instalaciones Paz⁴⁵ afirma que:

El centro de investigación tiene un área total de 2,81 Ha, de las cuales, 1,27 Ha corresponden a estanques excavados en tierra de diferentes dimensiones, 0,14 Ha a oficinas, habitaciones, laboratorio y sala de manejo, las 1,4 Ha restantes están dedicadas a zonas verdes.

El agua que surte a la estación piscícola proviene de la quebrada las Tallas, la cual posee unas condiciones fisicoquímicas características de arroyos provenientes de bajas montañas, como son las estribaciones de la cordillera occidental en el valle del alto Patía. (Tabla 6).

El laboratorio de reproducción consta con una aproximada de 70 m² en los cuales se ubican cinco estanques rectangulares de ladrillo cada uno con entrada de agua desde

⁴³ CAJAS, Álvaro. Comunicación personal

⁴⁴ DELGADO, Mario y LÓPEZ, Jenny. Coeficiente de digestibilidad real de dietas de levante elaboradas de vísceras de pescado en alimentación de mojarra patiana (*Cichlasoma ornatum*) (Regan, 1905) mediante el método de oxido crómico (Cr₂O₂) y cámaras metabólicas tipo Guelph. Trabajo de grado, Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2005. p 50.

⁴⁵ PAZ, Op. cit., p. 50-51.

los tanques elevados y dos incubadoras de flujo ascendente tipo Woyranovich con capacidad de 60 l. el agua empleada en el laboratorio pasa previamente por un filtro de arena y después es enviada mediante bombeo a dos tanques elevados.

Tabla 6. Promedio de los parámetros físico-químicos del agua proveniente de la quebrada Las Tallas.

Parámetro	Valor
Temperatura ambiente (°C)	27,24
Temperatura del agua (°C)	24,20
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,73
Saturación O ₂ (%)	94,10
pH	7,33
NO ₂ (mg/l)	0,01
Dureza (°d)	2,00

Ibíd., p. 50.

El Laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria de la Universidad de Nariño fue equipado con un sistema de recirculación el cual permitió mantener a las post larvas bajo condiciones controladas, los parámetros físico-químicos del laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria se registran en la Tabla 7.

Tabla 7. Promedio de los parámetros físico-químicos del Laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria.

Parámetro	Valor
Temperatura del agua (°C)	25,00
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,73
Dióxido de carbono	4,36
pH	7,50
Dureza (mg/l)	17,22

5.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

5.2.1 Materiales. Los materiales empleados para el desarrollo de esta investigación fueron los siguientes:

- 2 Incubadoras de flujo ascendente tipo Woyranovich.
- 2 Artemilleros.
- 1 Malla de zooplancton.

- 1 Cosechador *Artemia*.
- 1 Tamiz con ojo de malla de 300 μm .
- 2 Tamices con ojo de malla de 60 μm .
- 5 Jeringas tipo insulina.
- 1 Jeringa de 10 ml.
- 1 Jeringa de 5 ml.
- 1 Jeringa de 3 ml
- 3 Vasos plásticos.
- 3 Platos plásticos.
- 3 Cucharas plásticas.
- 2 Toallas.
- 1 Rollo de papel absorbente
- 5 Cajas de Petri.
- 5 Probeta de 50 ml.
- 2 Pipetas de 1 ml.
- 3 Tubos de ensayo.
- 5 Portaobjetos.
- 1 Ictiómetro.
- 12 Bandejas experimentales para larvicultura.
- 2 Acuarios con capacidad de 200 l
- 1 Acuario con capacidad de 80 l
- Tubería y accesorios de P.V.C.
- 15 m Manguera para acuarios.
- 3 Baldes.
- 2 Poncheras.
- 2 Nasas.
- 1 Chinchorro.
- Extensiones eléctricas.
- 2 Bolsos de transporte reproductores.
- 1 Calculadora CASIO Fx 3600G.
- 1 Computador.
- 10 Shakiras.
- 1 Aguja de perforación.
- 1 Rollo de Nylon.

5.2.2 Equipos. Los equipos necesarios para el desarrollo de la investigación fueron los siguientes:

- 1 Microscopio NIKON YS2 Alphaphot2.
- 1 Microscopio NIKON.
- 1 Microscopio Carl Zeiss
- 1 Micrómetro NIKON 10:100

- 2 Estereoscopio NIKON.
- 1 Cámara de Neubauer.
- 1 Cámara de conteo celular de Rafter.
- 1 Balanza analítica Precisa 202A $200 \pm 0,0001$ g.
- 1 Balanza gramera CAMRY 5000 ± 2 g.
- 1 Balanza gramera TANITA 100 $\pm 0,1$ g.
- 1 Equipo HACH FF1A, para calidad de aguas.
- 1 Planta eléctrica YAMAHA.
- 1 Bomba sumergible.
- 3 Bombas sumergibles para acuario.
- 2 Blowers para acuario.
- 1 Cámara fotográfica.
- 1 Cámara de video

5.2.3 Insumos. Se emplearon los siguientes insumos para desarrollar este trabajo:

- 1,0 lb de *Artemia*.
- 1,0 lb de *Spirulina* liofilizada.
- Plancton.
- 1,0 g de Extracto Pituitario de Carpa.
- 0,1 kg de MS – 222
- 500 ml de suero fisiológico.
- 3,0 kg de sal.
- 1,0 kg de cloro granualdo.
- 1,0 l de hipoclorito de sodio.
- 100 ml tiosulfato de sodio.
- 500 ml de formol.
- 0,2 g de corazón crudo fresco
- 0,2 ml sangre fresca
- 20 Yemas de huevo cocida
- 5,0 g de premezcla de minerales
- 5,0 g de premezcla vitamínica

5.3 MATERIAL BIOLÓGICO

Se evaluaron 2400 post-larvas de Bagre del Patía *R. quelen* procedentes de procesos de reproducción artificial de la estación piscícola Las Tallas, estas larvas fueron transportadas al laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria de la Universidad de Nariño transcurridas 56 horas post-eclosión se inició la alimentación exógena del bagre del Patía (temperatura entre 24 y 26 °C). En ese momento las post-larvas tenían una longitud total de $4,78 \pm 0,46$ mm, peso de $0,79 \pm 0,16$ mg (Anexo E), tubo digestivo diferenciado, ano abierto, saco vitelino con reservas y con un tamaño equivalentes al 15 % de su contenido

en el momento de la eclosión y una abertura bucal máxima de $923,76 \pm 49,93 \mu\text{m}$ ($n = 50$). El material biológico se depositó al azar 200 larvas por unidad experimental de 2,0 l.

5.4 TRATAMIENTOS

Se evaluaron cuatro tratamientos con los siguientes alimentos:

T₁: Plancton (copépodos)

T₂: Nauplios de *Artemia*.

T₃: *Spirulina* liofilizada.

T₄: Preparado húmedo.

5.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas, para determinar si existía diferencias estadísticas entre los tratamientos para las variables de incremento de peso, incremento de talla se realizó un análisis de varianza con un 95 % de significancia, en las variables donde se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos se realizó un análisis de Tukey para determinar cual es el mejor tratamiento con respecto a la variable evaluada la sobrevivencia y la prueba de resistencia al estrés se aplicó la prueba de Brand – Snedecor la variable de tasa de crecimiento simple se le utilizó una prueba de normalidad de datos, posteriormente para determinar si existía diferencias estadísticas entre tratamientos se empleó la prueba de Kruskal–Wallis con el 95 % de confianza, para determinar el mejor tratamiento se utilizó la prueba de Newman - Keuls con 95 % de confianza.

Cada unidad experimental estuvo representada por una bandeja experimental la cual fue llenada con 2,0 l y con 200 post-larvas de Bagre del Patía, para un total de 12 unidades experimentales y 2400 larvas.

5.6 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.

5.7 PLAN DE MANEJO

La reproducción y la incubación se realizaron en la estación Piscícola de Las Tallas y la larvicultura en el Laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria del Programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño.

En el desarrollo del proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

5.7.1 Adecuación de las instalaciones. El Laboratorio de Reproducción se lavó y desinfectó usando detergente e hipoclorito de sodio en su totalidad excepto los estanques rectangulares donde se ubicaron los reproductores y las incubadoras se lavaron y desinfectaron con sal común disuelta en agua a razón de 25 ppt (Figura 4).

Los filtros y los tanques fueron lavados solamente se uso agua y cepillo.

Figura 4. Adecuación de Laboratorio de reproducción y filtros.



Las incubadoras fueron conectadas en las salidas de agua que vienen directo desde los tanques elevados, los estanques rectangulares donde se ubicaron los reproductores se llenaron aproximadamente a una altura de 40 cm (Figura 5).

Figura 5. Incubadoras y estanques rectangulares para reproductores



En el Laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria de la Universidad de Nariño (Figura 6) se montó un sistema de recirculación el cual constó de un acuario reservorio con capacidad de 200 l, un biofiltro con espuma y guata, doce bandejas experimentales, un termómetro, dos termostatos con capacidad de 40 galones cada uno y una bomba

sumergible para acuario con un caudal máximo de 800,00 l/h, cada bandeja contó con un caudal de 26,79 l/h, la temperatura del sistema de recirculación estuvo entre 24 y 26 °C.

Figura 6. Sistema recirculación para el desarrollo de la investigación en el Laboratorio de Larvicultura y Productividad Primaria



Además se adecuó un acuario (Figura 7) para mantener el plancton que provino de la Pesca Deportiva El paraíso, éste acuario se lo adecuó con un termostato para mantenerlo a una temperatura entre 24 y 26 °C y con un aireador para acuario.

Figura 7. Acuario para Plancton



5.7.2 Selección de reproductores. Los reproductores empleados para el trabajo fueron preseleccionados de uno de los estanques de la estación, en el mes de noviembre de 2006 según las características morfológicas externas de maduración gonadal descritas por Cajas⁴⁶ las hembras presentan aspectos morfológicos externos cuando están óptimas para el desove, como abdomen poco flácido y abultado liberación de oocitos al realizarse una leve presión en la región de la aleta pectoral Carneiro⁴⁷ afirma que “la identificación de los machos durante el proceso de selección de los reproductores es un trabajo fácil debido a la diferencia morfológica de las papilas genitales entre los dos sexos. Los machos muestran una protuberancia fácilmente percibida además de expulsar semen después de un masaje ventral en sentido cefalo-caudal. Otra característica que facilita la identificación de los sexos es el crecimiento reducido de los machos en relación con las hembras” en la captura de los reproductores (Figura 8) se empleó un chinchorro, dos poncheras, una nasa y dos bolsos para transporte.

Figura 8. Captura de reproductores



Se preseleccionó 9 hembras y los 12 machos los cuales fueron aislados por sexo y transportados en bolsos de transporte hasta el laboratorio de reproducción y colocados en piletas diferentes los parámetros tenidos en cuenta para la selección se tuvo en cuenta el estado de madurez del animal, tamaño, la cantidad y la facilidad con la que liberaron los productos sexuales en está se seleccionaron 6 machos y 2 hembras a los cuales se les realizo una morfometría.

5.7.3 Morfometría de los reproductores. Para la morfometría se tuvo en cuenta dos parámetros peso en gramos y longitud total en milímetros. Con estas medidas se diferenció

⁴⁶ CAJAS Op. cit., p. 48.

⁴⁷ CARNEIRO, Paulo. Et al. Jundiá: Um grande peixe para a região sul. En: Panorama da AQUICULTURA. Sao Jose dos Pinhais: s.n.e. (fotocopia). No. 4 (2002). p. 43.

visualmente a las hembras por tamaño (pequeña y grande), a los machos se los marcó con shakiras de colores ver la Figura 9 y Anexo A para este procedimiento los animales se anestesiaron con MS-222 en una concentración de 0,1 g por litro de agua por un tiempo de un minuto.

Figura 9. Morfometría de los reproductores de *R. quelen*



5.7.4 Preparación del agente inductor. El agente inductor empleado fue el extracto pituitario de carpa se empleó la dosis recomendada por Ortega y Rodríguez⁴⁸ para hembras de 5,5 mg de E.P.C. por kilogramo de peso la dosis se calculó para cada hembra y la cantidad total de hormona para hembras se diluyó en 0,5 ml de suero fisiológico posteriormente se hizo la equivalencia de la dosis en mililitros para cada hembra. (Anexo B) para los machos se aplicó una dosis de 2,5 mg de E.P.C. por kilogramo de peso. También se calculó la cantidad de la dosis para cada individuo y después se diluyó en 1,0 ml de suero fisiológico la cantidad total de hormona empleada por los reproductores. (Anexo B).

5.7.5 Inducción hormonal. La aplicación de la hormona fue intramuscular en la base de la aleta dorsal en el último radio de esta. El agente inductor se aplicó a las hembras en dos dosis la primera equivalente al 20 % de la dosis total y la segunda el 80 % restante y se aplicó a las 10 horas posteriores de la primera la dosis (Anexo C) para machos se la aplicó simultáneamente con la segunda dosis de las hembras.

5.7.6 Desove. El desove de las hembras ocurrió a diferentes horas, entre la séptima hora y media y la octava hora y media después de la aplicación de la segunda dosis en la Figura 10 se muestra una hembra lista para ser desovada y en el Anexo C se registraron las horas de desove con respecto a la aplicación de la segunda dosis en cada una de las hembras.

⁴⁸ Ibid., p. 82.

Figura 10. Aplicación agente inductor



Figura 11. Hembra lista para el desove

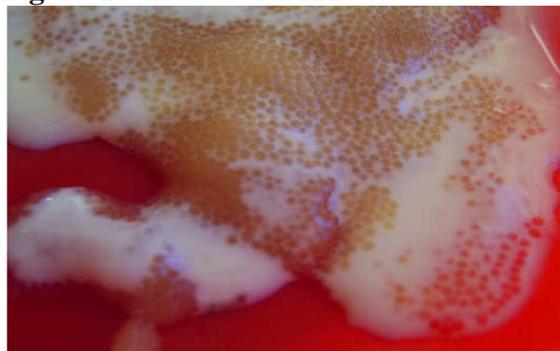


Para el desove las hembras fueron anestesiadas con MS-222 por un tiempo de 60 segundos, se secaron en su totalidad con toalla y papel absorbente para evitar la presencia de agua y para que el micrópilo no se cierre, se desovó con un masaje ventral desde la aleta pectoral hasta el oviducto, los primeros oocitos liberados se eliminaron, los oocitos fueron depositados en un plato plástico, en el cual se pesaron, estos se trasvasaron a unos vasos plásticos con capacidad de 250 ml, se procedió con la anestesia de los machos por un tiempo de 60 segundos, también se secaron para evitar la presencia de agua para que los espermatozoides no se activen, el semen se recolectó en un tubo de ensayo (Figura 12), se esparció sobre los oocitos para la fecundación (Figura 13) por un tiempo de cinco minutos, se lavó el sobrante seminal en su totalidad en un tiempo entre de cinco a siete minutos, por último se hidrataron por cinco minutos.

Figura 12. Obtención productos sexuales



Figura 13. Huevos fertilizados



5.7.7 Incubación. Se utilizó una incubadora vertical de flujo ascendente tipo Woyranovich con capacidad de 60 l, la incubación se realizó a una temperatura de 23,5 °C (634,5 °/hora) durante un período de aproximadamente de 27 horas, con un flujo de 4,88 l/min éstas se ubicaron dentro de las piletas del Laboratorio de Reproducción de la Estación Piscícola Las Tallas.

Hidratados los oocitos se sembraron suavemente en la incubadora (Figura 14), evitando lesiones causadas por movimientos bruscos dentro de la circulación o flujo de agua.

5.7.8 Larvicultura. Las larvas obtenidas del proceso de incubación fueron cosechadas (Figura 15), de las que se tomaron 2400 larvas para la investigación, estas se distribuyeron en bandejas experimentales las cuales contaban con un sistema de recirculación por un tiempo de ocho días con una edad de 56 horas post-eclosión durante este periodo se alimentaron con diferentes dietas dependiendo del tratamiento, la ración diaria, se dividió en ocho comidas. Una vez se terminó el ensayo las post-larvas se alimentaron con un concentrado comercial para truchas al 48 % de proteína bruta por un espacio de 15 días a partir de la finalización del suministro de las diferentes dietas para evaluar el efecto de cada

alimento (sobrevivencia, incremento de peso y talla), la tasa de alimentación fue del 15 % con respecto a la biomasa de cada réplica. En la larvicultura en el horario de alimentación se registraron el número de larvas muertas por unidad experimental (Anexos J y O) y también la temperatura del agua en cada una de las réplicas en el horario destinado a la alimentación. (Anexos K y P).

Figura 14. Incubando oocitos



Figura 15. Larva de 21 h.p.e.



En este período se observaron tres procesos importantes en la larvicultura de esta especie, la apertura de la boca fue 21 horas después de la eclosión (Figura 16), con la apertura de la boca las larvas no recibieron alimentación exógena, 56 horas post-eclosión empezó la primera alimentación y a las 63 horas post-eclosión las larvas absorbieron el saco vitelino y hubo apertura del ano.

5.8 ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN

5.8.1 Alimento. Se utilizó nauplios de *Artemia sp.*, *Spirulina* liofilizada, papilla (mezcla húmeda) y plancton por un tiempo de 8 días después de la aceptación de la alimentación exógena se alimentó de las post-larvas se realizó todos los días distribuyendo el alimento en ocho comidas cada dos horas, iniciando a las 8:00 a.m. y culminando a las 10:00 p.m. La cantidad de alimento por individuo se discrimina en la Tabla 8.

Figura 16. Cosecha de larvas



Tabla 8: Cantidad de alimento suministrado

TRATAMIENTO	CANTIDAD DE ALIMENTO POR COMIDA POR POST-LARVA	CANTIDAD ALIMENTO DIARIO POR POST-LARVA
T ₁	5 individuos de plancton ⁴⁹	40 individuos de plancton
T ₂	5 nauplios de <i>Artemia</i> ⁵⁰	40 nauplios de <i>Artemia</i>
T ₃	300 Células ⁵¹	2400 Células
T ₄	2 ml* ⁵²	16 ml

* Cantidad de mezcla húmeda suministrado por bandeja

5.8.2 Alimentación. Para la preparación del alimento se emplearon diferentes técnicas según el tipo de alimento a emplear.

- **Plancton.** El plancton se recolectó de un estanque piscícola, se realizaron arrastres con una malla de 120 µm para zooplancton, este fue almacenado en un acuario de 200 l y para

⁴⁹ KERGULEN, Eduardo; SANCHEZ Isabel y ATENCIO, Víctor. Influencia de la presa en la primera alimentación del Bocachito (*Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1878). En: II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. Montería, Colombia. 2003. p 295. (Citada el 20 de marzo de 2006). Disponible en Internet URL: <http://www.revistaaquatic.com/civa2003/>

⁵⁰ Ibid. P. 295

⁵¹ CAJAS, ALVARO. Comunicación personal.

⁵² Ibid.

cada alimentación se tamizó con mallas de 60 y 300 μm , el cual se diluyó en un volumen de 50 ml de agua, luego se realizó un conteo en la cámara de Rafter para determinar la concentración por mililitro y así poder suministrar 5 individuos de plancton por post-larva mediante una pipeta. El alimento suministrado fueron copépodos (Figura 17) identificado mediante el uso de microscopio, la unidad de medida de este tipo de alimento fue individuos por post-larva.

Figura 17. Copépodos empleados en la investigación



- **Artemia.** La eclosión de quistes para la obtención de nauplios de *Artemia* (Figura 18) es una rutina ampliamente conocida. El proceso consiste en dos fases: la desinfección y descapsulación de los quistes, la incubación de los quistes y la recolección de los nauplios.

Figura 18. Nauplio de *Artemia* recién eclosionado



- ❖ **Descapsulación de quistes de *Artemia*:** los quistes se hidrataron en una salmuera a 30

ppt por un tiempo de 30 minutos con aireación constante y a una densidad de siembra de 4g / 100 ml estos se recolectaron con una malla de $\pm 120 \mu\text{m}$ con esta se eliminó el exceso de agua para la descapsulación se puso en un recipiente una salmuera a 30 ppt a la cual se le colocó aireación a ésta salmuera se le adicionó 4 g de quistes hidratados, 1,32 ml hidróxido de sodio al 40 % e 56 ml hipoclorito de sodio la temperatura de esta solución se mantuvo por debajo de los 40 °C para garantizar la viabilidad de los quistes en este proceso se verifico microscópicamente el progreso de la descapsulación, cuando se cosecharon los embriones se los enjuagó con abundante salmuera para eliminar el remanente de cloro se suspendieron los embriones en una solución de tiosulfato de sodio al 0,1 %.

- ❖ **Incubación de los embriones:** los embriones descapsulados se incubaron en un botellón cónico con 4 l de una salmuera a 30 ppt con una temperatura de 30 °C y a una densidad de 4 g/l la aireación en este proceso fue constante por 24 horas tiempo que duró la incubación.
- ❖ **Recolección de los nauplios eclosionados:** la aireación es interrumpida por un lapso de 10 minutos en este tiempo los nauplios se separan de las cáscaras estas flotan mientras que los nauplios son guiados al fondo del botellón con una lámpara una vez acumulados estén acumulados en el fondo se abre la llave que esta ubicada en la parte inferior del botellón los nauplios se recolectaron con una malla con un diámetro de 120 μm .

Después de la cosecha de los nauplios se procedió a almacenarlos en agua salada a una temperatura de 4,0 °C donde permanecieron vivos por dos días, Para suministrar estos nauplios se tomó alícuotas de 1,0 ml la cual se diluyó en 50 ml de agua dulce para su conteo y posterior suministró de cinco nauplios por individuo a cada una de las bandejas correspondientes, se utilizó como medida el número de nauplios por individuo. La composición proximal de los nauplios se encuentra en la Tabla 9.

Tabla 9. Composición proximal de nauplios de *Artemia*

ANÁLISIS	NAUPLIOS DE ARTEMIA	
	% B.H.	% B.S.
Humedad	81,02	----
Materia seca	18,98	----
Ceniza	1,21	6,38
Extracto etéreo	3,24	17,09
Fibra cruda	1,44	7,61
Proteína	11,61	61,19
E.N.N.	1,47	7,73
Calcio	0,02	0,09
Fósforo	0,26	1,38
Energía (Kcal/100g)	87	460

Laboratorio de bromatología Universidad de Nariño

- **Spirulina.** La *Spirulina* se suministró diluida en agua con una concentración de 300 células por individuo y se preparó de la siguiente forma: la *Spirulina* en polvo se diluyó en 50 ml de agua posteriormente se hizo un conteo en la cámara de Neubauer (Figura 19) para determinar el número de células por mililitro y con este dato se calculó el volumen necesario a distribuir de *Spirulina* está se suministró a las bandejas en forma uniforme con movimiento circular sobre la bandeja en el horario de alimentación establecido, la unidad de medida fue células por individuo. La composición proximal de a *Spirulina* se encuentra en la Tabla 10.

Tabla 10. Composición proximal de *Spirulina sp.*

ANÁLISIS	SPIRULINA Sp	
	% B.H.	% B.S.
Humedad	6,88	----
Materia seca	93,14	----
Ceniza	12,35	13,26
Extracto etéreo	1,29	1,38
Fibra cruda	12,63	13,56
Proteína	48,63	52,21
E.N.N.	18,25	19,59
Calcio	0,42	0,45
Fósforo	1,16	1,24
Energía (Kcal/100g)	436	468

Laboratorio de bromatología Universidad de Nariño

Figura 19. Conteo de *Spirulina* en la cámara de Neubauer



- **Mezcla húmeda.** La mezcla húmeda (Figura 20) el corazón se cortó en pequeños trozos para después ser mezclada con los otros ingredientes esta mezcla fue licuada y filtrada a través de una malla de nylon fina, se distribuyó uniformemente por el fondo de la bandeja

por medio de una jeringa de 10 ml de esta forma se procuró que todas las post-larvas tuvieran acceso al alimento, de está mezcla se suministró 2 ml por cada comida, la mezcla húmeda se compuso por los ingredientes que descritos en la Tabla 11, la composición proximal de la mezcla se muestra en la Tabla 12.

Figura 20. Mezcla húmeda



Tabla 11. Mezcla húmeda de insumos utilizados en larvicultura de *R. quelen*.

Ingredientes	Proporción en partes
Corazón crudo fresco.	200
Sangre fresca.	200
Yema de huevo cocida.	200
NaCl.	5
Minerales.	5
Vitaminas.	5

Luchini y Rossi Op cit., p. 7.

Tabla 12. Composición proximal de la mezcla húmeda.

Análisis	MEZCLA HUMEDA (licuado de corazón)	
	% B.H.	% B.S.
Humedad	70,78	----
Materia seca	29,22	----
Ceniza	2,57	8,79
Extracto etéreo	9,90	33,87
Fibra cruda	1,09	3,72
Proteína	14,58	49,91
E.N.N.	1,08	3,70
Calcio	0,19	0,67
Fósforo	0,26	0,90
Energía (Kcal/100g)	170,00	582,00

Laboratorio de bromatología Universidad de Nariño

5.9 MUESTREOS

Se realizaron tres muestreos biométricos (Tabla 13)(Anexos S,T,U y V) en estos se midió peso (mg), talla (mm) se realizó un conteo de animales y se calculó la tasa de crecimiento simple (%día), densidades de siembra (animales/litro), biomasa (mg), capacidad de carga (mg/l) todos los días se hizo un conteo de las larvas muertas para tener el total de animales muertos por día (Anexo J y M) la temperatura se controló en el horario determinado para la alimentación (Anexo L y R).

Tabla 13. Muestreos realizados

Fase	Muestreó	Día de muestreo	Animales muestreados
1	1	0	50
	2	8	10 por replica
2	3	23	10 por replica

Para describir morfométricamente las post-larvas al inicio de la alimentación exógena se colectó una muestra de 50 post-larvas fijadas en formol tamponado al 4% estas se secaron con papel absorbente después se pesaron, se midió la longitud total (desde la punta del hocico hasta el final de la aleta caudal) (Anexo D), con la variable de peso se determinó la biomasa, capacidad de carga y densidades (Anexos O, P, Q y R), además se consideró la cantidad de vitelo y la formación del intestino la abertura bucal máxima (ABM) se estimó considerando un ángulo de 90° mediante la ecuación propuesta por Shirota y citada por Kerguelén, Sánchez y Atencio⁵³:

$$ABM = Lms \times \sqrt{2}$$

Donde:

Lms: Corresponde a la longitud del maxilar superior. (µm)

La prueba de resistencia al estrés consistió en capturar 10 post-larvas por replica, con una pequeña nasa, que luego fueron colocadas en papel absorbente durante cuatro minutos; transcurrido ese tiempo se depositaron en un recipiente con agua proveniente de la bandeja experimental correspondiente, a partir de ese momento se contabilizaron 15 minutos, ya

⁵³ KERGULEN, Eduardo; SANCHEZ Isabel y ATENCIO, Víctor. Op. Cit. p 297.

cumplido este tiempo se procedió a registrar el número de las que permanecieron vivas. Con estos datos se calculó la sobrevivencia a la prueba de resistencia al estrés está fue aplicada al final de la primera fase⁵⁴.

5.10 VARIABLES EVALUADAS

En esta investigación se evaluaron las siguientes variables de interés productivo:

5.10.1 Incremento de peso. Es el aumento de peso que presenta los individuos durante el periodo de estudio y es la diferencia entre el peso final y el peso inicial.

$$IP = Pf - Pi$$

Donde:

IP: Incremento de peso (mg).

Pf: Peso final (mg).

Pi: Peso inicial (mg).

5.10.2 Incremento de talla. Es el aumento de talla que presenta los individuos durante el periodo de estudio y es la diferencia entre la talla final y la talla inicial.

$$IT = Tf - Ti$$

Donde:

IT: Incremento de talla (mm).

Tf: Talla final (mm).

Ti: Talla inicial (mm).

5.10.3 Sobrevivencia. Es el porcentaje de los animales que sobreviven al periodo de estudio y es uno menos la relación entre el número total de animales muertos y el número total de animales iniciales por 100.

$$S = \left(1 - \left(\frac{\#TAM}{\#TAI} \right) \right) \times 100$$

Donde:

S: Sobrevivencia larval

T A M: Número total de animales muertos

T A I: Número total de animales iniciales.

⁵⁴ Ibid. p.297

5.10.4 Prueba de resistencia al estrés. Es el porcentaje de sobrevivencia que se registra después de la prueba de resistencia al estrés⁵⁵.

$$S(\%) = \left(\frac{Nf}{Ni} \right) \times 100$$

Donde:

S(%): Sobrevivencia a la prueba de estrés.

Nf: Número de larvas finales.

Ni: Número de larvas iniciales.

5.10.5 Tasa de crecimiento simple. Es para determinar la ganancia de peso diario en porcentaje y es el peso promedio final menos peso promedio inicial sobre el tiempo de estudio por 100.

$$T.C.S(\% \text{ día}) = \left(\frac{(Pmf - pmi)}{t} \right) \times 100$$

Donde:

T.C.S. (%/día): Tasa de crecimiento específico diario

Pmi: Peso promedio inicial de las post-larvas (mg)

Pmf: Peso promedio final de las post-larvas (mg)

t: Tiempo en días.

5.10.6 Consumo aparente de alimento. Es la cantidad de alimento suministrado, esta cantidad de alimento sirve para calcular los costos de producción debido a la alimentación.

$$C.A.A(\text{mg}_\text{alimento}) = \text{biomasa} \times T.A$$

Donde:

C.A.A (mg de alimento): Consumo aparente de alimento.

Biomasa: Biomasa total por bandeja experimental

T.A.: Tasa de alimentación (15 %)

5.10.7 Relación Beneficio Costo. Son los costos variables de cada uno de los tratamientos.

⁵⁵ Ibid. p. 297.

$$R.B.C = \frac{I.B.}{C.T}$$

Donde:

R.B.C: Relación Beneficio Costo

I. B: Ingresos Brutos por tratamiento.

C. T: Costo total por tratamiento.

Para evaluar el crecimiento, al final del experimento se colectaron 10 datos para cada variable evaluada de cada unidad experimental el peso se determinó en una balanza analítica, con precisión de 0,1 mg. La longitud total se midió desde la punta del hocico hasta el final de la aleta caudal, con la ayuda de una regla con precisión de 1,0 mm. Con los pesos y longitudes totales promedios de cada unidad experimental se calcularon el valor promedio para cada tratamiento (Anexos B, C, D, E, H, I y J) con el peso promedio inicial y peso promedio final se determinó la tasa de crecimiento simple, se realizó la prueba de resistencia al estrés la cual consistió en capturar las post-larvas con una nasa y estas se las colocó en un papel absorbente durante tres minutos; después de ese tiempo, se transfirieron nuevamente a las bandejas y cinco minutos después, se contaron las que están vivas según el protocolo propuesto por Kraul y citado por Atencio et al.,⁵⁶.

Para el análisis de las variables a evaluar se empleó el software Statgraphics Plus Versión 5,1 y Microsoft Excel 2003. Según el análisis de varianza se detectó que por lo menos una de las variables estudiadas, registró diferencias estadísticas significativas con un 95 % de confianza, lo cual permitió aceptar la hipótesis alternativa.

⁵⁶ ATENCIO, et al. Op. cit. p 63.

6. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRIMERA FASE.

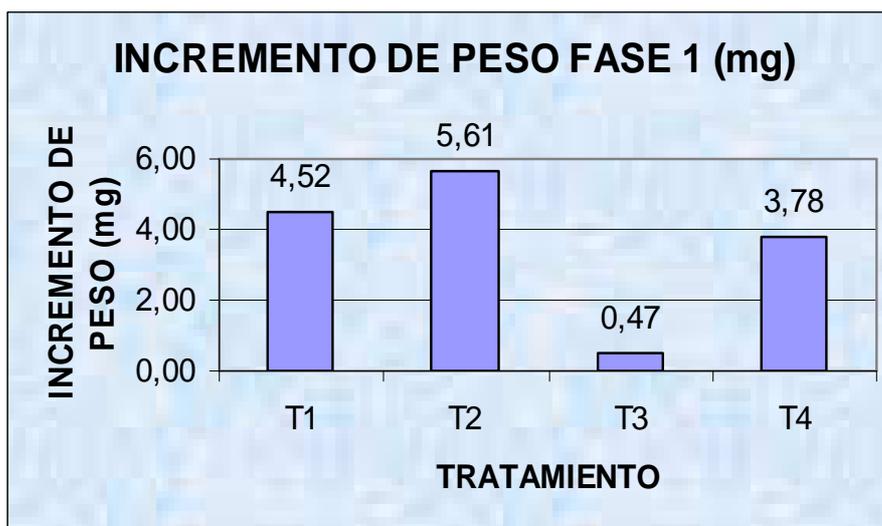
6.1.1 Incremento de peso. Los datos obtenidos durante un periodo ocho días, establece que el tratamiento que reporto mejores comportamiento en cuanto a la variable peso fue T₂. 5,61 ± 1,02 mg seguido por T₁: 4,53 ± 1,15 mg, T₄: 3,78 ± 1,03mg y por ultimo T₃: 0,47 ± 0,21. Al realizar el análisis de varianza (p< 0,05) (Anexo W) se demostró que para variable incremento de peso existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, realizando la prueba de Tukey (Anexo W) se encontró que todos los tratamientos son diferentes entre si, siendo T₂: 5,61 ± 1,02 mg superior con respecto a los demás tratamiento, ver Tabla 14. y la Figura 21.

Tabla 14. Incremento de peso fase 1 ± desviación estándar

Tratamiento	Incremento de peso (mg)
1	4,53 ± 1,15 ^c
2	5,61 ± 1,02 ^d
3	0,47 ± 0,21 ^a
4	3,78 ± 1,03 ^b

Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0.05).

Figura 21. Incremento de peso presentado por los diferentes tratamientos en la fase 1



Con relación a la superioridad de T₂ los resultados obtenidos se explican según Arias, Muñoz y Tobar⁵⁷, por ser la *Artemia* un alimento con elevado porcentaje de proteína con un alto valor biológico además presenta un buen perfil de aminoácidos, sumado a la excelente interacción entre nutrientes y a los altos coeficientes de digestibilidad hace de esta un buen alimento en las primeras fases de cultivo de algunos organismos hidrobiológicos, los mismos autores reportan un incremento de T₁ 2,29 ± 0,19 mg después de 48 horas de ensayo suministrando *Artemia* sp. resultados que concuerdan con los descrito anteriormente, Kerguelén, Sánchez y Atencio⁵⁸ obtuvieron en post-larvas Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) alimentadas con *Artemia* por 7 días presentaron una ganancia en peso de 5,3 ± 3,8 mg. Siendo estos resultados similares a los obtenidos por el mejor tratamiento (T₂) del presente estudio. Así mismo Muñoz y Ortega⁵⁹ encontraron en su trabajo un incremento en T₂ 5,4 ± 1,2mg, en post-larvas sábalo amazónico (*B.melanopterus*) tras alimentar durante 15 días con *Artemia*. El resultado obtenido es similar al encontrado en T₂ de este estudio.

El resultados obtenido con T₃ de 0,47 ± 0,21 mg es muy inferior al los resultados registrados en los demás tratamientos debido que la *Spirulina* no llenó los requerimientos nutricionales de la especie durante toda la fase pues la dieta fue llevada mas a allá del tiempo en el cual la *Spirulina* logra proporcionar los nutrientes necesarios, a esta deducción se llega por simple observación de los individuos al iniciar el ensayo notándose una disparidad con los demás tratamientos después del tercer día de iniciar la alimentación. Martínez citado por De Lara, et al⁶⁰ afirma que generalmente en acuicultura una sola especie de alga es incapaz de satisfacer todos los requerimientos de las especies, por lo que se utilizan mezclas de varias algas para mantener las exigencias de nutrientes de una especie hidrobiológica.

6.1.2 Incremento de talla. Los incrementos de talla de los cuatro tratamientos (Tabla 15.), tras realizar el análisis de varianza (p< 0,05) (Anexo X) se encontró que para la variable incremento de talla existen diferencias estadísticas significativas, realizada la prueba de Tukey determino que entre los tratamientos de T₂ y T₁ no hay diferencias estadísticas significativas lo mismo que T₁ y el T₄. En las combinaciones restantes existen diferencias estadísticas significativas, siendo el mejor el tratamiento el T₂ en el cual se obtuvo un

⁵⁷ ARIAS J, A; TOBAR J, M. y MUÑOZ F. Repuesta a la primera alimentación en larvas de Barbilla (*Rhamdia sebae* c.f.) con tres diferentes tipos de dietas. En: Revista colombiana de ciencias pecuarias. Vol.5 No 1. 2007. Universidad de Cauca. Villavicencio, Colombia. p 50. (citada el 24 enero de 2007) Disponible en Internet URL// rccp.udea.edu.co/ v anteriores/15-1/pdf/v15n1a07.pdf

⁵⁸ ATENCIO, KERGULEN y WADNIPA. Manejo de la primera alimentación del bocachico (*Prochilodus magdalenae*). En: Revista MVZ Córdoba. Vol. 8 No. 1. 2003. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia. p. 254. (citada el 24 de enero de 2007). Disponible en Internet URL//apps.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/mvz81/254.pdf.

⁵⁹ De LARA, et al. Op. Cit. p. 29.

⁶⁰ MUÑOZ, Alfonso y ORTEGA, Cesar. Evaluación de diferentes dietas en la larvicultura de Sábalo amazónico *Brycon melanopterus*. Trabajo de grado, Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2007. p. 60

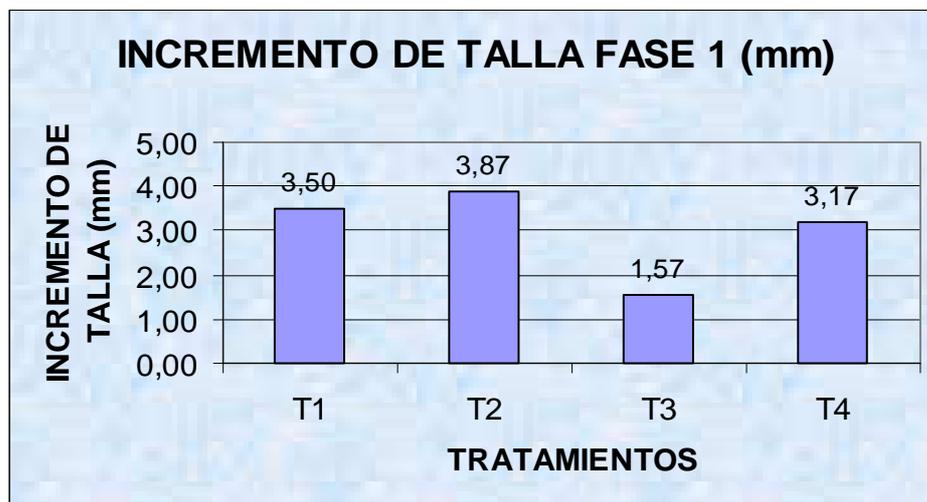
incremento de talla promedio $3,87 \pm 1,11$ mm seguido por los tratamientos T₁: $3,50 \pm 0,97$ mm, T₄: $3,17 \pm 1,09$ mm y T₃: $1,57 \pm 0,90$ mm. (Figura 22).

Tabla 15. Incremento de peso talla \pm desviación estándar.

Tratamiento	Incremento de talla (mm)
1	$3,50 \pm 0,97^{bc}$
2	$3,87 \pm 1,11^{cd}$
3	$1,57 \pm 0,90^a$
4	$3,17 \pm 1,09^b$

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Figura 22. Incremento de talla presentado por los diferentes tratamientos en la fase 1



Trombetta, Radünz y Lazzari⁶¹ estos autores registran un incremento de talla en larvas *R. quelen* en un periodo de siete días de 2,36 mm alimentadas nauplios de *Artemia* resultado inferior a los registrados en los T₂, T₁ y T₄ pero superior T₃ de esta investigación, por otra parte Lazzari, et al.,⁶² obtuvieron una talla máxima de 9,52 mm en el séptimo día. Superiores a las registradas en T₂, T₁ T₄ y T₃ de esta investigación.

6.1.3 Sobrevivencia del bagre del Patía (*R. quelen*). Los datos recolectados para esta variable registraron los siguientes valores (tabla 16).

⁶¹ TROMBETTA, RADÜNZ, J. and LAZZARI, Op. cit., p. 1227.

⁶² LAZZARI, et al. Op. Cit., p. 123.

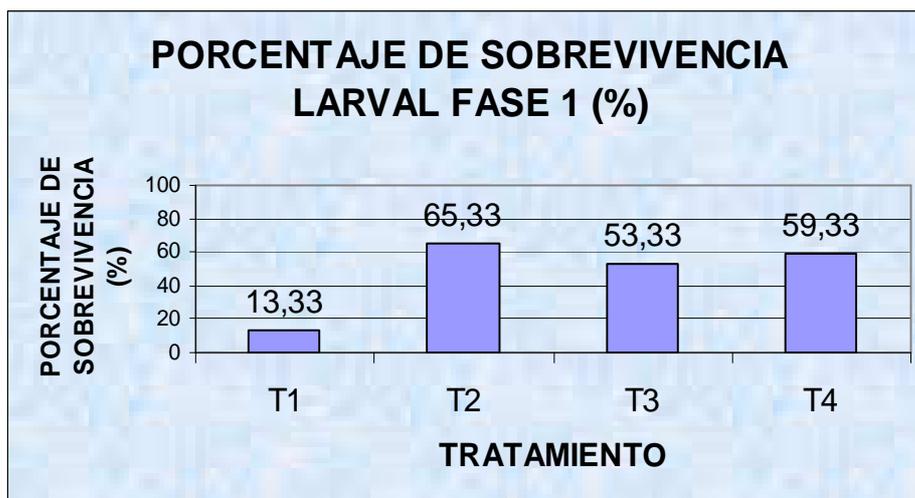
Para evaluar la sobrevivencia se empleó la prueba estadística de Brand-Snedecor en esta variable se encontró diferencias estadísticas significativas para todos los tratamientos (Anexo Z), encontrándose que el mejor tratamiento fue el T₂ con 65,33 %, seguido por el T₄ con 59,33 %, T₃ con 53,33% y T₁ con 13,33%. (Figura 23).

Tabla 16. Porcentaje de sobrevivencia fase 1.

Tratamiento	SOBREVIVENCIA (%)
1	13,33 ^a
2	65,33 ^d
3	53,33 ^b
4	59,33 ^c

Letras diferentes indican diferencias significativas p<0.05)

Figura 23. Porcentaje de sobrevivencia presentado por los diferentes tratamientos en la fase 1.



En la figura 24 se muestra la mortalidad diaria por tratamiento durante la fase 1, esta figura nos indica que la mortalidad presenta un pico alto entre el día 6 y 8, lo que sugiere que hasta el sexto día se suministre la primera alimentación y se inicie la alimentación con alimento balanceado. En la tabla 17 se muestra el porcentaje de mortalidad diario por cada tratamiento.

Los resultados obtenidos se explican independientes para cada tratamiento pero en general se compartió un efecto negativo causado por el comportamiento canibal de las larvas de *Rhamdia quelen* encontrándose para T₁ un canibalismo de 60% que redujo sustancialmente los valores de sobrevivencia, este elevado porcentaje de canibalismo se presentó por la

desigualdad de tamaño de las post-larvas tras aplicar varios días la dieta a base de zooplancton, por otra parte al comenzar la alimentación exógena las post-larvas iniciaron el consumo del alimento capturando individualmente cada presa hasta aproximadamente el quinto día donde cambiaron este comportamiento por el de apresar varios individuos a la vez, este nuevo habito ocasionó que las presas formaran una maraña que terminaba lastimando la cavidad bucal y las branquias de las post-larvas causando lentamente la muerte de las mismas.

Figura 24: Curva de mortalidad diaria por tratamiento en la fase 1

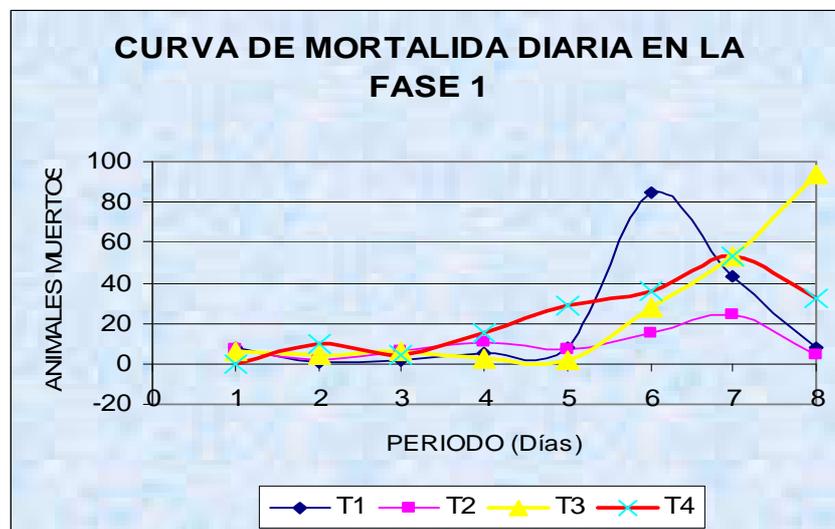


Tabla 17: Porcentaje de mortalidad diaria por tratamiento fase 1

DIA	T1	T2	T3	T4
1	1,33	1,17	1,00	0,00
2	0,17	0,33	0,67	1,67
3	0,33	1,00	1,00	0,67
4	0,83	1,83	0,50	2,50
5	1,33	1,17	0,33	4,83
6	14,17	2,50	4,67	6,00
7	7,17	4,00	8,83	8,83
8	1,33	0,67	15,67	5,33

Para T₂ se encontró que la sobrevivencia solo fue acentuada por un canibalismo del 22%. debido a la disparidad en el tamaño de las larvas, luego de empezar la alimentación con *Artemia*.

En T₃ se encontró un canibalismo de 8.5% valor muy bajo si se compara con los registrados por T₁ y T₂ este reducido porcentaje fue debido a la uniformidad de las larvas lograda después de aplicada la dieta con *Spirulina*, por tanto la regular sobrevivencia fue causada en su mayoría por la deficiente dieta que resulto ser la *Spirulina* en fase de post-larva para esta especie ya sea por que no aportó los nutrientes necesarios, o no se logró acertar en la ración adecuada. Watanuki, et al⁶³ recomiendan el uso de la *Spirulina* en carpa *Cyprinus carpio* cómo un mecanismo de defensa no específico.

Los registros y observaciones tomadas para el T₄ indican un bajo porcentaje de canibalismo del 7,5% causado por el normal comportamiento de la especie y la uniformidad de tamaños, se observó un problema provocado por el preparado suministrado que consistió en la formación de grumos algodonosos dentro del agua al transcurrir un tiempo después de la suministración, estos grumos eran consumidos por las post-larvas del tratamiento haciendo que se enredaran en sus branquias provocando la muerte y un motivo más de estrés, afectando negativamente el desempeño de las mismas.

Arias, Muñoz y Tobar⁶⁴ encontraron en *Rhamdia sebae* una sobrevivencia de 94,94% para su mejor tratamiento suministrando nauplios de *Artemia* por 48 horas con densidades de 50 larvas por litro, valores inferior a las 48 horas después de haber iniciado la alimentación en esta investigación el T₁ con 98,5%, T₂ con 98,5%, T₃ con 98,33% y T₄ con 98,33% obtenidos en esta investigación para el segundo día de ensayo. Atencio⁶⁵ en bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus*) obtuvo una sobrevivencia de 61.7 ± 16.4 % alimentadas con zooplancton y a una densidad de siembra de 50 pl/l.

6.1.4 Prueba de Resistencia al Estrés. Los diferentes porcentajes de sobrevivencia obtenidos en esta prueba se muestran en la tabla 17. (Figura 25).

Para evaluar esta variable se empleó la prueba de Brand-Snedecor, está determinó que existen diferencias estadísticas (Anexo AA) encontrándose que los mejores tratamientos

⁶³ WATANUKI, H; OTA K, MALINA, A; TASSAKKA, A; KATO, T and SAKAI, M. Immunostimulant effects of dietary *Spirulina platensis* on carp, *Cyprinus carpio*. In: Aquaculture. Vol 258. 2006. Miyazaki, Japan. p. 157-163.

⁶⁴ ARIAS J, A; TOBAR J, M. y MUÑOZ F. Repuesta a la primera alimentación en larvas de Barbilla (*Rhamdia sebae* c.f.) con tres diferentes tipos de dietas. En: Revista colombiana de ciencias pecuarias. Vol.5 No 1. 2007. Universidad de Cauca. Villavicencio, Colombia. p 50. (citada el 24 enero de 2007) Disponible en Internet URL// rccp.udea.edu.co/ v anteriores/15-1/pdf/v15n1a07.pdf

⁶⁵ ATENCIO, Victor. Influencia de la densidad de siembra y la alimentación en la larvicultura del bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus* Littmann, Burr & Nass, 2000). 2002. Monteria, Colombia (citada el 15 de marzo de 2007). Disponible en Internet URL//scienti.colciencias.gov.co:8081/digicyt.war/search/chart.do?nro_id_grupo=00265067KECDY9&seq_producao=30648

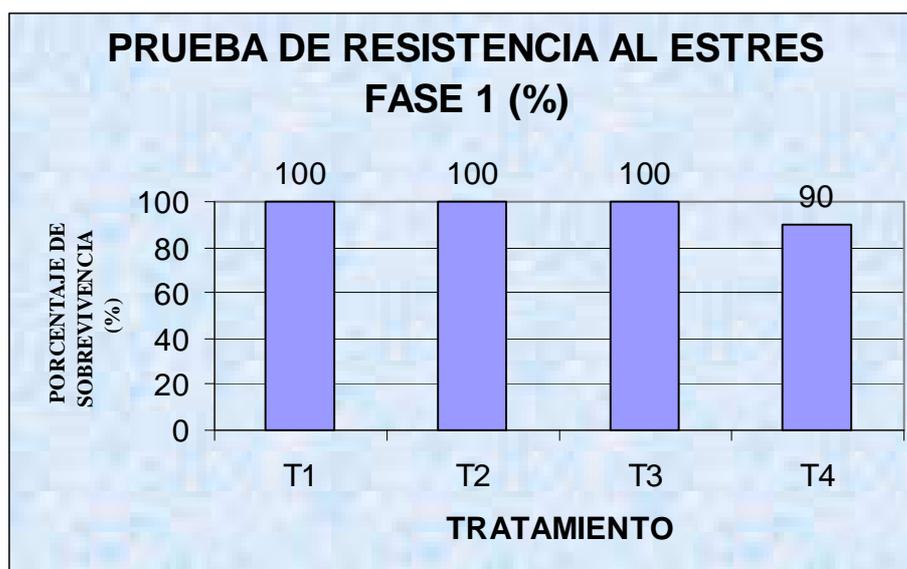
son T₁, T₂ y T₃ con 100% de sobrevivencia a diferencia del T₄ preparado que registro una sobrevivencia 90 % luego de aplicárseles la prueba de estrés. (Figura 24).

Tabla 18. Porcentaje de sobrevivencia a la prueba de resistencia al estrés.

Tratamiento	SOBREVIVENCIA (%)
1	100 ^a
2	100 ^a
3	100 ^a
4	90 ^b

Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0.05).

Figura 25. Porcentaje de sobrevivencia presentado en la prueba de resistencia al estrés por los diferentes tratamientos



Kerguelén, Sánchez y Atencio⁶⁶ luego de aplicar la prueba de resistencia al estrés a post-larvas de bocachico *Prochilodus magdalenae* obtuvieron sobrevivencias con dietas a base nauplios de *Artemia* ($87,1 \pm 15,5$ %), zooplancton entre 125-160 μm ($79,4 \pm 20,8$ %) y Z250-400 μm ($88,7 \pm 12,8$ %) registrando los mayores valores promedios de sobrevivencia dentro de su ensayo resultados similares a el tratamiento T₄ pero inferiores a los de T₁, T₂ y T₃ de esta investigación Atencio et al.,⁶⁷ alimentando larvas de *Brycon amazonicus* con

⁶⁶ KERGULEN, SANCHEZ y ATENCIO, Op. cit., p. 299.

⁶⁷ ATENCIO, Victor; ZANIBONI, Evoy; PARDO, Sandra e ARIAS, Alfredo, Op. cit., p. 64.

nauplios de *Artemia* lograron una sobrevivencia de $90,0 \pm 10 \%$, con zooplancton silvestre $45,2 \pm 5 \%$ y con larvas de cachama $90,6 \pm 9,1 \%$. Valores inferiores a los obtenidos por los tratamientos de del presente ensayo. Atencio⁶⁸ encontró en bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* porcentajes de resistencia al estrés de 66.7 ± 5.7 en post-larvas alimentadas con zooplancton siendo inferior al resultado alcanzado por el T₁ con igual dieta, por el contrario los mismos autores reportaron valores $100 \pm 0.0\%$ alimentando con *Artemia* a una densidad de 25 pl/l resultado similar al obtenido por su homologo T₂ del presente trabajo. De acuerdo con la anterior la rusticidad de esta especie es una característica positiva a la hora de postularla como especie promisoría para la explotación acuícola.

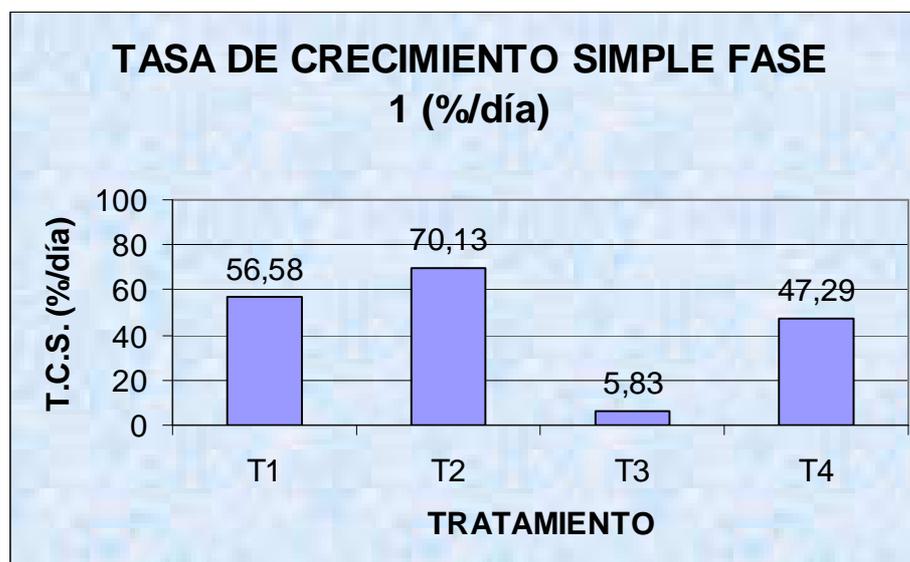
6.1.5 Tasa de Crecimiento Simple. Los diferentes tratamientos registraron los promedios que están en la Tabla 19. (Figura 26).

Tabla 19. Tasa de Crecimiento Simple en la fase 1, promedio \pm Desviación estándar

Tratamiento	T.C.S (% día)
1	$56,58 \pm 14,35^c$
2	$70,13 \pm 12,79^d$
3	$5,87 \pm 2,61^b$
4	$47,29 \pm 12,89^a$

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Figura 26. Tasa de Crecimiento Simple en la fase 1.



⁶⁸ ATENCIO, Victor. Op. cit.

Para evaluar la tasa de crecimiento simple se empleó la prueba de Kruskal - Wallis (Anexo Y) en esta variable se encontraron diferencias estadísticas entre todos los tratamientos motivo por el cual se aplicó la prueba de Newman-Keuls (Anexo Y) esta determinó que el mejor tratamiento fue el T₂ con 70,13 %/día, seguido por el T₁ con 56,58 %/día.

Arias, Muñoz y Tobar⁶⁹ lograron una tasa de crecimiento simple alimentando larvas de *R. quelen* con nauplios de *Artemia* en T₁ de 114.5 %/día siendo superior al T₂ con 70,13% de la presente investigación. Hernández, Domitrovic y Sánchez⁷⁰ registraron una tasa de crecimiento simple de 63.42 %/día alimentando con nauplios de *Artemia* al compararlo con el T₂ es inferior.

6.1.6 Consumo Aparente de Alimento. El consumo de alimento por tratamiento para esta fase se registra en la tabla 20.

Tabla 20. Cantidad de alimento suministrado por tratamiento en la fase 1.

Tratamiento	Cantidad por comida	Cantidad por ración	Cantidad total periodo experimental
Plancton	3.000 Individuos	24.000 individuos	192.000 individuos
<i>Artemia</i>	3.000 Nauplios	24.000 Nauplios	192.000 Nauplios
<i>Spirulina</i>	180.000 Células	1 440.000 Células	11 520.000 Células
Mezcla húmeda	6 ml	48 ml	384 ml

Con esta variable se determina el costo del alimento empleado por cada uno de los tratamientos y así poder calcular la Relación Beneficio Costo por tratamiento.

6.2 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA FASE 2

6.2.1 Incremento de peso Los diferentes tratamientos registraron los promedios descritos en la Tabla 21. (Figura 27).

Al realizar el análisis de varianza ($p < 0,05$) (Anexo AB) se demostró que en la variable de incremento de peso existen diferencias estadísticas entre tratamientos por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey está determinó que el T₂ fue el mejor con $6,04 \pm 1,6$

⁶⁹ ARIAS J, A; TOBAR J, M. y MUÑOZ F. Respuesta a la primera alimentación en larvas de Barbilla (*Rhandia sebae* c.f.) con tres diferentes tipos de dietas. En: Revista colombiana de ciencias pecuarias. Vol.5 No 1. 2007. Universidad de Cauca. Villavicencio, Colombia. p 50. (citada el 24 enero de 2007) Disponible en Internet URL// rccp.udea.edu.co/ v anteriores/15-1/pdf/v15n1a07.pdf

⁷⁰ HERNÁNDEZ; DOMITROVIC Y SÁNCHEZ. Evaluación de diferentes dietas en la primera alimentación del Bagre sudamericano (*Rhandia quelen*). En: IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura 2006. Argentina. p. 1153.

mg seguido por el T₃ con $2,38 \pm 0,6$ mg. Para los restantes tratamientos no se muestran datos positivos encontrándose en T₄ un decremento de $-0,52 \pm 1,21$ de igual forma se registra para T₁ ausencia de información para evaluar esta variable puesto que se presentan datos aberrantes que no justifican un análisis desde un punto estadístico.

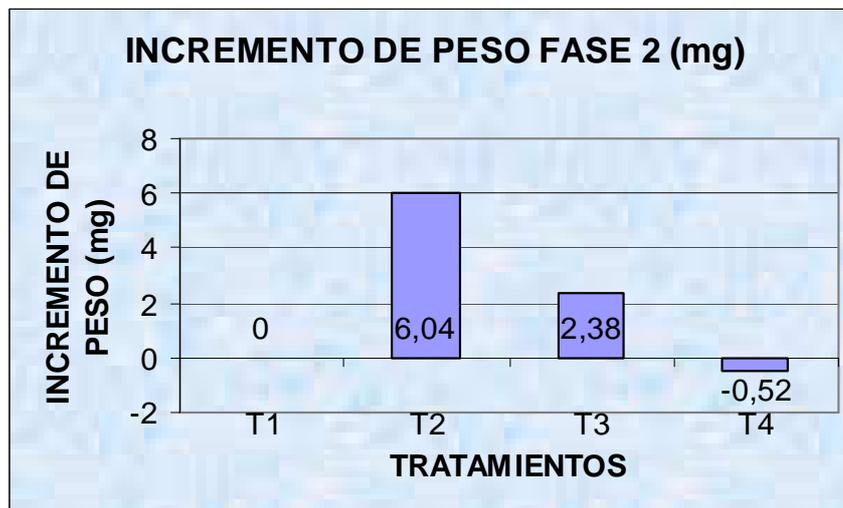
Desde un análisis biológico el T₁ fue afectado drásticamente por el canibalismo llegándose a encontrar solamente de una a dos larvas por replica y estas larvas sobrevivientes midieron más de 15 mg de peso, el decremento de peso en el T₄ muy posiblemente se debió a que el concentrado comercial no fue consumido o asimilado por las larvas justificado por la pérdida de peso, así mismo la ausencia evidente de otros posibles factores encaminan a que esta sea la mas probable causa.

Tabla 21. Incremento de peso, promedio \pm desviación estándar

Tratamiento	Incremento de peso (mg)
1	-----
2	$6,04 \pm 1,6^c$
3	$2,38 \pm 0,6^b$
4	$-0,52 \pm 1,21^a$

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Figura 27. Incremento de peso fase 2



Hernández, et al.,⁷¹ indican que es posible reemplazar gradualmente a los nauplios de *Artemia* con alimento balanceado durante la alimentación de larvas de bagre sudamericano *R. quelen* sin afectar significativamente su crecimiento y sobrevivencia. Los anteriores investigadores citan a Govvoni, et al., quienes mencionan que las larvas de bagre africano *Clarias gariepinus* digieren nauplios de *Artemia* en pocas horas, permitiendo alcanzar elevados niveles de crecimiento y sobrevivencia. Trombetta, Radünz y Lazzari⁷² alcanzaron un incremento de peso larvas de jundiá *R. quelen* de 55,8 mg en un período de 21 días alimentando con una premezcla vitamínica en una dieta isoproteica e isocalórica por otro lado Lazzari, et al.,⁷³ a los siete días de alimentación las larvas de *R. quelen* alcanzaron un peso de $8,2 \pm 0,2$ mg en el mejor tratamiento y en el día 21 el peso fue de $191,17 \pm 16,88$ mg reemplazando una alimentación de hígado de pollo por harina de maíz, Martín et al⁷⁴ evaluaron tres dietas (dos húmedas y una balanceada) en la larvicultura del jundiá *R. quelen* obteniendo un incremento de peso de 221,9 mg en 28 días.

Arce y Luna⁷⁵ con larvas *Ictalurus balsanus* registraron un incremento de 2857,12 mg con una dieta seca con 53,57 % de proteína, 19,36 % de grasa y 4,17 % de carbohidratos. Carnevia, Cundines, y Varela⁷⁶ evaluando diferentes niveles de salinidad en pejerrey grande de agua dulce (*Odontheistes bonariensis*), alimentando con nauplios de *Artemia*, alimento balanceado y cladóceros obtuvieron un incremento de 0,012 g en el tratamiento testigo con 0 % de salinidad.

6.2.2 Incremento de talla. Los diferentes tratamientos registraron los siguientes promedios que están en la Tabla 22. (Figura 28).

Al realizar el análisis de varianza ($p < 0,05$) (Anexo AC) se demostró que en la variable de incremento de talla existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos por lo

⁷¹ HERNÁNDEZ, et al., Op cit., 2005 p. 2.

⁷² TROMBETTA, C; RADÜNZ, J AND LAZZARI, R. Vitamin supplementation on Jundiá (*Rhamdia quelen*) larvae development. In: Ciênc. agrotec., Lavras, Vol. 30. No. 6. Santa Maria, Brasil. 2006 p. 1225-1227. (Citada el 27 de febrero de 2007) Disponible en Internet URL: http://www.editora.ufla.br/revista/30_6/art28.pdf

⁷³ LAZZARI, Rafael; RADÜNZ, Joao; VEIVERBERG, Catia; BERGAMIN, Giovanni; SIMÕES, Ricardo; PEDRON, Fabio; LOSEKANN, Marcos and COSTA, Mario. Replacement of broiler liver by corn gluten meal in granulated diets for the initial feeding of jundiá, *Rhamdia quelen*. In: B. Inst. Pesca, Vol. 31. No. 2. Santa Maria, Brasil. 2005. p. 123-124.

⁷⁴ MARTIN, Sebastian; ROSSI, Fernando; PANNÉ Santiago y WICKI, Gustavo. Evaluación de tres dietas en larvicultura del Randiá (*Rhamdia quelen*) en sistema intensivo controlado. En: IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. Argentina. 2006. p 1307. (citada el 27 de Febrero de 2007). Disponible en Internet URL: <http://www.civa2006.org/coms/listado.asp?cod=39>

⁷⁵ ARCE, Elash y LUNA, Jorge. Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: Ictaluridae) en condiciones de cautiverio. En: Revista Aquatic No. 18. Cuernavaca, Mexico. 2003. p. 43.

⁷⁶ CARNEVIA, D; CUNDINES, N. y VARELA, E. Ensayo de larvicultura de pejerrey grande de agua dulce (*Odontheistes bonariensis*) mantenidos a tres niveles de salinidad. En: Boletín del instituto de investigaciones pesqueras. Montevideo Universidad de la Republica, Facultad de Veterinaria. (2003, 24) p 8. (citado 8 de septiembre de 2007). Disponible en Internet URL :<http://www.pes.fvet.edu.uy/publicaciones/Bol.IIP24.pdf>

que se procedió a realizar la prueba de Tukey está determinó que el Tratamiento 2 fue el mejor con $4,83 \pm 1,9$ mm seguido por el Tratamiento 3 con $2,13 \pm 1,1$ mm.

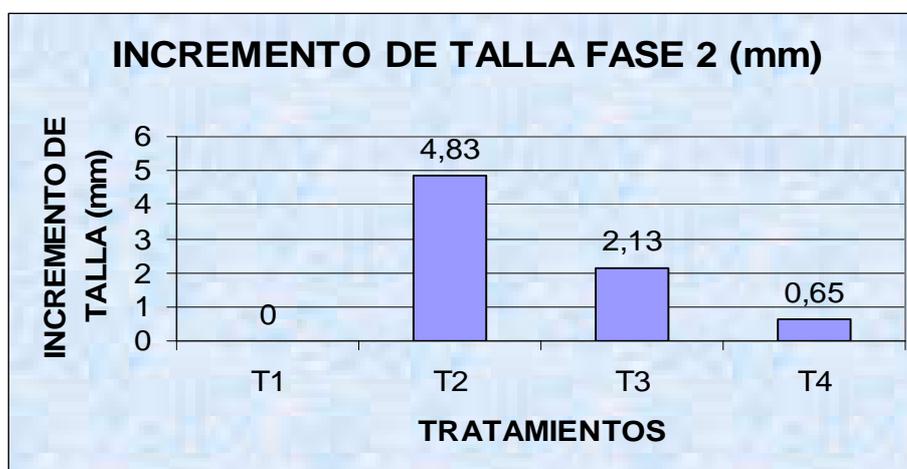
Trombetta, Radünz y Lazzari⁷⁷ estos autores registran un incremento de talla en *R. quelen* n 21 días de 11,6 mm. Martín, et al.,⁷⁸ en larvas de *R. quelen* en un período de 28 días alcanzaron una longitud de 31,7 mm siendo resultados mayores a los obtenidos en esta investigación.

Tabla 22. Incremento de talla, promedio \pm desviación estándar

Tratamiento	Incremento de talla (mm)
1	-----
2	$4,83 \pm 1,9^c$
3	$2,13 \pm 1,1^b$
4	$0,65 \pm 1,2^a$

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Figura 28. Incremento de talla fase 2



6.2.3 Sobrevivencia. Los diferentes tratamientos registraron los siguientes porcentajes de sobrevivencia que están discriminadas en la tabla 23. (Figura 29).

Tabla 23. Sobrevivencia post-larval fase 2.

⁷⁷ TROMBETTA, RADÜNZ, J. and LAZZARI, Op. cit., p. 1227.

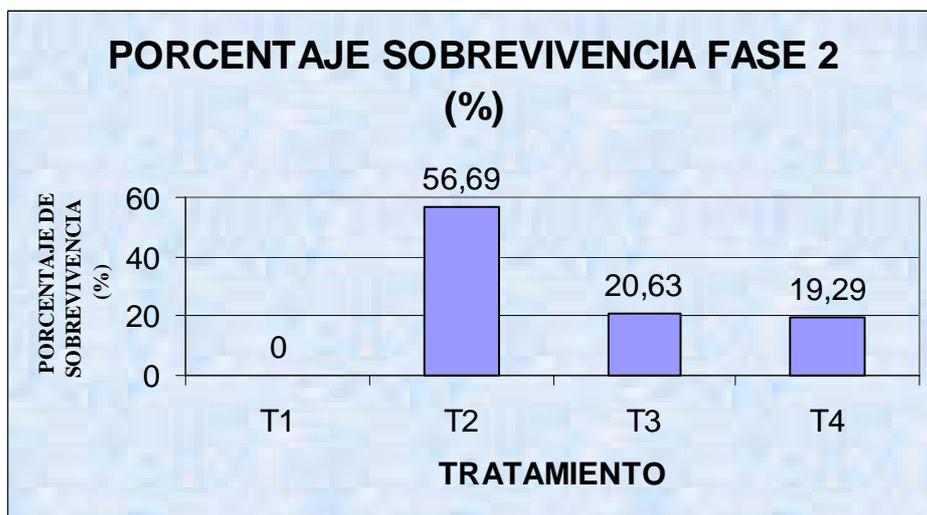
⁷⁸ MARTIN, et al. Op. Cit., p. 1307.

Tratamiento	SOBREVIVENCIA (%)
1	0
2	56,69 ^c
3	20,63 ^b
4	19,29 ^a

Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0.05)

Para evaluar la sobrevivencia se empleó la prueba estadística de Brand-Snedecor en esta variable se encontró diferencias estadísticas significativas para todos los tratamientos (Anexo AE), el mejor tratamiento fue el Tratamiento 2 con 56,69 %, seguido por el Tratamiento 3 con 20,63 %.

Figura 29. Sobrevivencia en la fase 2



En la figura 30 se muestra la mortalidad diaria por tratamiento durante la fase 2, esta figura nos indica que la mortalidad en el T₃ y T₄ son los dos tratamientos que presentan picos altos el primero en el día 2 y en el día 10 y en el segundo en los días 5 y entre el séptimo y el noveno. En la tabla 24 se muestra el porcentaje de mortalidad diario por tratamiento durante esta fase.

Trombetta, Radünz, y Lazzari⁷⁹ reportan: en cuanto a la sobrevivencia de las larvas, el mejor ajuste fue el cuadrático ($Y=0,29 + 0,73X - 0,226X^2$). La mayor sobrevivencia obtenida fue de 87,3 % en el tratamiento con 2% de inclusión de mezcla vitamínica para peces. Varios trabajos realizados en larvicultura de jundía, demostraron valores de sobrevivencia por encima de 85% pueden ser conseguidos, los mismos autores citan a Uliana et al., esta

⁷⁹ TROMBETTA, RADÜNZ and LAZZARI, Op. Cit., p. 1228.

observación es mucho mas importante, visto que en la larvicultura realizada en estanques de tierra no se obtienen sobrevivencia tan elevada. Martín⁸⁰ reporta una sobrevivencia entre el 80 y el 81 % alimentando con diferentes tipos de dietas en larvicultura de *R. quelen*. Coldebella y Radünz⁸¹ evaluaron diferentes tipos de materias primas como la levadura de caña, harina de soya, harina de carne y de huesos en el alevinaje de *R. quelen* obteniendo sobrevivencias entre 98,75 y 100 %, los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores a los obtenidos por otros autores, la baja sobrevivencia obtenida en este trabajo se debió al canibalismo que estuvo entre el 20,01 y el 72,79 % y también por la posible no aceptación al cambio a una dieta seca.

Figura 30: Curva de mortalidad por tratamiento en la fase 2.

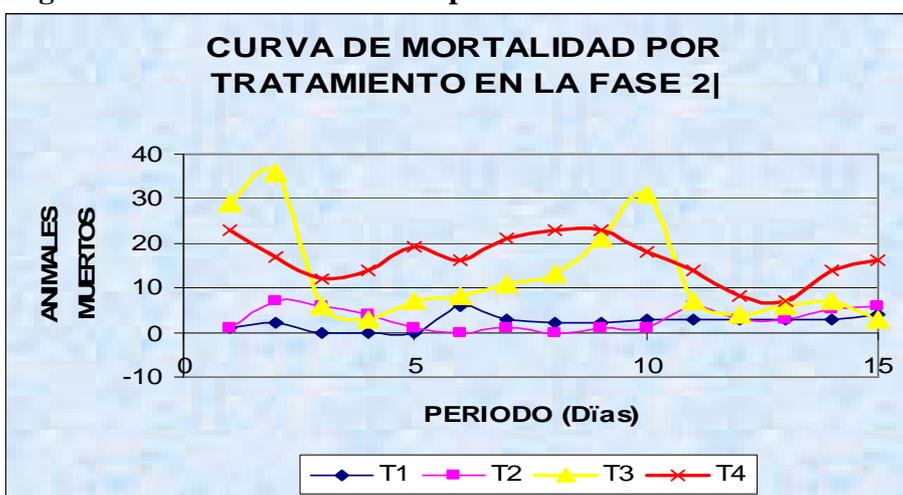


Tabla 24: Porcentaje de mortalidad diaria por tratamiento fase 2.

DIA	T1	T2	T3	T4
1	1,39	0,26	9,06	6,461
2	2,78	1,79	11,25	4,775
3	0,00	1,53	1,88	3,371
4	0,00	1,02	0,94	3,933
5	0,00	0,26	2,19	5,337
6	8,33	0,00	2,50	4,494
7	4,17	0,26	3,44	5,899
8	2,78	0,00	4,06	6,461

⁸⁰ MARTIN, et al., Op. Cit., p. 1306.

⁸¹ COLDEBELLA, José and RADÜNZ, João. Soybean meal in the diets for south american catfish (*Rhamdia quelen*) fingerlings. In: *Ciência Rural*. Vol. 32, No.3, Santa Maria, Brasil. 2002. p.502.

9	2,78	0,26	6,56	6,461
10	4,17	0,26	9,69	5,056
11	4,17	1,53	2,19	3,933
12	4,17	0,77	1,25	2,247
13	4,17	0,77	1,88	1,966
14	4,17	1,28	2,19	3,933
15	5,56	1,53	0,94	4,494

6.2.4 Tasa de crecimiento simple. Los diferentes tratamientos registraron los promedios que están en la Tabla 23. (Figura 29).

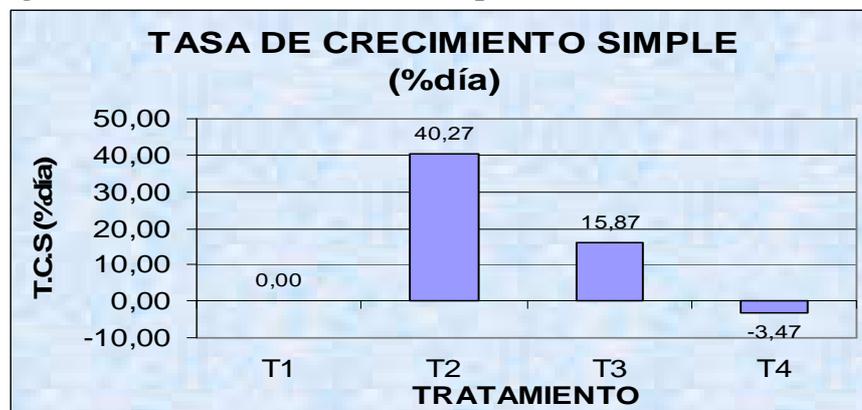
Tabla 25. Tasa de crecimiento simple en la fase 2, promedio \pm desviación estándar

Tratamiento	T.C.S (% día)
1	-----
2	40,27 \pm 10,9 ^c
3	15,87 \pm 4,3 ^b
4	-3,47 \pm 8,0 ^a

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

Para evaluar la tasa de crecimiento simple se empleó la prueba de Kruskal - Wallis (Anexo AD) en esta variable se encontró diferencias estadísticas para todos los tratamientos motivo por el cual se aplicó la prueba de Newman-Keuls (Anexo AD) esta determinó que el mejor tratamiento fue el Tratamiento 2 con 40,27 \pm 10,9 %/día, seguido por el Tratamiento 3 con 15,87 \pm 4,3 %/día.

Figura 31. Tasa de Crecimiento Simple en la fase 2.



Lazzari, et al.,⁸² en alimentación de larvas de *R. quelen* reportaron tasas de crecimiento específico (TCE) de las larvas alimentadas con dieta sin gluten de maíz de 24,11 %/día, valor semejante al obtenido por Uliana et al., de 24,85 %/día, para TCE de larvas de jundía, probando diferentes fuentes lípidicas. Trombetta, Radünz y Lazzari⁸³ registran TCE de 18,5 y 19,7 %/día. Trabajos con larvas de bagre africano, alimentadas con raciones similares a las utilizadas por estos autores a base de hígado bovino y levadura, obtuvieron valores de TCE de 22 %/día también citan a Kerdchuen y Legendre y a Cardoso, et al., encontraron índice de TCE de 17,85 %/día para larvas de jundía *R. quelen*. Siendo tasas de crecimiento inferiores a la del T₂ con 40,27 %/día y superiores a la del T₃ con 15,87 %/día.

El consumo de alimento está influenciado directamente por el peso de larvas, a mayor peso larval mayor es la cantidad de alimento suministrado.

Este valor se lo determina para calcular la cantidad de alimento suministrado para posteriormente realizar un análisis parcial de costos para cada uno de los tratamientos determinar la relación beneficio costo y decidir cual es el mejor tratamiento desde el punto de vista económico.

6.2.5 Consumo Aparente de Alimento. La cantidad de alimento consumido en la fase 1 se registra en la tabla 24.

Tabla 26. Cantidad de alimento suministrado por tratamiento en la fase 2 (Concentrado comercial al 48% de P.B.).

Tratamiento	Peso promedio * postlarva (mg)	Cantidad de larvas	Biomasa (mg)	Cantidad de alimento día (mg)	C.A.P.E* (mg)
Plancton	5,58	66,00	368,28	55,242	828,63
<i>Artemia</i>	6,53	392,00	2559,76	383,964	5759,46
<i>Spirulina</i>	1,19	324,00	385,56	57,834	867,51
Mezcla húmeda	4,55	356,00	1619,8	242,97	3644,55

* C.A.P.E: Cantidad Alimento Período Experimental

6.2.6 Relación Beneficio Costo. Al final del periodo experimental se realizó un análisis parcial de costo (tabla 25) para poder calcular la relación beneficio costo (tabla 26) y determinar cual es el mejor de los tratamientos desde el punto de vista económico.

Para esta variable el mejor tratamiento es el tratamiento 2 ya que es el único que presenta una relación beneficio costo mayor a 1 (1,40) donde los costos del alimento son

⁸² LAZZARI, et al., Op. cit., p. 125.

⁸³ TROMBETTA, RADÜNZ y LAZZARI Op. cit., p. 1228.

directamente proporcionales al peso y al consumo aparente de alimento por parte de las larvas.

Ortega y Rodríguez⁸⁴ evaluando la reproducción en *R. quelen* obtuvieron una relación beneficio costo de 1,22 que es mayor a la obtenida en este estudio. Delgado y López⁸⁵ alimentando mojarra patiana lograron una relación beneficio costo entre 1,20 y 1,26. Palacios⁸⁶ en la fase de ceba de *Brycon melanopterus* alcanzó una relación máxima de 1,37. Narváez y Recalde⁸⁷ con cachama blanca (*Piaractus Brachypomus*) durante la fase de levante reportan una relación beneficio costo entre 2,08 y 3,43. Coral y Zambrano⁸⁸ en la alimentación de trucha arco iris registran en la variable de relación beneficio costo entre 1,65 y 1,77. La relación beneficio costo obtenida en el presente estudio se encuentra por debajo de la reportada en otras investigaciones esto se debe a los altos costos de los alimentos y a la baja sobrevivencia presentada en los tratamientos.

⁸⁴ ORTEGA y RODRÍGUEZ, Op. Cit., p. 112.

⁸⁵ DELGADO, Mario y LÓPEZ, Jenny, Op. cit. p 71.

⁸⁶ PALACIOS, Pedro. Evaluación comparativa de dos estimulantes de crecimiento tipo probiótico y prebiótico en el levante y ceba de sábalo amazónico (*Brycon melanopterus*) (COPE, 1872) en el centro experimental amazónico, Mocoa, Putumayo, Colombia. Trabajo de grado, Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2007. p. 118.

⁸⁷ NARVÁEZ, Ana y RECALDE, Alejandro. Evaluación de un promotor de crecimiento, (oxitetraciclina) en la fase de levante de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Trabajo de grado, Zootecnia. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2007. p. 51.

⁸⁸ CORAL, Iván y ZAMBRANO, Lucía. Evaluación comparativa de un probiótico comercial y un inmunoestimulante en la fase de levante intensiva de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes. Trabajo de grado, Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2007. p. 60.

Tabla 27. Costos parciales de producción por tratamiento de Bagre del Patía *R. quelen* en las unidades experimentales.

ITEM	T1			T2			T3			T4		
	Vr udad	Cant	Vr total	Vr udad	Cant	Vr total	Vr udad	Cant	Vr total	Vr udad	Cant	Vr total
<i>Artemia</i> (454 g)	-	-	-	11.6518	12,00 g	3080	-	-	-	-	-	-
<i>Spirulina</i> (454 g)	-	-	-	-	-	-	153.364	0,80 g	270	-	-	-
Mezcla húmeda (454 g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.354	3,20 g	59
Balanceado Comercial	2.500	0,83 g	2,08	2.500	5,76 g	14,4	2.500	0,86 g	2,15	2.500	3,65 g	9,13
Bandejas polietileno	900	4	3.600	900	4	3.600	900	4	3.600	900	4	3.600
2 Bombas de 800 l/h	70.000	0,25	17.500	70.000	0,25	17.500	70.000	0,25	17.500	70.000	0,25	17.500
Hoja de eternit	22.000	0,25	5.500	22.000	0,25	5.500	22.000	0,25	5.500	22.000	0,25	5.500
Acuarios	120.000	0,25	30.000	120.000	0,25	30.000	120.000	0,25	30.000	120.000	0,25	30.000
Larvas	40	600	24.000	40	600	24.000	40	600	24.000	40	600	24.000
TOTAL			80.602,0			83.694,4			80.872,2			68.668,1

Tabla 28. Costos e ingresos de producción durante el periodo experimental.

Tratamiento	Costo Parcial	N de larvas	Precio Post-larva	Ingreso Bruto	Ingreso neto	Beneficio Costo
T₁	80.602,00	14	500	7000	-73.602,00	0,09
T₂	83.694,40	234	500	117000	33.305,60	1,40
T₃	80.872,20	66	500	33000	-47.872,20	0,41
T₄	80.668,10	58	500	29000	-51.668,10	0,36

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Para la variable de incremento de peso la mejor dieta en las dos fases del estudio es el T₂ con incrementos de $5,61 \pm 1,02$ mg y $6,0 \pm 1,6$ mg en la fase 1 y en la fase dos respectivamente.
- En incremento de talla el mejor tratamiento fue T₂ con $3,87 \pm 1,11$ mm y $4,9 \pm 1,9$ mm en la fase 1 y fase 2 respectivamente.
- Para la sobrevivencia larval la más alta en las dos fases se registró con el T₂ con un 65,33% y 56,69% en la fase 1 y fase 2 respectivamente.
- En la variable de tasa de crecimiento simple el mejor de los tratamientos es el T₂ con $70,13 \pm 12,79$ %/día para la fase 1 y $40 \pm 10,9$ %/día para la fase 2.
- En la variable de prueba de resistencia al estrés los mejores tratamientos fueron el T₁, T₂ y T₃ cuales presentaron una sobrevivencia del 100% y el T₄ obtuvo un 90 % de sobrevivencia.
- Para la variable de consumo aparente de alimento se concluye que entre mayor sea la biomasa mayor será el consumo de alimento y su costo será mayor. Siendo esta variable un indicativo para calcular los costos parciales de producción.
- En la relación beneficio costo el mejor tratamiento es el T₂ ya que es el único que presenta una relación beneficio costo mayor a 1 (1,40).
- Se concluye que la dieta mas apropiada en cuanto a resultados productivos y económicos como primera alimentación en post-larvas de bagre del patía es la *Artemia*

7.2 RECOMENDACIONES

- Experimentar otros tipos de dietas para la fase larvicultura de está especie nativa de la cuenca del Patía.
- Hacer un cambio gradual de alimentación entre *Artemia* y concentrado balanceado comercial.
- Probar diferentes dosis de tiroxina para disminuir la tasa de canibalismo en la fase de post - larvas.

- Ensayar diferentes densidades de siembra para el cultivo de post-larvas del bagre del Patía.
- Seguir investigaciones para desarrollar el paquete tecnológico de cultivo de esta especie nativa.
- Alimentar con nauplios de *Artemia* hasta el día sexto después de la primera alimentación y 10 días más con alimento balanceado. Esto en ambiente controlado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUDELO, Edwin y SALINAS, Yolanda. Peces de importancia económica en la cuenca amazónica colombiana. SINCHI. 2000. pp. 255G
- ARCE, Elash y LUNA, Jorge. Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: Ictaluridae) en condiciones de cautiverio. En: Revista Aquatic No. 18. Cuernavaca, México. 2003. pp. 39 - 47.
- ARIAS J, A; TOBAR J, M. y MUÑOZ F. Repuesta a la primera alimentación en larvas de Barbilla (*Rhamdia sebae* c.f.) con tres diferentes tipos de dietas. En: Revista colombiana de ciencias pecuarias. Vol.5 No 1. 2007. Universidad de Cauca. Villavicencio, Colombia. pp. 332-333. (citada el 24 enero de 2007) Disponible en Internet URL// rccp.udea.edu.co/ v anteriores/15-1/pdf/v15n1a07.pdf
- ATENCIO, KERGULEN y WADNIPA. Manejo de la primera alimentación del bocachico (*Prochilodus magdalenae*). En: Revista MVZ Córdoba. Vol. 8 No. 1. 2003. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia. p. 254. (citada el 24 de enero de 2007). Disponible en Internet URL//apps.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/mvz81/254. pdf
- ATENCIO, Victor; ZANIBONI, Evoy; PARDO, Sandra e ARIAS, Alfredo. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). Em: Acta Scientiarum. Animal Sciences. Vol. 25, No. 1. Villavicencio, Colombia. 2003. pp. 61-72
- ATENCIO, Victor. Influencia de la densidad de siembra y la alimentación en la larvicultura del bagre blanco (*Sorubim cuspicaudus* Littmann, Burr & Nass, 2000). 2002. Montería, Colombia (citada el 15 de marzo de 2007). Disponible en Internet URL//scienti.colciencias.gov.co:8081/digicyt.war/search/chart.do?nro_id_grupo=00265067KECDY9&seq_producao=30648
- ATENCIO, Victor. Producción de alevitos de especies nativas. En: MVZ-CÓRDOBA. Vol. 6. No. 1. Montería. Colombia. 2001. pp. 9-14
- BARNABÉ, Gilbert. Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura. Traducido por Eduardo Cunchillos. Zaragoza .Ed Acribia S.A.. 1996. pp. 519.
- CAJAS, Álvaro. Reproducción en confinamiento de las especies ícticas *Rhamdia quelen* y *Cichlasoma ornatum* con fines de repoblamiento en la cuenca del río Patía en el departamento del Cauca. Trabajo de grado (Especialista en Recursos Hidrobiológicos). Popayán, Colombia: Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. 2001; pp. 75

CARNEIRO, P; F BENDHACK, F; MIKOS, J. e SCHORER, M. Jundiá: um grande peixe para a região Sul. En: Panorama da Aqüicultura, v.12. Brasil. 2002. pp. 41-46

CARNEVIA, D; CUNDINES, N. y VARELA, E. Ensayo de larvicultura de pejerrey grande de agua dulce (*Odontheistes bonariensis*) mantenidos a tres niveles de salinidad. En: Boletín del instituto de investigaciones pesqueras. Montevideo Universidad de la Republica, Facultad de Veterinaria. (2003, 24) p 8. (citado 8 de septiembre de 2007). Disponible en Internet URL :<http://www.pes.fvet.edu.uy/publicaciones/Bol.IIP24.pdf>

COLDEBELLA, José and RADÜNZ, João. Soybean meal in the diets for south american catfish (*Rhamdia quelen*) fingerlings. In: Ciência Rural. Vol. 32, No.3, Santa Maria, Brasil. 2002. pp. 499-503

CORAL, Iván y ZAMBRANO, Lucia. Evaluación comparativa de un probiótico comercial y un inmunoestimulante en la fase de levante intensiva de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes. Trabajo de grado, Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2007. pp. 75

DE LARA, Ramón; CASTRO, Thalía; CASTRO, Jorge; CASTRO, Germán, MALPICA, Aída; GARCIA, Verónica, La importancia de Spirulina en la alimentación acuícola. En: ContactoS No 57 2005. p. 13. (Citada 15 de enero de 2007) Disponible en Internet. URL:<http://www.iztapalapa.uam.mx/contactos/n57ne/spirulina.pdf>.

DELGADO, Mario y LÓPEZ, Jenny. Coeficiente de digestibilidad real de dietas de levante elaboradas de vísceras de pescado en alimentación de mojarra patiana (*Cichlasoma ornatum*) (Regan, 1905) mediante el método de oxido crómico (Cr₂O₂) y cámaras metabólicas tipo Guelph. Trabajo de grado, Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2005. p 50.

ELIACH, Jorge; BOURGES, Gastón; DURÉ, Liliana; MEDINA, Mabel; y LARA, Miguel. Incidencia de la agitación en el crecimiento microalgal en biorreactores. Rosario, Argentina. Universidad Nacional de Rosario. 2004. p. 4. (citada el 15 de enero de 2007) Disponible en Internet URL:http://www.fceia.unr.edu.ar/ecyt/rt/2004/ritd_04_05.pdf

FALANGHE, Paulo; MIKOS, Jorge; SCHORER, Marianne; CAMPAGNOLI, Roberto. and BENDHACK, Fabiano. Live and formulated diet evaluation through initial growth and survival of jundiá larvae, *Rhamdia quelen*. In: Scientia Agrícola Vol.60 No.4. Brasil. 2003. pp. 615-619. (Citada el 5 de septiembre de 2007). Disponible en Internet URL:<http://www.scielo.br/pdf/sa/v60n4/a02v60n4.pdf>.

GOMES, Levy; GOLOMBIESKI, Jacqueline; CHIPARI, Adriana e BALDISSEROTTO, Bernardo. Biología do jundiá *Rhamdia quelen* (TELEOSTEI, PIMELODIDAE). Em: Ciencia Rural Santa María, No 30. Santa María: Bermado, 2000. pp. 179-185

GUILLAUME, J; KAUSHIK, S; BERGOT, P y MÉTAILLER, R. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Traducido por Aixa Sopeña. Madrid. INRA. 2004 pp, 475.

HERNÁNDEZ; DOMITROVIC Y SÁNCHEZ. Evaluación de diferentes dietas en la primera alimentación del Bagre sudamericano (*Rhamdia quelen*). En: IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura 2006. Argentina. p. 1153.

HERNÁNDEZ, David; FLORES, Carolina; DOMITROVIC, Hugo; Bechara, José y SÁNCHEZ, Sebastián. Evaluación de diferentes dietas en los primeros estadios del desarrollo del bagre sudamericano. En: comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina. 2005. p.1 (Citada el 5 de septiembre de 2007) Disponible en Internet URL: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/4-Veterinaria/V-026.pdf>

KERGULEN, Eduardo; SANCHEZ Isabel y ATENCIO, Víctor. Influencia de la presa en la primera alimentación del Bocachito (*Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1878). En: II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. Montería, Colombia. 2003. pp. 295-302. (Citada el 20 de marzo de 2006). Disponible en Internet URL: <http://www.revistaaquatic.com/civa2003/>

LAZZARI, Rafael; RADÜNZ, Joao; VEIVERBERG, Catia; BERGAMIN, Giovanni; SIMÕES, Ricardo; PEDRON, Fabio; LOSEKANN, Marcos and COSTA, Mario. Replacement of broiler liver by corn gluten meal in granulated diets for the initial feeding of jundiá, *Rhamdia quelen*. In: *B. Inst. Pesca*, Vol. 31. No. 2. Santa Maria, Brasil. 2005. pp. 119 – 127

LUCHINI, L. y ROSSI, F. Tecnologías para cultivo del “randia” (*Rhamdia quelen*) para fomento de su producción comercial, en clima templado a templado-calido. CENADAC, DAA. Argentina. 2005. pp. 20.

MARDINI, Raúl et al. Técnica de Inducao da desova en Jundiá *R. quelen* en pregada na estacao experimental de piscicultura da lagoa dos cuadros. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1981. pp. 150.

MARTIN, Sebastián. ROSSI, Fernando. PANNÉ Santiago. WICKI, Gustavo. Evaluación de tres dietas en larvicultura del Randiá (*Rhamdia quelen*) en sistema intensivo controlado. En: IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. Argentina. 2006. pp. 1209-1310. (Citada el 27 de Febrero de 2007). Disponible en Internet URL: <http://www.civa2006.org/coms/listado.asp?cod=39>

MARTINEZ, Alfonso. Peces de Colombia. Bogota: Ediciones Fondo Cultural Cafetero, 1981. pp. 180.

MOJICA, Hermes, RODRIGUEZ, José y OROZCO, Carlos. Manual de reproducción y cultivo “el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*). VILLAVICENCIO. INPA, PRONATTA. 2003. pp. 25.

NARAHARA, Levy et al. Relacao peso – comprimento e fator de condicao de *R. hilarii* (Valencienis, 1840). Em: Boletim do Instituto de Pesca, No 12. Rio Grande Do sul: 1985. pp. 13 - 22.

NARVÁEZ, Ana y RECALDE, Alejandro. Evaluación de un promotor de crecimiento, (oxitetraciclina) en la fase de levante de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). Trabajo de grado, Zootecnia. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2007. pp. 57.

ORTEGA, Armando; USMA, José; BONILLA, Paula y SANTOS, Natalia. Peces de la Cuenca Alta del Río Cauca. Riqueza Ictiológica del Valle del Cauca. En: Revista Biota colombiana. Vol 7. No.1. Cali. 2006. pp. 39 - 50. (Citada el 31 de agosto de 2006) disponible en Internet URL//: www.siac.net.co/biota/123456789/199

ORTEGA, Lucy y RODRÍGUEZ, Carlos. Evaluación comparativa del efecto del Extracto Pituitario de Carpa (EPC) y Gonadotropina Coriónica Humana (HCG) en la reproducción inducida del bagre del Patía *Rhamdia quelen* en condiciones de cautiverio. Trabajo de grado (Ingeniero en Producción Acuícola). San Juan de Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. 2005, pp. 123.

PALACIOS, Pedro. Evaluación comparativa de dos estimulantes de crecimiento tipo probiótico y prebiótico en el levante y ceba de sábalo amazónico (*Brycon melanopterus*) (COPE, 1872) en el centro experimental amazónico, Mocoa, Putumayo, Colombia. Trabajo de grado, Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2007. pp. 147.

PAZ, Wilson. Evaluación del desarrollo embrionario del bagre del Patía *Rhamdia quelen* (Quoy y Gaimard, 1824) a diferentes rangos de temperatura del agua de incubación. Trabajo de grado, Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 2005. pp. 108

PILLAY. T.V.R. principios y prácticas. Traducido por: Roberto Palacios. Ed limusa. Ciudad de México D.F. 2002. pp. 699.

SINCHI. Bagres de la amazonia colombiana: un recurso sin fronteras. SINCHI. Bogotá D.C. 2000. pp. 141.

TORRENTERA, Laura y TACON, Albert. La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura una diagnosis. FAO. Italia. (Citado el 10 de junio de 2006) Disponible en Internet URL: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB473S/AB473S00.htm>

TROMBETTA, C; RADÜNZ, J AND LAZZARI, R. Vitamin supplementation on jundiá (*Rhamdia quelen*) larvae development. In: Ciênc. agrotec., Lavras, Vol. 30. No. 6. Santa Maria, Brasil. 2006 pp. 1224 - 1229. (Citada el 27 de febrero de 2007) Disponible en Internet URL: http://www.editora.ufla.br/revista/30_6/art28.pdf

WATANUKI, H; OTA K, MALINA, A; TASSAKKA, A; KATO, T and SAKAI, M. Immunostimulant effects of dietary *Spirulina platensis* on carp, *Cyprinus carpio*. In: Aquaculture. Vol 258. 2006. Miyazaki, Japan. pp. 157-163.

ANEXOS

ANEXO A: Morfometría de reproductores

Morfometría hembras de *R. quelen*

	Peso (g)	Talla (mm)
Hembra 1	230	270
Hembra 2	158	280

Morfometría machos de *R. quelen*

Reproductor (color de la marca)	Peso (g.)	Talla (mm)
Rojo	144	260
Azul	90	240
Naranja	92	245
Blanco	110	250
Amarillo	84	230
Verde	90	220

Anexo B: Cantidad de agente inductor empleada

Dosis total de las hembras de *R. quelen*

	Peso (g)	Dosis total (mg)	Dosis total (ml)
Hembra # 1	230,00	1,27	0,30
Hembra # 2	158,00	0,87	0,20

Dosis total de los machos de *R. quelen*.

Reproductor	Peso (g)	Dosis (mg)	Dosis (ml)
Rojo	144	0,36	0,24
Azul	90	0,23	0,15
Naranja	92	0,23	0,15
Blanco	110	0,28	0,18
Amarillo	84	0,21	0,14
Verde	90	0,23	0,15

Anexo C: Tiempo de aplicación de agente inductor y tiempo de desove de las hembras.

Horas de aplicación de dosis las hembras de *R. quelen*

	Peso (g)	Dosis total (mg)	Dosis total (ml)	1 ^{era} dosis (mg)	Hora primera dosis	2 ^{da} dosis (mg)	Hora segunda dosis
Hembra # 1	230,00	1,27	0,30	0,25	0.	1,02	10
Hembra # 2	158,00	0,87	0,20	0,17	0.	0,70	10

Horas de aplicación de dosis los machos de *R. quelen*

Reproductor	Peso (g)	Dosis (mg)	Hora dosis
Rojo	144	0,36	10
Azul	90	0,23	10
Naranja	92	0,23	10
Blanco	110	0,28	10
Amarillo	84	0,21	10
Verde	90	0,23	10

Horas de desove de hembras de *R. quelen*

	Hora 2 ^{da} dosis	Hora desove*
Hembra 1.	10	7:30
Hembra 2.	10	8:00.

* horas post-aplicación segunda dosis del agente inductor

Anexo D: Porcentaje de fertilización y eclosión.

Porcentajes de fertilización por hembra

HEMBRA	% de FERTILIZACIÓN
1	85,51%
2	83,75%
Promedio	84,63%

Porcentajes de eclosión por hembra

HEMBRA	% de ECLOSIÓN
1	21,16 %
2	23,02 %
Promedio	22,09 %

Anexo E. Morfometría inicial de las larvas de *R. quelen*.

n	w (mg)	T (mm)	LMS (μm)	ABM (μm)
1	0,9	5	700	989,95
2	0,9	5	640	905,10
3	0,9	5	640	905,10
4	0,9	5	660	933,38
5	1	5	720	1018,23
6	0,9	5	680	961,67
7	0,8	5	600	848,53
8	0,5	4	580	820,24
9	0,8	4	620	876,81
10	0,8	4	630	890,95
11	0,9	5	650	919,24
12	0,8	5	600	848,53
13	0,9	5	630	890,95
14	1	5	700	989,95
15	0,7	5	660	933,38
16	0,8	5	650	919,24
17	0,7	5	640	905,10
18	0,5	4	600	848,53
19	0,9	5	680	961,67
20	0,9	5	690	975,81
21	0,8	5	660	933,38
22	1	5	690	975,81
23	0,6	4	620	876,81
24	0,9	5	680	961,67
25	0,6	4	600	848,53
26	1,1	6	720	1018,23
27	0,7	5	670	947,52
28	0,5	4	600	848,53
29	0,5	4	610	862,67
30	0,7	5	630	890,95
31	0,5	4	620	876,81
32	0,7	5	640	905,10
33	0,9	5	680	961,67
34	0,8	5	680	961,67
35	0,7	4	650	919,24
36	0,8	5	680	961,67
37	0,7	5	640	905,10
38	0,8	5	660	933,38
39	0,8	5	660	933,38

40	0,8	5	670	947,52
41	1	5	690	975,81
42	0,9	5	700	989,95
43	0,9	5	680	961,67
44	0,8	5	680	961,67
45	0,7	5	650	919,24
46	0,9	5	680	961,67
47	0,5	4	600	848,53
48	0,5	4	600	848,53
49	0,8	5	660	933,38
50	0,9	5	690	975,81
Promedio	0,79	4,78	653,20	923,76
Desviación estándar	0,16	0,46	35,31	49,93
Varianza	0,02	0,22	1246,69	2493,39

Anexo F. Registro de peso y talla para Tratamiento 1 en la finalización de la fase 1,

	T₁R₁		T₁R₂		T₁R₃	
	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)
	4.5	9	6	7	8.4	6
	3.8	10	5.8	7	6.1	12
	4.8	9	6.9	8	6.6	8
	6.1	8	4.25	9	4.7	8
	5.2	8	5.1	8	4.6	7
	4.2	10	5.4	7	5.2	8
	4.5	9	5.8	7	5.5	9
	6.3	8	6.5	9	5.9	8
	4.2	10	4.1	8	4.8	9
	5.2	10	4.6	8	6.1	8
Promedio	4.88	9.10	5.45	7.80	5.79	8.30
Desv. std.	0.82	0.88	0.93	0.79	1.14	1.57
Varianza	0.68	0.77	0.87	0.62	1.29	2.46

Anexo G. Registro de peso y talla para Tratamiento 2 en la finalización de la fase 1.

	T₂R₁		T₂R₂		T₂R₃	
	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)
	4.84	9	5.80	10	6.50	9
	5.98	10	6.46	10	5.98	9
	6.38	10	6.82	10	5.46	7
	5.76	10	8.28	9	6.76	8
	7.12	8	5.02	9	7.52	9
	6	9	5.54	8	6.82	9
	8.28	9	5.96	7	6.94	8
	6.4	10	5.57	7	7.64	9
	5.74	7	6.62	7	7.40	9
	4.18	8	7.62	8	6.84	9
Promedio	6.07	9.00	6.37	8.50	6.79	8.60
Desv. std.	1.13	1.05	1.01	1.27	0.68	0.70
Varianza	1.28	1.11	1.01	1.61	0.46	0.49

Anexo H. Registro de peso y talla para Tratamiento 3 en la finalización de la fase 1.

	T₃R₁		T₃R₂		T₃R₃	
	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)
	1.2	6	1.5	6	0.6	6
	1.1	7	0.8	6	1.4	7
	1.7	7	1	6	1.2	7
	1.1	6	1.3	6	1.1	6
	1.2	6	1.1	6	0.9	6
	1	6	1.5	6	1.1	6
	1.1	6	0.7	6	1.4	6
	0.8	6	1.4	7	1.4	6
	1.4	6	1.3	6	1.2	6
	1.5	7	1.5	6	1.1	5
Promedio	1.21	6.30	1.21	6.10	1.14	6.10
Desv. std.	0.26	0.48	0.30	0.32	0.25	0.57
Varianza	0.07	0.23	0.09	0.10	0.06	0.32

Anexo I. Registro de peso y talla para Tratamiento 4 en la finalización de la fase 1.

	T₄R₁		T₄R₂		T₄R₃	
	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)
	3.6	8	5	9	4.5	9
	3.8	9	3.8	9	4.1	7
	4.1	8	3.8	7	4.2	7
	4.7	9	5.3	8	4.1	7
	3.4	7	4.5	9	4.4	8
	4.7	7	5.2	9	2.7	7
	4.4	7	6.1	8	4.4	8
	5.2	9	4.7	7	4.9	8
	5.2	9	4.8	8	4.5	7
	3.2	8	4.6	9	3.7	9
Promedio	4.23	8.10	4.78	8.30	4.15	7.70
Desv. std.	0.72	0.88	0.69	0.82	0.60	0.82
Varianza	0.52	0.77	0.48	0.68	0.36	0.68

Anexo J. Registro de mortalidad fase 1.

Fecha	Hora	T ₁			T ₂			T ₃			T ₄		
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
22-Nov	8	0	0	4	2	1	0	0	4	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	1	1	2	0	0	4	1	1	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-Nov	8	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
	22	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
24-Nov	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	0
	14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	1	0	0	1	1	2	1	0	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	22	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0
25-Nov	8	0	0	0	2	1	4	0	0	0	0	0	3
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	18	0	0	1	0	1	2	1	1	1	1	3	5
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26-Nov	8	2	1	0	1	0	2	0	1	0	0	4	2

	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	12	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0
	18	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	20	1	0	0	0	0	2	1	0	0	2	2	4
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
27-Nov	8	7	9	3	2	0	2	4	4	1	1	7	5
	10	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	15	14	7	2	1	1	2	2	1	1	1	6
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	16	1	1	0	0	1	2	5	2	0	0	1	1
	18	4	1	1	1	0	1	1	0	2	0	2	0
	20	2	0	1	0	0	0	1	1	0	2	1	1
	22	1	2	0	1	1	0	1	1	0	1	3	0
28-Nov	8	5	2	2	0	0	2	5	14	4	4	11	13
	10	4	2	0	0	2	3	0	0	2	2	0	1
	12	2	6	0	0	2	3	0	0	2	2	0	1
	14	0	3	1	0	0	4	2	0	2	1	1	2
	16	0	4	0	0	0	1	0	3	2	1	0	2
	18	1	2	2	0	0	3	1	1	1	1	1	1
	20	2	2	0	0	0	2	1	2	0	1	4	2
	22	1	1	1	0	0	2	3	5	3	0	2	0
29-Nov	8	1	0	1	1	1	0	12	5	2	2	5	5
	10	0	0	0	0	0	0	1	4	1	2	0	4
	12	0	0	0	0	1	0	3	4	4	0	0	0
	14	1	0	0	1	0	0	7	5	1	4	1	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	2	0	0	0	0	0	8	3	9	0	3	1
	20	3	0	0	0	0	0	6	5	6	1	0	4
	22	0	0	0	0	0	0	3	3	2	0	0	0
30-Nov	8	0	0	0	0	0	0	2	5	5	2	0	5
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	5	0
	16	0	0	0	0	0	0	2	1	4	3	0	0

	18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	3	1	0	3	0	0
Muerte ntral		70	57	33	15	15	46	84	88	57	41	82	76
Supuestas vivas		130	143	167	185	185	154	116	112	143	159	118	124
Vivas finales		24	26	30	149	142	101	109	96	115	162	94	100
Supuesto canibal		106	117	137	36	43	53	7	16	28	3	24	24
Muertas totales		176	174	170	51	58	99	91	104	85	38	106	100

Anexo K. Mortalidad diaria fase 1

Día	T ₁			T ₂			T ₃			T ₄		
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
1	1	1	6	2	1	4	1	5	0	0	0	0
2	1	0	0	0	1	1	0	3	1	1	5	4
3	0	0	2	1	2	3	2	3	1	1	3	0
4	4	0	1	2	2	7	1	1	1	1	6	8
5	4	1	3	2	0	5	1	1	0	4	17	8
6	38	33	14	6	3	6	14	10	4	5	16	15
7	15	22	6	0	4	20	12	25	16	12	19	22
8	7	0	1	2	2	0	40	29	25	9	9	14
Total.	70	57	33	15	15	46	71	77	48	33	75	71

Anexo L. Temperatura agua fase 1.

Fecha	Hora	T ₁			T ₂			T ₃			T ₄		
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
22-Nov	8	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	22	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
23-Nov	8	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	10	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	12	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	22	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
24-Nov	8	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
	10	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	22	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
25-Nov	8	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
	10	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
	12	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
	14	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	16	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	18	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	20	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	22	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
26-Nov	8	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
	16	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	22	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
27-Nov	8	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
	20	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	22	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
28-Nov	8	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
	10	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
	18	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
	20	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
	22	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
29-Nov	8	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
	16	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
	18	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
	20	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
	22	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
30-Nov	8	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
	10	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5
Promedio		25.05	25.05	25.05	25.05	25.05	25.05	25.05	25.05	25.05	25.05	25.05	25.05
Desv. std.		0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512
Varianza		0.2625	0.2625	0.2625	0.2625	0.2625	0.2625	0.2625	0.2625	0.2625	0.2625	0.2625	0.2625

Anexo M. Registro de peso y talla para Tratamiento 2 en la finalización de la fase 2.

	T₂R₁		T₂R₂		T₂R₃	
	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)
	10,50	12,00	13,50	15,00	14,70	17,00
	16,60	17,00	11,80	13,00	14,20	16,00
	10,10	12,00	12,90	13,00	12,20	16,00
	13,00	13,00	15,70	14,00	11,20	19,00
	12,70	13,00	10,80	11,00	11,60	16,00
	11,80	14,00	10,70	13,00	14,30	15,00
	11,20	13,00	11,90	12,00	12,50	13,00
	14,30	14,00	11,20	12,00	11,40	13,00
	14,70	13,00	12,60	13,00	12,70	12,00
	15,20	14,00	11,50	10,00	12,40	16,00
Promedio	13,01	13,50	12,26	12,60	12,72	15,30
Desv. std.	2,16	1,43	1,51	1,43	1,26	2,11
Varianza	4,65	2,06	2,28	2,04	1,59	4,46

Anexo N. Registro de peso y talla para Tratamiento 3 en la finalización de la fase 2.

	T₃R₁		T₃R₂		T₃R₃	
	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)
	2,6	10	3,7	7	5,2	9
	4	10	3,9	8	2,6	7
	3,8	9	3,9	10	3,3	9
	3,7	9	3,4	7	2,8	8
	3,9	7	3,1	7	3	7
	3	8	3,5	8	3,6	9
	2,5	8	4,1	9	3,1	8
	3,9	9	4,2	7	2,9	8
	3,6	10	3,6	7	3,7	8
	3,8	9	4,1	8	3,3	7
Promedio	3,48	8,9	3,75	7,8	3,35	8
Desv. std.	0,56	0,99	0,35	1,03	0,74	0,82
Varianza	0,32	0,99	0,13	1,07	0,54	0,67

Anexo O. Registro de peso y talla para Tratamiento 4 en la finalización de la fase 2.

	T₄R₁		T₄R₂		T₄R₃	
	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)	peso (mg)	Talla (mm)
	4,4	8	4,0	11	3,9	8
	3,6	9	3,9	10	3,7	10
	4,1	8	4,2	9	3,8	10
	4,1	9	4,7	9	3,8	8
	3,7	8	3,1	8	3,9	8
	3,1	9	4,4	9	4,5	8
	4,4	9	4,2	9	4,1	8
	3,1	9	4,7	8	3,9	8
	3,3	8	3,2	8	4,0	8
	4,5	8	3,9	10	3,1	7
Promedio	3,83	8,50	4,03	9,10	3,87	8,30
Desv. std.	0,54	0,53	0,55	0,99	0,35	0,95
Varianza	0,30	0,28	0,30	0,99	0,12	0,90

Anexo P. Registro de mortalidad fase 2.

Fecha	Hora	T ₁			T ₂			T ₃			T ₄		
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
01-Dic	8	0	0	0	0	0	0	4	2	4	5	2	7
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0
	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	14	0	0	0	0	0	0	2	0	5	0	0	1
	16	0	0	0	0	1	0	1	3	3	0	0	1
	18	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1
02-Dic	8	1	0	0	0	2	5	9	1	7	4	6	2
	10	0	0	0	0	0	0	4	0	1	1	0	1
	12	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	1	0
	14	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	1
	16	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	1
03-Dic	8	0	0	0	1	0	2	0	0	1	4	2	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	12	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
	14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
	16	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
04-Dic	8	0	0	0	1	0	2	0	0	1	4	2	0
	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	18	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
05-Dic	8	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	6	2
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	14	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	1	2
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
06-Dic	8	0	0	0	0	0	0	1	3	1	3	3	3
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	6	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	1
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0
07-Dic	8	0	2	0	0	0	1	2	0	4	7	0	4
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
	14	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	2	0
	16	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
08-Dic	8	1	0	0	0	0	0	4	2	1	5	6	2
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	14	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	2
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	18	1	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	1
09-Dic	8	1	0	0	1	0	0	2	2	1	4	2	1
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
	12	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	1
	14	1	0	0	0	0	0	5	3	4	1	3	4
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
10-Dic	8	2	0	1	0	0	0	4	4	16	5	2	1
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	18	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0
11-Dic	8	2	0	1	2	1	0	3	1	3	5	0	1
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
	18	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1
12-Dic	8	1	0	1	2	1	0	0	1	0	1	2	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

	12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
	18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13-Dic	8	0	0	0	0	1	0	1	0	2	2	3	1
	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	12	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
14-Dic	8	1	0	1	0	1	2	2	0	2	2	2	1
	10	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0
	18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	1
15-Dic	8	2	0	1	1	3	0	0	0	0	3	1	3
	10												
	12												
	14												
	16												
	18												
muertas ntral/		19	3	12	15	15	13	73	36	80	93	74	69
Numero inicial		23	23	26	149	142	101	109	96	115	162	94	100
número final		1	1	12	89	95	50	21	23	22	15	17	26
supuestas vivas		4	20	14	134	127	88	36	60	35	69	20	31
muertas totales		22	22	14	60	47	51	88	73	93	147	77	74
supuesto canibalismo		3	19	2	45	32	38	15	37	13	54	3	5

Anexo Q. Mortalidad diaria fase 2

Día	T ₁			T ₂			T ₃			T ₄		
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
1	0	0	1	0	1	0	9	5	15	5	6	12
2	1	0	1	0	2	5	19	5	12	5	7	5
3	0	0	0	4	0	2	2	1	3	6	4	2
4	0	0	0	1	1	2	2	0	1	7	4	3
5	0	0	0	1	0	0	3	0	4	7	7	5
6	6	0	0	0	0	0	3	3	2	5	7	4
7	0	2	1	0	0	1	4	3	4	11	2	8
8	2	0	0	0	0	0	7	3	3	8	10	5
9	2	0	0	1	0	0	8	6	7	7	7	9
10	2	0	1	1	0	0	7	5	19	9	6	3
11	2	0	1	2	4	0	3	1	3	9	3	2
12	1	0	2	2	1	0	1	3	0	1	3	4
13	0	1	2	1	2	0	2	1	3	3	3	1
14	1	0	2	1	1	3	3	0	4	7	4	3
15	2	0	2	2	3	1	1	0	2	8	3	5
Total	19	3	13	16	15	14	74	36	82	98	76	71

ANEXO R. Temperatura del agua fase 2.

Fecha	Hora	T ₁			T ₂			T ₃			T ₄		
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃
01-Dic	8	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
02-Dic	8	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	10	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	12	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
03-Dic	8	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
	16	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
	18	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
04-Dic	8	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
	18	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
05-Dic	8	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
06-Dic	8	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5

	10	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
	16	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
	18	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
07-Dic	8	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
08-Dic	8	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
09-Dic	8	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
10-Dic	8	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
11-Dic	8	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	10	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
12-Dic	8	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5

	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
13-Dic	8	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
14-Dic	8	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
	10	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	16	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	18	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
15-Dic	8	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Promedio		24,97	24,97	24,97	24,97	24,97	24,97	24,97	24,97	24,97	24,97	24,97	24,97
Desv. std.		0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Varianza		0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13

Anexo S. Resumen de los muestreos para tratamiento 1.

Tabla de muestreo
Día 1 Tratamiento: Plancton

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	200	200	200
Capacidad de carga mg/ l	79	79	79
Densidad animales/l	100	100	100
Peso promedio mg	0,79	0,79	0,79
Longitud total promedio mm	4,78	4,78	4,78
Biomasa mg	158	158	158
Cantidad alimento vivo (individuos/larva)*ración	5	5	5
Total animales muertos	-	-	-

Tabla de muestreo
Día 8 Tratamiento: Plancton

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	24	26	30
Capacidad de carga mg/ l	66,12	70,85	86,85
Densidad animales/l	12	13	15
Peso promedio mg	5,51	5,45	5,79
Longitud total promedio mm	9,10	7,80	8,30
Biomasa mg	132,24	141,7	173,7
Cantidad alimento (mg/día)	19.84	21.26	26.06
Total animales muertos	176	174	170

Tabla de muestreo
Día 23 Tratamiento: Plancton

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	1	1	12
Capacidad de carga mg/ l	-	-	-
Densidad animales/l	-	-	-
Peso promedio mg	-	-	-
Longitud total promedio mm	-	-	-
Biomasa mg	-	-	-
Cantidad alimento (mg/día)	-	-	-
Total animales muertos	23	25	18

Anexo T. Resumen de los muestreos para Tratamiento 2.

Tabla de muestreo
Día 1 Tratamiento: *Artemia*

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	200	200	200
Capacidad de carga mg/ l	79	79	79
Densidad animales/l	100	100	100
Peso promedio mg	0,79	0,79	0,79
Longitud total promedio mm	4,78	4,78	4,78
Biomasa mg	158	158	158
Cantidad alimento vivo (individuos/larva)*ración	5	5	5
Total animales muertos	-	-	-

Tabla de muestreo
Día 8 Tratamiento: *Artemia*

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	149	142	101
Capacidad de carga mg/ l	452,22	452,27	342,90
Densidad animales/l	74,5	71	50,5
Peso promedio mg	6,07	6,37	6,79
Longitud total promedio mm	9	8,5	8,6
Biomasa mg	904,44	904,54	685,8
Cantidad alimento (mg/día)	135.67	135.68	102.87
Total animales muertos	51	58	99

Tabla de muestreo
Día 23 Tratamiento; *Artemia*

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	89	95	50
Capacidad de carga mg/ l	578,95	582,35	318
Densidad animales/l	44,5	47,5	25
Peso promedio mg	13,01	12,26	12,72
Longitud total promedio mm	13,5	12,6	15,3
Biomasa mg	1157,89	1164,70	636
Cantidad alimento (mg/día)	-	-	-
Total animales muertos	60	47	51

Anexo U. Resumen de los muestreos para Tratamiento 3

Tabla de muestreo
Día 1 Tratamiento *Spirulina*

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	200	200	200
Capacidad de carga mg/ l	79	79	79
Densidad animales/l	100	100	100
Peso promedio mg	0,79	0,79	0,79
Longitud total promedio mm	4,78	4,78	4,78
Biomasa mg	158	158	158
Cantidad alimento (Células/larva)*ración	300	300	300
Total animales muertos	-	-	-

Tabla de muestreo
Día 8 Tratamiento *Spirulina*

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	109	96	115
Capacidad de carga mg/ l	65,95	58,08	65,55
Densidad animales/l	54,5	48	57,5
Peso promedio mg	1,21	1,21	1,14
Longitud total promedio mm	6,3	6,1	6,1
Biomasa mg	131,89	116,16	131,1
Cantidad alimento (mg/día)	19,78	17,42	19,67
Total animales muertos	91	104	85

Tabla de muestreo
Día 23 Tratamiento *Spirulina*

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	21	23	22
Capacidad de carga mg/ l	36,54	43,13	36,85
Densidad animales/l	10,5	11,5	11
Peso promedio mg	3,48	3,75	3,35
Longitud total promedio mm	8,9	7,8	8
Biomasa mg	73,08	86,25	73,7
Cantidad alimento (mg/día)	-	-	-
Total animales muertos	88	73	93

Anexo V. Resumen de los muestreos para Tratamiento 4

Tabla de muestreo
Día 1 Tratamiento: Mezcla húmeda

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	200	200	200
Capacidad de carga mg/ l	79	79	79
Densidad animales/l	100	100	100
Peso promedio mg	0,79	0,79	0,79
Longitud total promedio mm	4,78	4,78	4,78
Biomasa mg	158	158	158
Cantidad alimento vivo (ml)	2	2	2
Total animales muertos	-	-	-

Tabla de muestreo
Día 8 Tratamiento: Mezcla húmeda

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	162	94	100
Capacidad de carga mg/ l	342,63	224,66	207,5
Densidad animales/l	81	47	50
Peso promedio mg	4,23	4,78	4,15
Longitud total promedio mm	8,1	8,3	7,7
Biomasa mg	685,26	449,32	415
Cantidad alimento (mg/día)	135,67	135,68	102,87
Total animales muertos	38	106	100

Tabla de muestreo
Día 23 Tratamiento: Mezcla húmeda

N° de Bandeja	R ₁	R ₂	R ₃
Volumen (l)	2	2	2
Numero de animales total	15	17	26
Capacidad de carga mg/ l	28,73	34,26	50,31
Densidad animales/l	7,5	8,5	13
Peso promedio mg	3,83	4,03	3,87
Longitud total promedio mm	8,5	9,1	8,3
Biomasa mg	57,45	68,51	100,6
Cantidad alimento (mg/día)	-	-	-
Total animales muertos	23	25	18

ANEXO W. Tabla Anova y Contraste Múltiple de Rango para Incremento de Peso fase 1 según tratamiento.

Análisis de la Varianza incremento de Peso fase 1

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	442,908	3	147,636	169,63	0,0000
Intra grupos	100,962	116	0,870359		
Total (Corr.)	543,869	119			

Contraste Múltiple de Rango

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

TRAT Frec. Media Grupos homogéneos

3	30	0,466667	X
4	30	3,78333	X
1	30	4,52667	X
2	30	5,61333	X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*-1,08667	0,627875
1 - 3	*4,06	0,627875
1 - 4	*0,743333	0,627875
2 - 3	*5,14667	0,627875
2 - 4	*1,83	0,627875
3 - 4	*-3,31667	0,627875

* indica una diferencia significativa.

Anexo X. Tabla Anova y Contraste Múltiple de Rango para Incremento de Talla fase 1 según tratamiento.

Análisis de la Varianza incremento de Talla fase 1

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	92,425	3	30,8083	29,66	0,0000
Intra grupos	120,5	116	1,03879		
Total (Corr.)	212,925	119			

Contraste Múltiple de Rango

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

TRAT	Frec.	Media	Grupos homogéneos
------	-------	-------	-------------------

3	30	1,56667	X
4	30	3,16667	X
1	30	3,5	XX
2	30	3,86667	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
-----------	-------------	-------------

1 - 2	-0,366667	0,685944
1 - 3	*1,93333	0,685944
1 - 4	0,333333	0,685944
2 - 3	*2,3	0,685944
2 - 4	*0,7	0,685944
3 - 4	*-1,6	0,685944

* indica una diferencia significativa.

Anexo Z. Prueba de Brand-Snedecor para la Supervivencia en la fase 1.

TRATAMIENTOS					
Respuesta	T1	T2	T3	T4	Total
Éxito	80,00	392,00	320,00	356,00	1.148,00
Fracaso	520,00	208,00	280,00	244,00	1.252,00
Total	600,00	600,00	600,00	600,00	2.400,00
Pi	0,133	0,653	0,533	0,593	0,478
Pi*a_i	10,667	256,107	170,667	211,227	549,127
n =	4				
n - 1 =	3				
Alfa =	0,05				
1 - alfa =	0,95	$X^2_c =$		398,909	
p =	0,478	$X^2_{(1-\text{alfa})} =$	7,81		
			Existen		
			Diferencias		
			estadísticas		
			altamente		
q =	0,522	Decisión =	significativas		

Anexo AA. Prueba de Brand-Snedecor para la Prueba de Resistencia al Estrés.

Respuesta	T1	T2	T3	T4	Total
Éxito	30,00	30,00	30,00	27,00	117,00
Fracaso	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00
Total	30,00	30,00	30,00	30,00	120,00
Pi	1,000	1,000	1,000	0,900	0,975
Pi*a_i	30,000	30,000	30,000	24,300	114,075
n =	4				
n - 1 =	3				
Alfa =	0,05				
1 - alfa =	0,95	$\chi^2_c =$		9,231	
p =	0,975	$\chi^2_{t(1-\text{alfa})} =$		7,81	
			Existen diferencias estadísticas altamente significativas		
q =	0,025	Decisión =			

Anexo AB. Tabla Anova y Contraste Múltiple de Rango para Incremento de Peso fase 2 según tratamiento.

Análisis de la Varianza Incremento de Peso fase 2

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	647,023	2	323,512	196,37	0,0000
Intra grupos	143,333	87	1,6475		
Total (Corr.)	790,356	89			

Contraste Múltiple de Rango

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

TRAT	Frec.	Media	Grupos homogéneos
4	30	-0,522581	X
3	30	2,38	X
2	30	6,04138	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
2 - 3	*3,66138	0,79705
2 - 4	*6,56396	0,790705
3 - 4	*2,90258	0,783867

* indica una diferencia significativa.

ANEXO AC. Tabla Anova y Contraste Múltiple de Rango para Incremento de Talla fase 2 según tratamiento.

Análisis de la Varianza Incremento de Talla fase 2

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	267,788	2	133,894	59,83	0,0000
Intra grupos	194,701	87	2,238		
Total (Corr.)	462,489	89			

Contraste Múltiple de Rango

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

TRAT	Frec.	Media	Grupos homogéneos
------	-------	-------	-------------------

4	30	0,645161	X
3	30	2,13333	X
2	30	4,82759	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
-----------	-------------	-------------

2 - 3	*2,69425	0,928961
2 - 4	*4,18242	0,921567
3 - 4	*1,48817	0,913597

* indica una diferencia significativa.

Anexo AD. Contraste de Kruskal-Wallis y Newman-Keuls para Tasa de Crecimiento Simple fase 2 según tratamiento.

Contraste de Kruskal-Wallis para Tasa de Crecimiento Simple fase 2

TRAT	Tamaño muestral	Rango Promedio
2	30	75,0667
3	30	45,8667
4	30	15,5667

Estadístico = 77,8358 P-valor =

Contraste Múltiple de Rango Newman-Keuls para tasa de crecimiento simple fase 2

Método: 95,0 porcentaje Newman-Keuls

TRAT	Frec.	Media	Grupos homogéneos
4	30	-3,47	X
3	30	15,87	X
2	30	40,27	X

Contraste	Diferencias
2 - 3	*24,7283
2 - 4	*44,1057
3 - 4	*19,3773

* indica una diferencia significativa.

Anexo AE. Prueba de Brand – Snedecor para la sobrevivencia en la fase 2.

Respuesta	T1	T2	T3	T4	Total
Éxito	14,00	234,00	66,00	58,00	372,00
Fracaso	58,00	158,00	254,00	298,00	768,00
Total	72,00	392,00	320,00	356,00	1.140,00
Pi	0,194	0,597	0,206	0,163	0,326
Pi*a_i	2,722	139,684	13,613	9,449	121,389
n =	4				
n - 1 =	3				
Alfa =	0,05				
1 - alfa =	0,95	$X^2_c =$		200,508	
p =	0,326	$X^2_{t(1-alfa)} =$		7,81	
q =	0,674	Decisión =	Existen diferencias estadísticas altamente significativas		