

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA E INCLUSIÓN
DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN UNA DIETA UTILIZADA EN LA FASE DE
LEVANTE DE ARAWANA PLATEADA (*Osteoglossum bicirrhosum*,
VANDELLI 1829) CULTIVADA EN JAULAS.**

**YENI CAROLINA CUAICAL TARAPUES
EVELYN ADRIANA VALLEJO VANEGAS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2011**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA E INCLUSIÓN
DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN UNA DIETA UTILIZADA EN LA FASE DE
LEVANTE DE ARAWANA PLATEADA (*Osteoglossum bicirrhosum*,
VANDELLI 1829) CULTIVADA EN JAULAS.**

**YENI CAROLINA CUAICAL TARAPUES
EVELYN ADRIANA VALLEJO VANEGAS**

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

**Presidente:
HUGO HERNÁN FRANCO ROJAS
Biólogo (c)MSc.**

**Copresidente
WILMER RENÉ SANGUINO ORTÍZ
Ingeniero en Producción Acuícola**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2011**

“Las ideas y conclusiones aportadas en esta tesis de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1° del acuerdo No. 234 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

HUGO HERNÁN FRANCO ROJAS
Presidente trabajo de grado

WILMER RENÉ SANGUINO ORTÍZ
Copresidente trabajo de grado

ALBA LUCY ORTEGA SALAS
Jurado delegado

PILAR NARVÁEZ ERASO
Jurado

San Juan de Pasto, marzo de 2011.

Dedico:

A Dios, por el regalo de la vida y ser mi fortaleza e inspiración para llegar hasta este punto. Gracias por permitirme alcanzar mis metas y sé que en mis nuevos horizontes me cuidarás.

A mis maravillosos padres Luis y Jael, por su infinito amor y apoyo incondicional en todo momento. A mi mamá, por entregar toda una vida al servicio de una comunidad y sacrificarse para que mi vida fuera mejor. Gracias papá, por trabajar incansablemente y educarme principalmente en el respeto, la paciencia, el servicio, la responsabilidad y perseverancia como herramientas claves para que hicieran de mí una persona de bien con actitud de superación.

A mis hermanos Víctor y Gustavo, quienes son mi ejemplo de generosidad, dedicación y por ser mis guías que siempre me comprenden, me escuchan en los momentos en que más los necesito y me brindan su amistad sincera.

A la memoria de mis seres queridos, porque de ellos aprendí a valorar lo maravilloso de la vida y por transmitirme la alegría a pesar de la adversidad; gracias por sus infinitas oraciones.

A Evelyn, por su trabajo y dedicación. Por haberme acompañado en los buenos y malos momentos. A quien admiro por su profundo aprecio a los animales y por tener un gran corazón.

A la familia Franco Rojas, por brindarme la oportunidad de adquirir experiencia profesional antes y durante la realización de este proyecto. Gracias por regalarme de su tiempo, su apoyo, recomendaciones a lo largo de este proceso y por haberme acogido como un miembro más de su familia.

YENI CAROLINA CHAJCAL SARAPUES.

Dedico a:

A Dios, por darme la vida y permitirme cumplir mis sueños. Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñando a construirme como una mejor persona y a valorarte cada día más.

A mi abuelito Jesús que a pesar de que no está conmigo físicamente, se que esta siempre a mi lado protegiéndome y ayudándome en todo momento de mi vida.

A mi madre Bertha y mi padre Hernando, por su amor, por sus valores, paciencia y apoyo incondicional. Me han guiado por el camino del bien y a formarme como una mujer segura de si misma, que a pesar de los tantos contratiempos he salido adelante siempre con gran fortaleza.

A mis hermanas Yesenia y Yamile, por sus buenos consejos, porque siempre he contado con ellas para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido por el apoyo y amistad que nos une.

A mis sobrinos Valeria y Juan José, que son el solcito que le dan luz a los días más oscuros de mi vida y son la inspiración para seguir cumpliendo mis sueños.

A Yeni, mi compañera y amiga, que gracias a su dedicación, constancia y perseverancia, logramos formar un equipo y llegar hasta el final del camino.

A mis amigos Julio Cesar, Fabián y Julián, por compartir momentos maravillosos que nunca se borraran de mi mente, por ser incondicionales y estar siempre en el momento preciso. Los quiero mucho.

A la familia Franco, por su apoyo y colaboración en el desarrollo de esta investigación y por permitir que tuviera una plena realización. Gracias por la experiencia compartida.

EVELYN VALLEJO VANEZAS.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos los más sinceros agradecimientos a:

HUGO HERNÁN FRANCO ROJAS	Biólogo, (c)MSc. Director estación piscícola Pirarucú.
WILMER RENÉ SANGUINO ORTÍZ	Ingeniero en Producción Acuícola. Director Departamento de Recursos Hidrobiológicos Universidad de Nariño.
ALBA LUCY ORTEGA SALAS	Ingeniera en Producción Acuícola. Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño.
PILAR NARVÁEZ ERASO	Zootecnista. Técnica Laboratorio de Bromatología Universidad de Nariño.
HUGO FRANCO – HELENA ROJAS	Gerentes estación piscícola Pirarucú.
ÁLVARO BURBANO MONTENEGRO	Ingeniero en Producción Acuícola, Ms en Ciencias Estadísticas.
GLORIA SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ	Ingeniera en Producción Acuícola, Esp. Técnica Química Laboratorio de Bromatología Universidad de Nariño.
PEDRO CARABALLO	Ms en Biología tropical y recursos naturales.
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Zootecnista, Esp. Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño.

PIEDAD MEJÍA SANTACRUZ	Secretaria del Departamento de Recursos Hidrobiológicos Universidad de Nariño.
OSCAR MEJÍA SANTACRUZ	Auxiliar del Centro de Documentación Especializada del Departamento de Recursos Hidrobiológicos Universidad de Nariño.
IVÁN ANDRÉS SÁNCHEZ ORTÍZ	Ingeniero civil, Ms en recursos hídricos e ingeniería ambiental. Docente Universidad de Nariño
CAMILO GUERRERO ROMERO	Ingeniero en producción acuícola Técnico de laboratorio
ADRIANA MERCEDES ARCE	Ingeniera en producción acuícola
DIEGO MIRAMAC GELPUD	Ingeniero en producción acuícola
FABIAN ROSERO MUÑOZ	Ingeniero en producción acuícola
ANA KAREN LÓPEZ	Arquitecta

Al personal que conforma la Estación Piscícola Pirarucú en convenio con la Universidad de la Amazonia en el departamento del Caquetá, al programa de Ingeniería en Producción Acuícola y a todas las personas que de alguna u otra manera colaboraron en el desarrollo de esta investigación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	21
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	23
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	25
3. OBJETIVOS	26
3.1 Objetivo general	26
3.2 Objetivos específicos	26
4. MARCO TEÓRICO	27
4.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE	27
4.1.1 Biología de la especie	28
4.1.2 Distribución y hábitat	29
4.1.3 Características morfológicas	30
4.1.4 Reproducción	31
4.1.5 Fases de desarrollo	33
4.1.6 Cultivo	35
4.1.7 Alimentación	36
4.1.8 Requerimientos nutricionales	38
4.1.9 Ácido ascórbico	41
4.1.10 El ácido ascórbico como inmunoestimulante	43
4.1.11 Formas de ácido ascórbico	45
4.1.12 Ácido ascórbico en peces y camarones	48
4.1.13 Requerimientos y deficiencias de ácido ascórbico en peces y camarones.	49
4.2 CULTIVO EN JAULAS	54
4.3 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS	56
4.3.1 Temperatura.	56
4.3.2 Transparencia	57
4.8.3 Oxígeno disuelto	57
4.8.4 Alcalinidad y dureza	57
4.8.5 Potencial de Hidrogeniones ó pH	58
4.8.6 Conductividad	58
5. DISEÑO METODOLÓGICO	59
5.1 LOCALIZACIÓN	59
5.2 PERIODO DE ESTUDIO	60
5.3 MATERIAL BIOLÓGICO	60
5.4 INSTALACIONES	60
5.5 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS	61

5.5.1	Materiales	61
5.5.2	Equipos	62
5.5.3	Insumos	63
5.6	PLAN DE MANEJO	64
5.6.1	Extracción de larvas	64
5.6.2	Aclimatación y siembra	65
5.6.3	Entrenamiento alimentario	65
5.6.4	Unidades experimentales	67
5.6.5	Preparación del estanque	69
5.6.6	Adecuación de las jaulas en el estanque	69
5.6.7	Adecuación de malla antipájaros	70
5.6.8	Instalación de malla polisombra	71
5.6.9	Adecuación de la balsa	72
5.6.10	Distribución del material biológico	73
5.6.11	Preparación del alimento	77
5.6.12	Análisis bromatológico	78
5.6.13	Alimentación	78
5.6.14	Profilaxis	79
5.6.15	Limpieza de las jaulas	79
5.6.16	Muestreos	80
5.6.17	Recambios de agua	81
5.6.18	Parámetros físicos y químicos del agua	81
5.7	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	82
5.7.1	Modelo matemático	83
5.7.2	Tratamientos	83
5.7.3	Formulación de hipótesis	84
5.7.4	Variables a evaluar	85
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88
6.1	ANÁLISIS DE PESOS Y TALLAS	88
6.2	INCREMENTO DE PESO	88
6.3	INCREMENTO DE LONGITUD	101
6.4	CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE (CAA)	109
6.5	TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO	114
6.6	SOBREVIVENCIA	119
6.7	PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA	121
6.7.1	Alcalinidad y Dureza total	122
6.7.2	Temperatura	123
6.7.3	Potencial de hidrogeniones – pH	124
6.7.4	Oxígeno disuelto	125
6.7.5	Amonio	125
6.7.6	Análisis de relación beneficio – costo	126

7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
7.1	CONCLUSIONES	130
7.2	RECOMENDACIONES	131
	BIBLIOGRAFIA	133
	ANEXOS	143

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Protocolo de acostumbramiento a dietas secas en arañas	37
Tabla 2. Protocolo de acostumbramiento al cambio de dieta	38
Tabla 3. Requerimientos de Acido ascórbico en peces y camarones	50
Tabla 4. Número de larvas recolectadas por macho incubante de <i>O. bicirrhossum</i>	65
Tabla 5. Cantidad adicionada de ácido ascórbico por Kg de alimento concentrado	77
Tabla 6. Distribución de tratamientos	83
Tabla 7. Distribución aleatoria de las unidades experimentales	84
Tabla 8. Pesos promedios (g) en cada muestreo	89
Tabla 9. Incremento de peso diario, por muestreo (quincenal) y ganancia final	91
Tabla 10. Longitud promedio en cada muestreo	102
Tabla 11. Incremento de longitud diario, por muestreo (quincenal) y ganancia final	104
Tabla 12. Valores de conversión alimenticia aparente	110
Tabla 13. Porcentaje de la tasa de crecimiento específico (TCE)	116
Tabla 14. Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad de los tratamientos	119
Tabla 15. Valores promedio de los parámetros físicos y químicos del agua	122
Tabla 16. Costos totales del ensayo	127
Tabla 17. Cálculo de la relación beneficio costo	128

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Alevinos de Arawana plateada (<i>O. bicirrhosum</i>)	29
Figura 2. Estructura del ácido ascórbico	41
Figura 3. Localización geográfica de la Estación Piscícola de la Granja Santo domingo	59
Figura 4. Estación Piscícola de la Granja Experimental Santo Domingo de la Universidad de la Amazonía	60
Figura 5. Materiales	63
Figura 6. Captura de machos incubantes y extracción de larvas de <i>O. bicirrhosum</i>	64
Figura 7. Suministro de alimento vivo y comercial a larvas de <i>O. bicirrhosum</i>	67
Figura 8. Elaboración de jaulas	68
Figura 9. Instalación de jaulas en el estanque	70
Figura 10. Montaje de malla antipájaros en las jaulas	71
Figura 11. Montaje de malla polisombra sobre las jaulas	72
Figura 12. Adaptación de la balsa	73
Figura 13. Siembra de alevinos de <i>O. bicirrhosum</i> en cada unidad experimental.	74
Figura 14. Vista lateral de las unidades experimentales	75
Figura 15. Vista tridimensional de las unidades experimentales	76
Figura 16. Preparación del alimento	78
Figura 17. Pesaje del alimento	79
Figura 18. Suministro de alimento preparado	79
Figura 19. Cepillado de las jaulas	80
Figura 20. Medición de peso y talla de alevinos de <i>O. bicirrhosum</i> .	81
Figura 21. Toma de parámetros físicos y químicos del agua	82
Figura 22. Curva de crecimiento en peso	90
Figura 23. Comportamiento del incremento de peso por muestreo	92
Figura 24. Ganancia de peso en cada tratamiento	94
Figura 25. Promedios de ganancia de peso para cada nivel de densidad de siembra	95
Figura 26. Promedios de ganancia de peso para cada nivel de ácido ascórbico	98
Figura 27. Interacción de la densidad de siembra con la inclusión de ácido ascórbico en el alimento sobre el incremento de peso final	100

Figura 28. Interacción de la inclusión de ácido ascórbico con la densidad de siembra sobre el incremento de peso final	101
Figura 29. Curva de crecimiento en longitud	103
Figura 30. Comportamiento del incremento de longitud por muestreo	104
Figura 31. Ganancia de longitud	106
Figura 32. Promedios de ganancia de longitud para cada nivel de ácido ascórbico	107
Figura 33. Promedios de ganancia de longitud para cada nivel de densidad de siembra	108
Figura 34. Comportamiento de la conversión alimenticia aparente	110
Figura 35. Conversión alimenticia aparente (CAA)	111
Figura 36. Promedios de conversión alimenticia para cada nivel de ácido ascórbico	112
Figura 37. Promedios de conversión alimenticia para cada nivel de densidad de siembra	113
Figura 38. Interacción del ácido ascórbico con la densidad de siembra sobre la conversión alimenticia	114
Figura 39. Comportamiento de la tasa de crecimiento específico durante el periodo experimental (TCE)	115
Figura 40. Tasa promedio de crecimiento específico	116
Figura 41. Promedios de la tasa de crecimiento específico para cada nivel de ácido ascórbico	117
Figura 42. Promedios de la tasa de crecimiento específico para cada nivel de densidad de siembra	118
Figura 43. Tasa de sobrevivencia	119
Figura 44. Recuperación de heridas	121
Figura 45. Comportamiento de la alcalinidad total durante el estudio	122
Figura 46. Comportamiento de la dureza total durante el periodo de estudio	123
Figura 47. Comportamiento de la temperatura	124
Figura 48. Comportamiento del pH	124
Figura 49. Comportamiento del oxígeno disuelto	125
Figura 50. Comportamiento del amonio	126
Figura 51. Relación beneficio costo por tratamiento	128

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis de suelo	144
Anexo B. Análisis bromatológico del alimento concentrado comercial 45% de proteína + 5% de almidón de yuca	145
Anexo C. Análisis bromatológico del alimento concentrado comercial 45% de proteína suplementado con 500 mg/kg de ácido ascórbico y 5% de almidón de yuca	146
Anexo D. Análisis bromatológico del alimento concentrado comercial 45% de proteína suplementado con 1000 mg/kg de ácido ascórbico y 5% de almidón de yuca	147
Anexo E. Determinación de ácido ascórbico	148
Anexo E. Análisis de varianza para peso inicial según el tratamiento	149
Anexo F. Análisis de varianza para longitud inicial según el tratamiento	149
Anexo G. Análisis de varianza para peso final	150
Anexo H. Análisis de varianza para longitud final	151
Anexo I. Análisis de Varianza para la variable ganancia de peso	152
Anexo J. Contraste múltiple de rangos para la ganancia de peso según la densidad de siembra	153
Anexo K. Análisis de Varianza para la variable ganancia de longitud	154
Anexo L. Análisis de Varianza para la variable conversión alimenticia aparente	155
Anexo M. Contraste múltiple de rangos para la conversión alimenticia según la inclusión de ácido ascórbico	156
Anexo N. Contraste múltiple de rangos para la conversión alimenticia según la densidad de siembra	157
Anexo O. Análisis de Varianza para la variable tasa de crecimiento específico	158
Anexo P. Prueba de Brand Snedecor para sobrevivencia de densidad de siembra 1 pez/5 L	159
Anexo Q. Prueba de Brand Snedecor para sobrevivencia de densidad de siembra 1 pez/15 L	160

GLOSARIO

ÁCIDO ASCÓRBICO: nutriente que posee muchas propiedades pero entre las que se destacan su efecto antioxidante y el fortalecimiento del sistema inmunológico. Los peces y crustáceos no pueden sintetizarla; por lo tanto, son totalmente dependientes del adecuado aporte dietario que pueda realizarse de esta vitamina.

ALEVINO DE ARAWANA: fase de vida que se inicia cuando los individuos han absorbido el saco vitelino y alcanzan una talla promedio de 7,0 cm.

ALMIDÓN: polisacárido de reserva alimenticia almacenado en las plantas, constituido por amilosa y amilopectina.

DENSIDAD DE SIEMBRA: es la relación del número de peces con la superficie o volumen de agua. Está determinada por las características físico – químicas del agua y por los requerimientos de la especie a cultivar.

ECLOSIÓN: momento en el cual la larva abandona el huevo o corión en el que se desarrolló, rompiendo éste y saliendo hacia el medio exterior

ENTRENAMIENTO ALIMENTARIO: es una técnica que se utiliza para que los individuos de Arawana plateada se adapten al consumo de alimento artificial durante las primeras etapas de vida.

INCUBACIÓN BUCAL: es el proceso de incubación que responde a un comportamiento con la progenie. Consiste en el acarreo de los huevos por parte de los padres dentro de la boca o de una bolsa faríngea, hasta el momento de la eclosión o incluso mucho tiempo después.

LARVA DE ARAWANA: nombre que recibe la Arawana plateada cuando aun posee reservas vitelinas.

SACO VITELINO: estructura que almacena los nutrientes que sirven para la alimentación endógena de las larvas.

RESUMEN

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo entre los meses de Febrero a Agosto de 2010, en la Granja Experimental de la Universidad de la Amazonia en convenio con la Piscícola Pirarucú, departamento del Caquetá. El objetivo del estudio consistió en evaluar variables en cuanto al incremento de peso y talla, conversión alimenticia aparente, tasa de crecimiento específico y sobrevivencia de acuerdo al efecto de la densidad de siembra y adición de ácido ascórbico en el alimento comercial (45% PB), en la fase de levante de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) cultivada en jaulas de 120 L de capacidad.

Se estudiaron 396 alevinos, con un peso promedio de $16,73 \pm 7,15$ g, una longitud total promedio de $15,38 \pm 2,17$ cm y edad de 60 días aproximadamente. Se utilizó un diseño factorial 3^2 , conformado por dos factores de estudio: densidad de siembra e inclusión de ácido ascórbico en el alimento, cada uno de estos con tres niveles; la combinación de los niveles de los factores conformaron los tratamientos y a la vez cada uno de estos se evaluaron con tres replicas. Los tratamientos se ordenaron de la siguiente forma:

- T1: 1 pez / 5 L + 0 mg de Vitamina C / Kg de alimento.
- T2: 1 pez / 10 L + 500 mg de Vitamina C / Kg de alimento.
- T3: 1 pez / 15 L + 1000 mg de Vitamina C / Kg de alimento.
- T4: 1 pez / 5L + 500 mg de Vitamina C / Kg de alimento.
- T5: 1 pez / 10 L + 1000 mg de Vitamina C / Kg de alimento.
- T6: 1 pez / 15 L + 0 mg de Vitamina C / Kg de alimento.
- T7: 1 pez / 5 L + 1000 mg de Vitamina C / Kg de alimento.
- T8: 1 pez / 10 L + 0 mg de Vitamina C / Kg de alimento.
- T9: 1 pez / 15 L + 500 mg de Vitamina C / Kg de alimento.

Las variables establecidas, se estudiaron mediante un análisis de varianza del diseño factorial, confiabilidad del 95%; en aquellas variables que hubo diferencias estadísticas significativas se aplicó la prueba de contraste múltiple de Tukey.

Los resultados para la variable incremento de peso mostraron que la densidad de siembra tiene un efecto estadísticamente significativo, asimismo, la prueba de contraste múltiple de Tukey, estableció diferencias significativas entre la densidad de 1pez/5L y 1pez/10L, en tanto que, la densidad de 1pez/10L y 1pez/15L fueron iguales e indicaron los mejores promedios para la ganancia de peso, con 31,83 y 29,83 g respectivamente.

La variable incremento de longitud y tasa de crecimiento específico (TCE) no presentaron diferencias estadísticas con relación a los factores ni la interacción entre estos. En cuanto a la conversión alimenticia aparente, se demostró que la inclusión de ácido ascórbico y la densidad de siembra tienen efecto estadístico significativo ($p < 0,05$). Además, Tukey, determinó que los promedios de los tratamientos sin adición de vitamina con relación a los de 500 mg y 1.000 mg/kg son significativamente diferentes; de este modo, los promedios de 500 mg y 1.000 mg/kg son estadísticamente iguales y presentaron los mejores promedios de conversión alimenticia con 1,55 para 1.000 mg/kg y 1,60 para 500 mg/kg.

Asimismo, a una confiabilidad del 95% la prueba de Tukey estableció diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos de 1pez/5L y 1pez/10L y determinó, que los promedios de la densidad de 1pez/10 L obtuvo la mejor conversión con un valor de 1,50.

Los porcentajes de sobrevivencia obtenidos por cada tratamiento fueron: T1: 88,89%, T2: 100%, T3: 91,67%, T4: 97,22%, T5: 100%, T6: 87,50%, T7: 98,61%, T8: 100% y T9: 100%. Mediante la prueba de Brand Snedecor, se precisó diferencias estadísticas entre los tratamientos T1, T4 y T7; siendo los mejores aquellos que incluyeron ácido ascórbico en la dieta. Para los demás, no se demostró diferencias significativas, sin embargo el T1 y T6 presentaron mayor mortalidad.

Referente al análisis de relación beneficio costo, se registraron los mejores valores en el T7 con 3,64 y el T4 con 3,59.

ABSTRACT

The development of this research was carried out between February and August 2010, at the Experimental Farm of the University of the Amazon in agreement with the Fish Pirarucú, department of Caquetá. The aim of this study was to evaluate variables in terms of increasing weight and size, apparent feed conversion, specific growth rate and survival according to the effect of stocking density and addition of ascorbic acid in commercial food (45% CP) at the stage of release of silver Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) cultured in cages of 120 L capacity.

396 fingerlings were studied, with an average weight of 16.73 ± 7.15 g, average total length of 15.38 ± 2.17 cm and approximately 60 days old. We used a 3^2 factorial design, consisting of two study factors: stocking density and inclusion of ascorbic acid in the food, each of these three levels, the combination of the levels of two factors shaped treatments, yet each of these were tested with three replicates. Treatments were arranged as follows:

- T1: 1fish/ 5L + 0mg vitamin C/kg of food.
- T2: 1fish/10L + 500 mg vitamin C/kg of food.
- T3: 1fish/15L + 1000 mg vitamin C/kg of food.
- T4: 1 fish/5L + 500 mg vitamin C/kg of food.
- T5: 1fish/10L + 1000 mg vitamin C/kg of food.
- T6: 1fish/15L + 0 mg vitamin C/kg of food.
- T7: 1fish/ 5L + 1000 mg vitamin C/kg of food.
- T8: 1fish/10L + 0 mg vitamin C/kg of food.
- T9: 1fish/15L + 500 mg vitamin C/kg of food.

Set variables were evaluated by analysis of variance factorial design, reliability of 95% on those variables that showed statistically significant differences test was used Tukey's multiple contrast.

The results for the variable weight gain showed that plant density has a statistically significant effect so the multiple contrast test of Tukey, established significant differences between the density 1fish/10L and 1fish/5L, while the density 1fish/15L and 1fish/10L were similar and indicated the best averages for weight gain, with 31.83 and 29.83 g respectively.

The variable length increment and specific growth rate (TCE) showed no statistical differences regarding the factors and interaction between them. Regarding the apparent feed conversion, it was shown that the inclusion of ascorbic acid and

planting density have statistically significant effect ($p < 0.05$). In addition, Tukey determined that the averages of the treatments without added vitamin with 500 mg and 1,000 mg / kg are significantly different, thus the average of 500 mg and 1,000 mg / kg were statistically similar and showed the best average feed conversion at 1.55 to 1,000 mg / kg and 1.60 to 500 mg / kg.

In addition, a reliability of 95% Tukey test established significant differences between the averages of treatments and 1fish/10L and 1fish/5L determined that the average density 1pez/10L had the best conversion value 1.50.

The survival rates obtained for each treatment were: T1: 88.89%, T2: 100%, T3: 91.67%, T4: 97.22%, T5: 100% T6: 87.50%, T7: 98.61%, T8, T9 100% and 100%. By Brand Snedecor test, it was stated statistical differences between T1, T4 and T7, were the best those included ascorbic acid in the diet. For others, it was not shown significant differences, however, the T1 and T6 had higher mortality.

Concerning the cost benefit analysis, we recorded the best values in the T7 to T4 with 3.64 and 3.59.

INTRODUCCIÓN

La amazonia colombiana cuenta con una gran diversidad de fuentes hídricas que generan oportunidades para el desarrollo de alternativas sostenibles que procuran la conservación de diferentes recursos ícticos, lo cual es una prioridad frente al deterioro de sus hábitats naturales. La Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*), es una especie ornamental cuyas larvas y alevinos son productos altamente apetecidos tanto en el mercado nacional como internacional, su explotación es altamente deficiente al no existir un manejo racional, ya que las artes de pesca utilizadas en dicho ejercicio por lo general involucran el sacrificio de los parentales y esto asociado con el inadecuado manejo de las larvas en los centros de acopio, hace que se genere altas mortalidades.

El Instituto Colombiano Agropecuario¹ afirma que las principales especies ornamentales con mayor flujo de exportación son los Cardenales (*Paracheirodon axelrodi*), Otocinco (*Otocinclus affinis*), Corydora meta (*Corydoras metae*) y Arawanas (*Osteoglossum bicirrhosum* y *O. ferreirae*) entre otros, y las zonas del país en donde se capturan dichas especies ornamentales son la Orinoquía y Amazonía. Sin embargo el INCODER², afirma que en el 2007 se movilizaron 2.158.077 peces ornamentales, de 38 especies que pertenecen a 15 familias, entre las especies más típicas de la zona está la Arawana plateada que representó el 25% de las capturas (300.000 larvas), que se exporta principalmente a países Asiáticos. Según Rodríguez, *et al.*³, esta especie representa el 29% (1.700.000 unidades al año) del total de peces ornamentales exportados en este país.

¹ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Exigencias sanitarias para asegurar la exportación de peces ornamentales - Pesca y Acuicultura. Colombia. 2010. p. 1. Disponible en internet: <URL: <http://www.ica.gov.co/Noticias/Pesca-y-Acuicultura/2010/Exigencias-sanitarias-para-asegurar-la-exportacion.aspx>>.

² PESCA Y ACUICULTURA. Colombia. 2007. p.108. Disponible en Internet: <URL: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/20081028112328_Informe_final_pesca_acuicultura_2007.pdf>.

³ RODRIGUEZ, C.M; LANDINES, M.A; ALONSO, J.C. Aportes al manejo en cautiverio post-captura de alevinos de Arawana *Osteoglossum bicirrhosum* evaluando biomasa inicial de siembra. En: memorias V Seminario Internacional de Acuicultura. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2005. p. 114.

Además, para esta especie “se ha definido una cuota para el año 2010 de 465.700 unidades”⁴.

De la misma manera, “el precio de venta en el comercio internacional, puede oscilar entre US \$ 8,0 a 12”⁵, mientras que Brown⁶, asegura que la arawana plateada de América del Sur cuando recién han eclosionado las larvas tienen un costo de U\$ 10 y los adultos sanos alcanzan un costo de U\$ 250 en el sudeste asiático y Mancera *et al*⁷, sostienen que los precios de venta de los ejemplares de arawana en el exterior alcanzan precios entre los U\$ 100 a 500.

Esto indica, que la gran demanda de esta especie requiere de nuevas e innovadoras tecnologías de manejo, que mejoren el potencial productivo y contribuya a reducir su impacto ecológico a través del aporte al mejoramiento en las técnicas de levante de juveniles de *O bicirrhosum*.

Esta investigación pretende implementar tecnologías de optimización en el manejo y el cultivo de esta especie, a través de dietas con inclusión de ácido ascórbico y la evaluación del efecto de la densidad de siembra, de manera que garantice alta sobrevivencia, buen rendimiento en el crecimiento de los alevinos y asegure un uso racional, lícito, que potencialicen los beneficios de la comercialización y competitividad, ayudando a preservar el equilibrio ecológico de la especie.

⁴ INSTITUTO COLOMBIANO DE DESARROLLO RURAL. Administración y control de los recursos pesqueros y de la Acuicultura a nivel nacional. Colombia. p. 25. (Citado Noviembre de 2010). Disponible en Internet: <URL: http://spi.dnp.gov.co/App_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/0036000120000.pdf>

⁵ ARGUEMDO TRILLERAS, Eric. Arawanas, manual para la cría comercial en cautiverio. Florencia, Colombia: FPAA y ACUICA. 2005, p. 43.

⁶ BROWN, Christopher. Raising the Silver Arowana (*Osteoglossum bicirrhosum*). Hawaii: Center for Tropical and Subtropical Aquaculture Publication No. 117, p. 1. (Citado 20 de noviembre de 2010). Disponible en internet: <URL http://www.ctsa.org/upload/publication/CTSA_11763168120_2672460333.pdf>

⁷ MANCERA, N y ÁLVAREZ, L. Comercio de peces ornamentales en Colombia. En: Acta biológica colombiana. Bogotá, Colombia: Vol. 13, N.1, 2008. p. 39. Disponible en internet: <URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n1/v13n1a2.pdf>>

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años el comercio de peces ornamentales se ha convertido en una actividad importante para la economía colombiana, especialmente la Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*), porque es muy apreciada en el mercado nacional pero mayormente en el internacional; a tal punto que esta situación ha conllevado a una sobre explotación de la especie, debido a que la mayoría de los animales exportados corresponde a peces capturados del medio natural, ya que en Colombia no se ha desarrollado técnicas optimas que generen una mayor producción en cautiverio; dicha situación se atribuye a la decapitación o arponeo de los machos incubantes para extraer de su boca las larvas, ocasionándoles la muerte, por lo que se la considera según el Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia, citado por el Sistema de Información de Pesca y Acuicultura⁸, como una especie vulnerable (VU).

De acuerdo con Landines⁹, en los últimos años el aprovechamiento y el comercio de peces ornamentales se han convertido en actividades importantes para la economía colombiana, a tal punto que el país es uno de los principales exportadores de Suramérica, alcanzando cifras cercanas a los 7 millones de dólares, representados en cerca de 25 millones de individuos comercializados anualmente.

Es así como “los ejemplares de Arawana plateada son comercializados en la fase de larva y alevino, al mercado internacional desde Perú, Colombia y Brasil principalmente a Estados Unidos y Asia”¹⁰.

⁸ SISTEMA DE INFORMACION DE PESCA Y ACUICULTURA. Captura y comercialización de la arawana. Bogotá, Colombia. 2009. p. 2. Disponible en internet: URL: http://www.cci.org.co/cci/cci_x/datos/BoletinesIncoder/Mensual/BolMay2009.pdf

⁹ LANDINES, Miguel Ángel; SANABRIA, Ana Isabel; DAZA, Victoria. Producción de peces ornamentales en Colombia. Bogotá. Colombia: Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. 2007. p. 7. Disponible en internet, URL: http://www.docentes.unal.edu.co/malandinezp/docs/Produccion_peces_ornamentales.pdf.

¹⁰ TANG, Miguel. Plan de manejo de recursos pesquero. Iquitos, Perú: Junglevagt for Amazona. 2002. p. 14. Disponible en internet, URL <http://www.ibcperu.nuxit.net/doc/isis/7128.pdf>.

Además, Sánchez y Alonso citados por Agudelo *et al.*¹¹, afirman que la demanda a nivel internacional se concentra en dos etapas de su desarrollo, en un 93% en la fase de alevino (individuos menores de 10 cm) y un 7% en los juveniles (individuos de 10 a 20 cm). Sin embargo el Sistema de información de pesca y acuicultura¹² reporta que se comercializa en fase de “baby” en tallas entre 4 a 6 cm y las “volantonas” con tallas de 12 a 15 cm.

Por otra parte, Prada y Aguilar citados por Agudelo *et al.*¹³, manifiestan que la biología, reproducción y alimentación de *O. bicirrhosum*, es tema de investigadores lo que lleva a la necesidad de adelantar estudios con el fin de integrar información para establecer un protocolo de manejo en el cultivo de esta especie bajo condiciones controladas de cautiverio, garantizando una producción sostenible de tal forma que “los altos precios actuales se mantengan gracias a certificaciones o sellos verdes, que evidencien el adecuado manejo de la especie con fines comerciales”¹⁴;

Por tal razón, es de gran importancia implementar una tecnología de manejo, que presente varias alternativas en el cultivo de dicha especie, que proporcione una mejor producción sostenible y al mismo tiempo de conservación, obteniendo resultados exitosos sin la necesidad de destruir y acabar con las poblaciones naturales, generando al mismo tiempo una excelente rentabilidad.

¹¹ AGUDELO ZAMORA, H. D; LÓPEZ MACIAS, J. N. y SÁNCHEZ PÁEZ, C. L. Hábitos alimentarios de la Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum* Vandelli, 1829) (Pisces: Osteoglossidae) en el alto río Putumayo, área del Parque nacional natural la Paya. En: Revista electrónica de ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Vol. 3, Año, 3, (mayo, 2007). p. 1.

¹² SISTEMA DE INFORMACION DE PESCA Y ACUICULTURA. Op cit., p. 1.

¹³ AGUDELO, et al., Op., cit. p. 1

¹⁴ AGUDELO, E.; SANCHEZ, C. L.; ACOSTA, L. E.; MAZORRA, A.; ALONSO, J. C.; MOYA, L. A. y MORI, L. A. La pesca y la acuicultura en la frontera Colombo - Peruana del río putumayo. En: Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza Colombo – Peruana del río Putumayo. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI e Instituto Nacional de Desarrollo del Perú- INADE. 2006. p. 73. Disponible en internet <URL, http://www.sinchi.org.co/uploads/pesca_binacional.pdf>

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de la densidad de siembra y la inclusión de ácido ascórbico en el alimento, sobre las variables incremento de peso y talla, conversión alimenticia aparente, tasa de crecimiento específico y sobrevivencia en la fase de levante de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*), cultivada en jaulas?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la densidad de siembra y la inclusión de ácido ascórbico en un alimento comercial (45% PB) durante la fase de levante de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*), cultivada en jaulas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el incremento de peso, talla y tasa de crecimiento específico para cada uno de los tratamientos.
- Calcular la conversión alimenticia aparente para cada uno de los tratamientos.
- Establecer la sobrevivencia en los diferentes tratamientos.
- Realizar el análisis de beneficio - costo para cada tratamiento.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE

Según Argumedo¹⁵, la familia Osteoglossidae a la cual pertenece la Arawana plateada se divide en tres subfamilias: Arapaiminae dentro de la que se encuentra el *Arapaima* gigas; la subfamilia Osteoglosinae conformada por las dos especies de Arawanas suramericanas: *O. bicirrhosum* y *O. ferreirae* y la subfamilia Heterotinae que agrupa a dos géneros y cuatro especies que son *Heterotis niloticus*, *Escleropages jardini*, *Escleropages leichardt* y *Escleropages formosus* conocida como la Arawana asiática.

Además, Aragao y Ferraris citados por Santos, *et al.*,¹⁶ afirman que la diferencia entre la subfamilia Arapaiminae y Osteoglosinae se debe a la presencia de pequeños barbicelos en la extremidad del maxilar inferior, la forma del cuerpo y la posición de la boca.

Argumedo manifiesta que “en la Amazonía colombiana, la Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) es una de las especies ícticas más promisorias debido a que es un pez de consumo en la región y de gran importancia ornamental”¹⁷. De acuerdo con Landines, *et al.*¹⁸, esta especie tiene un alto valor comercial por ser considerada un “pez dragón” suramericano, característica que le ha hecho ganar gran prestigio en los acuarios del mundo entero, especialmente en los países orientales. Pues Argumedo¹⁹ afirma que las adoptan como mascotas debido a factores culturales en el sentido que las convierte en amuletos de buena suerte, portadores de progreso y bienestar para quienes la conservan.

En consecuencia, se ha generado una gran sobrepesca de esta especie, afectando la abundancia de las poblaciones naturales. Ante esta situación, El

¹⁵ ARGUMEDO. Op., cit. p. 16-17.

¹⁶ SANTOS, Geraldo; FERREIRA, Efre y ZUANON, Jansen. Peixes comerciais de Manaus. Manaus, Brasil: Ibama/AM, ProVárzea, 2006. p. 22. Disponible en internet, <URL: <http://www.ibcperu.org/doc/isis/6462.pdf>

¹⁷ ARGUMEDO. Op., cit. p. 17.

¹⁸ LANDINES, M.; URUEÑA, F. y RODRÍGUEZ. L. Arawanas. En: Producción de peces ornamentales en Colombia. Bogotá: Produmedios, 2007, p. 9.

¹⁹ ARGUMEDO. Op., cit. p. 43.

Catálogo de la biodiversidad en Colombia²⁰ la ubica en el libro rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN) como una especie vulnerable (VU) debido a que enfrenta un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo. La única medida reglamentaria tomada ante esta situación, ha sido el dictamen de los periodos de veda tal como describen Mancera y Álvarez²¹, el periodo de veda según el acuerdo 018 del 04 de octubre de 1996 y acuerdo 005 del 28 de enero de 1997 (INPA), rige durante el primero de septiembre al quince de noviembre en el río Amazonas y del primero de noviembre al quince de marzo en los ríos Caquetá, Putumayo y tributarios; en los cuales se prohíbe la captura, almacenamiento, comercialización y transporte. No obstante, Argumedo²² manifiesta que este mecanismo de control es insuficiente, puesto que no es posible realizar una vigilancia permanente en la totalidad del territorio que abarca el hábitat de la especie.

4.1.1 Biología de la especie. Entre las características biológicas de la especie se describen las siguientes:

❖ **Ubicación taxonómica.** Según Axelrod citado por Werner y Coward²³, la ubicación taxonómica de la arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) es:

Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Superclase: Gnathostomata
Clase: Osteichthyes
Orden: Osteoglossiformes
Familia: Osteoglossidae
Subfamilia: Osteoglossinae

²⁰ CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD EN COLOMBIA. *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829). Colombia. p.1. (Citado diciembre de 2010). <Disponible en Internet: URL: <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do;jsessionid=3F14426A5FA39119A17E0E9EAB1CB018?idBuscar=539&method=displayAAT>>.

²¹ MANCERA, N. y ÁLVAREZ R. L. Op., cit. p. 31

²² ARGUMEDO. Op., cit. p. 42.

²³ WERNER, Ross and COWARD, Richard. Impact assessment on import of silver Arawana into Australia: chapter 2. Queensland, Australia: Department for the environment and heritage for amendment of the list of specimens suitable for live import, 2006. Disponible en internet, <URL: <http://www.environment.gov.au/biodiversity/tradeuse/invitecomment/pubs/osteoglossumbicirrhosum.pdf>>

Género: Osteoglossum
Especie: bicirrhosum

Figura 1. Alevinos de Arawana plateada (*O. bicirrhosum*)



❖ **Comportamiento.** Según Ortiz e Iannacone,²⁴ la especie tiene un comportamiento gregario que la hace muy sociable y dócil. Además, tiene gran habilidad en saltar fuera del agua para capturar las presas.

4.1.2 Distribución y hábitat. Tang²⁵, asegura que la especie se distribuye en estado nativo por el norte de Suramérica, en la cuenca del río Amazonas, abarcando los países de Perú, Brasil, Colombia y Guyana Francesa.

En Colombia “se encuentra en la cuenca amazónica, como en Leticia, río Putumayo y río Caquetá”²⁶, sin embargo, “algunos autores mencionan que se han encontrado ejemplares en zonas de los ríos Vichada, Tomo y Vita, pertenecientes a la Orinoquía”²⁷.

²⁴ ORTIZ, Noe e IANNACONE, José. Estado actual de los peces ornamentales amazónicos del Perú que presentan mayor demanda de exportación. En: Biologist. Lima, Perú. Vol. 6, N°1, 2008, p. 57. Disponible en internet, URL http://www.asefim.org/fotos/PDF/2008_61_09.pdf.

²⁵ TANG., Op. Cit., p. 14.

²⁶ ARGUEMDO., Op. Cit., p. 17.

²⁷ LANDINES, *et al.*, Arawanas, Op cit., p. 9.

Según el Catálogo de la Biodiversidad de Colombia,²⁸ la arawana plateada habita en las aguas negras y blancas de los ambientes lagunares de la Amazonia, Orinoquía y Guayana, aunque en estas últimas es rara. Vive muy cerca a las orillas y en las regiones más superficiales de los lagos y lagunas.

Igualmente, Argumedo²⁹, sostiene que esta especie habita el sustrato superior de la columna de agua, en zonas de aguas tranquilas como las lagunas y terrenos inundables, ricos en material vegetal como raíces y troncos, las cuales les proveen un refugio ideal ante sus posibles predadores. Suelen frecuentar las orillas y zonas donde hay abundante vegetación en busca de insectos.

Por otra parte, Saint-Paul *et al* citados por Da Silva, *et al.*,³⁰ afirman que la diferencia en la distribución de las especies *O. bicirrhosum* y *ferreirae* está asociada con el tipo de agua donde habitan, *O bicirrhosum* habita en aguas alcalinas un poco neutras, mientras que *O ferreirae* habita en aguas negras muy acidas.

4.1.3 Características morfológicas. De acuerdo con Pelegrini, *et al.*³¹, la especie puede alcanzar 1,0 m de longitud total y 3,0 kg de peso corporal y Landines, *et al.*³², afirman que estos peces son muy antiguos cuya característica principal es poseer lengua ósea, además afirman que los peces jóvenes son de color verde amarillento y los adultos de color plateado.

Según, Kanazawa citado por Ortiz e Iannacone³³, el cuerpo es comprimido lateralmente y de forma alargada, con la boca dirigida hacia arriba, mandíbula

²⁸ CATÁLOGO DE LA BIODIVERSIDAD DE COLOMBIA. Op cit., p.1.

²⁹ ARGUMEDO, Op cit., p. 11

³⁰ DA SILVA, Themis de Jesús; HRBEK, Tomas y FARIAS, Izeni. Microsatellite markers for the silver arowana (*Osteoglossum bicirrhosum*, Osteoglossidae, Osteoglossiformes). Journal compilation. Blackwell Publishing . 2009. p. 1.

³¹ PELEGRINI, Larissa Sbeghen; GOMES, Ana Lúcia; DE OLIVEIRA MALTA, José Celso y ALVES, Francimara. Descriptores quantitativos das infracomunidades parasitas do trato digestório de *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) da Amazônia Central (Brasil). En: IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. Brasil: CIVA, 2006, p. 640. Disponible en internet, URL <http://www.revistaaquatic.com/civa2006/coms/completo.asp?cod=207>

³² LANDINES, *et al.*, Arawanas, Op cit., p. 10.

³³ ORTIZ, Noe e IANNACONE, José. Op cit., p. 57.

inferior más larga que la superior, posee grandes escamas y barbillones en el labio inferior. Respecto a estos últimos, Landines *et al.*,³⁴ manifiestan que son utilizados para generar un buen flujo de agua hacia la boca en aguas con deficiente nivel de oxígeno. La boca presenta unos pliegues que le permiten abrir ampliamente a la hora de capturar presas grandes o en los machos cuando se lleva a cabo el cuidado parental.

Adicionalmente, “La arawana plateada es un pez de escamas que tiene como característica importante el gran tamaño de su aleta anal, ocupando casi el 50% de la longitud del individuo. Posee boca grande e inclinada con dientes pequeños y filosos en las mandíbulas”³⁵.

4.1.4 Reproducción. Según Maupin citado por el convenio Andrés Bello³⁶ se reporta su reproducción por primera vez en 1966 en un tanque de 360 galones con una producción aproximada de 150 huevos.

Argumedo³⁷, sostiene que las arawanas tienen reproducción bisexual característica por el desarrollo de espermatozoides y óvulos en individuos masculinos y femeninos separados. Para Landines *et al.*,³⁸ esta especie no posee dimorfismo sexual evidente, sin embargo es posible distinguir machos de hembras en época de apareamiento; Las principales diferencias se encuentran en la cavidad bucal cuya capacidad es mayor en los machos y un leve abultamiento del abdomen en las hembras.

Asimismo, la especie presenta fertilización, desarrollo embrionario externo y cuidado parental por parte del macho, características asociadas al poco número de óvulos producidos por la hembra.

³⁴ LANDINES, *et al.*, Producción de peces ornamentales en Colombia, Op cit., p. 12.

³⁵ Ibid., p. 14.

³⁶ CONVENIO ANDRÉS BELLO. *Osteoglossum bicirrhosum*. Bogotá, Colombia: Sistemas de Información-BIOFAUNA. (citado enero de 2010), p. 13. Disponible en internet, <URL:http://www.convenioandresbello.org/cab3/sibd4/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=58>.

³⁷ ARGUMEDO., Op cit., p. 27.

³⁸ LANDINES, *et al.*, Producción de peces ornamentales en Colombia, Op cit., p. 13.

Según Cala citado por Rojas³⁹ el número de óvulos oscila de 100 a 350 óvulos; además “únicamente es funcional la gónada izquierda pudiendo existir vestigios de la derecha”⁴⁰.

Según Argumedo,⁴¹ dicha especie inicia la reproducción en la temporada de inicio de inundaciones cuando ha alcanzado entre 50 y 60 cm de longitud total y un peso de 800 a 900 g, correspondiente a los 20 y 22 meses de cultivo.

❖ **Selección de parentales.** Landines *et al.*,⁴² manifiesta que es preferible que los reproductores sean individuos levantados en cautiverio, ya que adultos extraídos del medio inhiben su reproducción a causa del estrés.

❖ **Comportamiento reproductivo.** Landines *et al.*,⁴³ afirma que una vez han alcanzado la maduración establecen parejas reproductivas, las cuales realizan su cortejo; que consiste en que el macho persigue a la hembra y viceversa nadando en círculos desde la superficie hasta el fondo del estanque para nuevamente regresar arriba.

Asimismo para el desove, los individuos buscan un lugar en el fondo de aproximadamente 25 cm en donde la hembra desova, entre 100 y 300 óvulos, los cuales son fertilizados por el macho, quien los toma posteriormente en su boca para iniciar el proceso de incubación.

❖ **Manejo reproductivo.** Argumedo,⁴⁴ establece que los estímulos medioambientales tienen gran incidencia en el proceso de maduración gonadal y reproducción en cautiverio; por lo que los estanques deben estar diseñados con las exigencias reproductivas de esta especie.

³⁹ ROJAS, Gloria. Plan de manejo de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” en la Cuenca Yanayacu Pucate, reserva nacional Pacaya Samiria. Iquitos, Perú: ProNaturaleza. (citado febrero 12 de 2009), p. 12. Disponible en internet, <http://www.environment.gov.au/biodiversity/trade-use/invitecomment/pubs/osteoglossum-bicirrhosum.pdf>

⁴⁰ ARGUMEDO., Op cit., p. 27.

⁴¹ Ibid., p. 29.

⁴² LANDINES, *et al.*, Producción de peces ornamentales en Colombia, Op cit., p. 17.

⁴³ Ibid., p.18.

⁴⁴ ARGUMEDO., Op cit., p. 87.

Landines *et al.*,⁴⁵ sustenta que los ejemplares seleccionados deben ser colocados en estanques en tierra a una densidad de 1 individuo cada 10 m² y a relación de una hembra por un macho (1:1). Los reproductores deben manipularse lo menos posible, preferiblemente sólo deben ser capturados en el momento de la recolección de las larvas, proceso que generalmente se realiza dos veces por año, esto con el fin de evitar la inhibición de la reproducción por estrés o la pérdida de reproductores por traumatismos.

❖ **Pesca de machos incubantes y captura de larvas.** Según Landines *et al.*,⁴⁶ para la captura de larvas es necesario identificar a los machos incubantes que son los que generalmente se aíslan del grupo, tienden a frecuentar las zonas más pobladas de vegetación, las orillas del estanque y el área del desagüe, caracterizándose por una disminución en su actividad natatoria; los machos incubantes no consumen alimento durante este proceso, igualmente se puede observar un aumento considerable de la región bucal, con una coloración rojiza pálida.

Asimismo, identificados los machos incubantes, se procede a capturarlos para recolectar las larvas. Es necesario bajar el nivel del estanque a aproximadamente 50 cm. La pesca de las crías se debe realizar a dos chinchorros: El primero con un ojo de malla de aproximadamente 5 cm que servirá para capturar los reproductores, un segundo grupo irá dos metros detrás de la primera malla con un chinchorro fino de no más de 0,5 cm de ojo de malla, el cual recogerá larvas que probablemente fueron liberadas durante el proceso de pesca.

Finalmente, es necesario revisar los machos antes de recogerlos con el chinchorro, depositando las crías en recipientes para el posterior transporte.

4.1.5 Fases de desarrollo. Cala citado por Gómez⁴⁷, describe que la fecundación de las ovas es externa y una vez fecundados, el macho recoge los huevos y los mantiene en la boca, donde son albergados en condiciones necesarias para su desarrollo. En compensación con el bajo número de alevinos producidos, el cuidado parental incrementa sus probabilidades de sobrevivencia.

⁴⁵ LANDINES, *et al.*, Producción de peces ornamentales en Colombia, Op cit., p. 18.

⁴⁶ *Ibid.*, p. 18-20.

⁴⁷ GÓMEZ NORIEGA, Jorge. Plan de manejo de *Osteoglossum bicirrhosum* "Arahuana". Perú: ProNaturaleza.2007. p. 49. Disponible en internet, URL: <http://www.pronaturaleza.org/pdf/plandemanejoarahuana.pdf>

El mismo autor determina los siguientes estadios larvales:

Estadio larvario 1. En esta fase, las larvas son transparentes, miden aproximadamente 1,5 cm de longitud, el saco vitelino representa el 80% de su peso total. Carecen de movimiento y no son capaces de flotar ni nadar.

Estadio larvario 2. Las larvas muestran pigmentación, mide aproximadamente 2,5 cm de longitud, el saco vitelino representa el 50% de su peso total; pueden flotar y nadar por pequeños periodos de tiempo.

Estadio larvario 3. La pigmentación es distintiva a la altura de las aletas laterales, mide aproximadamente 4 cm de longitud, el saco vitelino representa el 20% de su peso corporal y las larvas ya pueden nadar y flotar.

Alevino. Denominado también “volador”. Son individuos con características similares a la larva 3, pero sin presencia del saco vitelino. Tienen pigmentación más notoria y miden aproximadamente 5 cm de largo.

❖ **Fase de levante.** Argumedo⁴⁸, manifiesta que esta fase inicia cuando la larva alcanza una talla media de 64 a 74 mm, un peso promedio de 1,4 g y ha reabsorbido gran parte del saco vitelino. Brown⁴⁹, afirma que a medida que la larva va reabsorbiendo su saco vitelino empieza a salir de la boca del padre para consumir alimento disponible en el estanque.

Para Argumedo,⁵⁰ la siembra de los alevines requiere de una previa adecuación y preparación del estanque (encalado y abonamiento), y de las medidas que se tome en cuanto a los depredadores como aves, peces y odonatas, porque la presencia de estos individuos, puede significar grandes pérdidas de juveniles levantados en cautiverio.

Además, se debe tener un control de la calidad de agua puesto que la estabilidad de los parámetros físicos y químicos es determinante en la supervivencia y en la velocidad de crecimiento.

⁴⁸ ARGUEMDO., Op cit., p. 65.

⁴⁹ BROWN, C. Op cit., p.2.

⁵⁰ ARGUMEDO., Op cit., p. 68.

De acuerdo con Landines *et al.*,⁵¹ las larvas cuando son mantenidas en acuarios o en tanques plásticos presentan un adecuado desarrollo y supervivencia; no obstante es necesario que el agua posea un pH ligeramente ácido de 6,7 y una temperatura entre 26 y 28°C, la columna de agua no debe superar los 10 cm; debido a su comportamiento gregario, es necesario mantenerlas en grupos superiores a 20 individuos, además, evitar la manipulación excesiva, usar nasas tupidas en lo posible de nylon, aplicar un adecuado protocolo de alimentación que garantice que la transición de alimento vivo a balanceado no sea tan traumática y controlar diariamente la concentración de amoníaco y nitritos.

4.1.6 Cultivo. Según Castro y Santamaria citado por el Convenio Andrés Bello⁵² la Arawana plateada soporta muy bien las condiciones de manejo (captura, transporte, medición y pesaje), lo que la hace una especie promisoría para la piscicultura ornamental. En este mismo sentido Landines *et al.*⁵³, aseguran que para el manejo, cría y acopio de “babys” (larvas), alevinos y juveniles (voladas), se emplea sistemas de acuarios, piletas en concreto y tanques plásticos los cuales han demostrado ser eficientes, siempre y cuando se garanticen las adecuadas medidas de seguridad como las mallas protectoras o tapas para los acuarios. Es importante mantener temperatura y aireadores constantemente para mejorar la sobrevivencia de los ejemplares.

En experimentos desarrollados por Castro y Santamaria citado por el Convenio Andrés Bello⁵⁴ en estanques de tierra con larvas provenientes del medio natural determinaron tres períodos de crecimiento. El primero comprendido desde el momento en que los alevinos son sembrados hasta el día 50 del ensayo; en este lapso de tiempo, los peces experimentaron el mayor incremento en talla durante todo el estudio, con crecimientos de 0,6 mm de longitud estándar por día. En los siguientes 120 días, obtuvieron un crecimiento diario de 0,5 mm y finalmente en los 239 días los peces crecieron a una menor velocidad con crecimientos de 0,3 mm/día.

En otro estudio desarrollado por los mismos autores determinaron que al evaluar tres densidades de siembra (3, 4 y 4.5 individuos/m²), las tallas de los peces y el crecimiento no mostraron diferencias significativas entre sí, alcanzando una

⁵¹ LANDINES, *et al.*, Producción de peces ornamentales en Colombia, Op cit., p. 21.

⁵² CONVENIO ANDRÉS BELLO. Op cit., p. 1.

⁵³ LANDINES, *et al.*, Producción de peces ornamentales en Colombia, Op cit., p. 21.p. 21.

⁵⁴ CONVENIO ANDRÉS BELLO. Op cit., p. 1

longitud estándar media de 11,46 cm y un crecimiento diario de 0,4 mm; en cuanto a la sobrevivencia observaron que esta depende de manera inversamente proporcional a la densidad, presentándose una sobrevivencia de tan sólo el 35,6% a una densidad de 4,5 individuos/m² y del 46,1% a una densidad de 3 individuos/m² , durante un período de 130 días.

4.1.7 Alimentación. En la descripción histológica preliminar de alevinos de Arawana plateada Moreno *et al.*,⁵⁵ observaron que:

En la cavidad bucal no hay presencia de dientes, es decir no hay formación de tejido óseo ni cartilaginoso, mientras que en la lengua se encontró en su gran mayoría tejido cartilaginoso. El esófago presentó gran número de células caliciformes. El estomago mostró gran número de glándulas gástricas, lo que indica un alta segregación de enzimas para la digestión del alimento. La luz del estomago es relativamente grande, lo que soportaría su hábito alimenticio como pez carnívoro. La mucosa del intestino tiene epitelio columnar simple con gran cantidad de pliegues, lo que permite aumentar la eficiencia al momento de absorber nutrientes. Hacia el final del intestino se observó un aumento de células globo o caliciformes, lo cual es característico de este tipo de células.

Para Gómez y Tang citados por Rojas⁵⁶, la Arawana es una especie omnívora, con preferencia por los insectos y los peces. En estudios de análisis del contenido estomacal, se encontró insectos en un 49%, peces 44% arañas 4% y crustáceos 3%; además de material vegetal, que no constituye parte de la dieta del animal, sino que es un alimento casual, como de la modalidad de captura de sus presas. En el estado de alevinos se alimentan de larvas, mosquitos y otros organismos microscópicos.

Según Landines, *et al.*,⁵⁷ la arawana plateada posee un intestino corto, ojos y boca en posición superior y varias adaptaciones biológicas que las hacen eficientes saltadores, dando evidencia que se trata de un pez carnívoro con tendencia insectívora.

⁵⁵ MORENO, P; GOMEZ, E; CALDAS, M; LANDINEZ, M y HURTADO, H. Descripción histológica preliminar de alevinos de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*). En: III congreso colombiano de acuicultura. Santa Marta, Colombia: Universidad del Magdalena, (4 -6 de octubre, 2006). p. 100

⁵⁶ ROJAS, Gloria. Op cit., p.13.

⁵⁷ LANDINES, *et al.*, Producción de peces ornamentales en Colombia, Op cit., p. 16.

Además, Argumedo⁵⁸ manifiesta que esta especie es altamente selectiva, por lo tanto, la aceptación o rechazo del alimento depende de la calidad de la proteína, el tamaño y la flotabilidad de las partículas.

A la vez, Landines *et al.*,⁵⁹ afirma que las larvas de Arawana son bastante voraces pese a tener aún el saco vitelino; esta característica facilita el proceso de acostumbramiento a dietas secas, el cual se puede realizar fácilmente desde los primeros días de vida. No obstante, para suplir las exigencias nutricionales de estas larvas, en ocasiones es recomendable suministrar alimento vivo: peces forrajeros como gupys y/o coleópteros del género *Brunchus* (escarabajo del maní) que son una excelente alternativa para lograr la adaptación al balanceado, ya que se asemejan al concentrado en cuanto al color, forma, tamaño y en el hecho de permanecer en la superficie del agua. Sin embargo, las larvas desde el inicio reciben alimento comercial sin ningún inconveniente, el cual debe tener en promedio 45% de proteína. Los mismos autores presentan en la Tabla 1 el manejo del protocolo de acostumbramiento al alimento balanceado.

Tabla 1. Protocolo de acostumbramiento a dieta seca

SEMANA	ALIMENTO
1	20% gupys 70% escarabajos 10% balanceado
2	20% gupys 50% escarabajos 30% balanceado
3	20% escarabajos 80% balanceado
4	100% balanceado

Ibid., p.16

⁵⁸ ARGUEDO., Op cit., p. 74

⁵⁹ LANDINES, *et al.*, Producción de peces ornamentales en Colombia, Op cit., p. 16.

De igual manera, aceptado el alimento seco balanceado, los alevinos muestran gran afinidad por este. Es indispensable alterar el tamaño de la partícula a medida que crecen, esto sin alterar las características nutricionales de dicho alimento. Se recomienda la utilización de un pellet de 2,5 mm de diámetro para esta fase y suministrar diariamente un 6% de la biomasa total distribuido en cuatro raciones como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Protocolo de acostumbramiento al cambio de dieta

DIA	ALIMENTO
1	Concentrado actual 80% Concentrado nuevo 20%
2	Concentrado actual 60% Concentrado nuevo 40%
3	Concentrado actual 20% Concentrado nuevo 80%
4	Concentrado nuevo 100%

Ibid., p.16

4.1.8 Requerimientos nutricionales. Jauncey *et al.*, citados por Wills y Muñoz⁶⁰, indica que existe variación entre los estados fisiológicos de los peces y los requerimientos nutricionales, así los alevinos y dedinos requieren mayores niveles de proteínas, aminoácidos, lípidos, vitaminas y minerales.

Según Lehnebach⁶¹, los peces deben consumir ciertos nutrientes esenciales y fuentes de energía para su crecimiento, reproducción y salud. Las carencias nutricionales pueden generar un crecimiento deficiente, enfermedades y eventualmente la muerte. Aunque los requerimientos nutricionales son similares para todo el reino animal al igual que las vías metabólicas, cada especie tiene su

⁶⁰ WILLS, G y MUÑOZ, A. Nuevas tendencias en la nutrición de tilapia. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional. 2005. p. 1.

⁶¹ LEHNEBACH, Gustavo. Formulación de dietas para salmónidos. En: memorias V Seminario Internacional de Acuicultura. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 21 al 25 de noviembre de 2005. p. 4.

requerimiento característico de aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales, además, estos cambian con respecto al estadio del animal.

Toledo⁶², afirma que a través de los alimentos ofrecidos, los peces deben obtener suficientes cantidades de nutrientes esenciales, necesarios para garantizar la normalidad de sus procesos fisiológicos y metabólicos, asegurando un adecuado crecimiento, salud y reproducción. De forma general, con algunas particularidades dependiendo de la especie, se ha reconocido que las exigencias en no menos de 44 nutrientes esenciales incluyen: agua, aminoácidos esenciales, energía, ácidos grasos esenciales, vitaminas, minerales y carotenoides.

❖ **Nivel proteico.** López,⁶³ sostiene que las proteínas constituyen el mayor componente de los tejidos orgánicos llegando a representar hasta el 75% con base en materia seca. Por lo tanto, los animales deben consumir proteínas, con el fin de llenar los requerimientos de aminoácidos. Estas son continuamente usadas por el animal bien sea para formar tejidos nuevos como sucede en el crecimiento y en la reproducción, o para reparar el desgaste normal de los tejidos.

Tacon y Cowey citados por Vergara, *et al.*⁶⁴, manifiestan que los peces necesitan un alto contenido de proteínas en su dieta, entre el 35 y el 55 %. El mismo autor cita a Dabrowski, quien afirma que el requerimiento proteico varía según la especie y la fase de desarrollo. Por consiguiente, los peces carnívoros necesitan un mayor contenido en su dieta, que los herbívoros, y dentro de la misma especie, los peces más jóvenes requieren una cantidad superior que los peces que tienen más edad. Para Wilson y Halver citados por los mismos autores, una dieta deficiente en proteínas produciría una disminución del crecimiento e incluso una pérdida de peso, debido a que los animales retiran proteínas de varios tejidos con el fin de mantener las funciones de órganos vitales.

⁶² TOLEDO, Sergio José. Aspectos generales de la nutrición de peces. Nuevas tendencias. En: I Seminario de Acuicultura continental de especies de aguas cálida - templadas. Habana, Cuba. 2005. p. 3. Disponible en internet: URL: <http://www.scribd.com/doc/6587812/Nutricion-de-Peces>.

⁶³ LÓPEZ MACIAS, Jorge Nelson. Nutrición Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. 1997. p. 10.

⁶⁴ VERGARA MARTÍN, J.M; HAROUN TABRAUE, R; GONZÁLEZ HENRÍQUEZ, M.N; MOLINA DOMÍNGUEZ, L; BRIZ MIQUEL, M.O; BOYRA LÓPEZ, A; GUTIÉRREZ MARTÍNEZ, L. y BALLESTA MÉNDEZ, A. "Evaluación de Impacto Ambiental de Acuicultura en Jaulas en Canarias". España: Oceanográfica, 2005., p.15. Disponible en internet <http://www.bioges.org/ufiles/Impacto%20Jaulas.pdf>.

Sin embargo, López⁶⁵, asegura que el suministro de proteína en exceso de las necesidades nutricionales, será utilizado con fines energéticos y un menor porcentaje de esta proteína se empleará para formar nuevos tejidos.

Los estudios adelantados sobre la influencia del nivel de proteína en el desempeño productivo de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum*, lo presentan Riaño *et al.*,⁶⁶ al evaluar 30%, 35%, 40%, 45% y 50% de proteína cruda, al cabo de 36 días encontraron que la ganancia de peso y la tasa de crecimiento específico fue mayor con el 50% PC; sin embargo, los autores no recomendaron utilizar este nivel de proteína dado que la tasa de retención de proteína (TRP) y la tasa de eficiencia proteica (TEP) no fueron las mejores en dicho tratamiento. Por lo tanto recomendaron balanceados con 45% de proteína y además sugirieron utilizar niveles de proteína de 35% y 40% puesto que presentaron resultados estadísticos iguales al tratamiento con 45% de proteína en la dieta.

❖ **Vitaminas.** Según la FAO,⁶⁷ las vitaminas son un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y mantenimiento de la vida animal. La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas, o si lo son, es a una tasa muy inferior, que no permite cubrir los requerimientos. Las vitaminas difieren de los otros nutrientes principales (proteínas, lípidos y carbohidratos) en que éstas no están químicamente relacionadas unas con otras, existen en cantidades muy pequeñas en las materias alimenticias de origen animal y vegetal y son requeridas por los animales en cantidades traza.

López,⁶⁸ asegura que los requerimientos vitamínicos de los peces varían con distintos factores como son: especie, hábitos alimenticios, tamaño, velocidad de crecimiento, interrelación con los diversos nutrientes, condiciones medioambientales, temperatura del agua, características del cultivo, respuesta al

⁶⁵ LÓPEZ, Op cit., p. 11.

⁶⁶ RIAÑO, F.; CARREÑO, D.; PINTO, M. y LANDINES, M. Influencia del nivel de proteína sobre el desempeño productivo de alevinos de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*). En: III congreso colombiano de acuicultura. Santa Marta, Colombia: Universidad del Magdalena, (4 -6 de octubre, 2006). p. 118.

⁶⁷ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO). Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. AQUILA - Apoyo a las Actividades Regionales de Acuicultura para América Latina y el Caribe. p.1. (Citado Septiembre de 2010). Disponible en internet: URL: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab42s/AB492S03.htm>

⁶⁸ LÓPEZ, Op cit., p. 58.

estrés y resistencia a enfermedades, además son similares a los de los animales terrestres.

Por su parte Lehnebach,⁶⁹ señala que las vitaminas comprende un grupo de componentes vitales para el crecimiento, mantenimiento, salud y reproducción; los requerimientos nutricionales de estas son dependientes de varios factores incluyendo el estadio del pez; por ejemplo el salmón del atlántico (*Salmo salar*) requiere mayor cantidad de vitaminas en tiempo de estrés, durante enfermedades y en condiciones ambientales adversas.

La presencia de vitaminas en las materias primas puede variar mucho en su contenido y biodisponibilidad, como demuestra Hephher, citado por Muñoz,⁷⁰ durante el proceso de extrusión del alimento sucede gran parte de la gelatinización del almidón para la expansión y aglutinamiento de los ingredientes, en consecuencia hay una pérdida de vitaminas y desnaturalización de proteínas debido al proceso con altas temperaturas y presión.

4.1.9 Ácido ascórbico. Fenucci y Fernández,⁷¹ afirman que el ácido ascórbico es considerada como una vitamina hidrosoluble que se pierde fácilmente por lixiviación. Es un antioxidante involucrado en varias reacciones bioquímicas en las células, tales como síntesis de colágeno, degradación de tirosina, absorción de hierro, y síntesis de adrenalina.

Según la FAO:

El ácido ascórbico y su producto de oxidación, el ácido dehidro-L-ascórbico actúa como antioxidante fisiológico, al facilitar el transporte de hidrógeno dentro de la célula animal. Además, se requiere para numerosas reacciones de hidroxilación dentro del cuerpo, incluyendo la hidroxilación del triptófano, tirosina, lisina, fenilalanina y prolina. De las reacciones de hidroxilación mencionadas anteriormente, probablemente las más importante es la formación de

⁶⁹ LEHNEBACH., Op cit., p. 6.

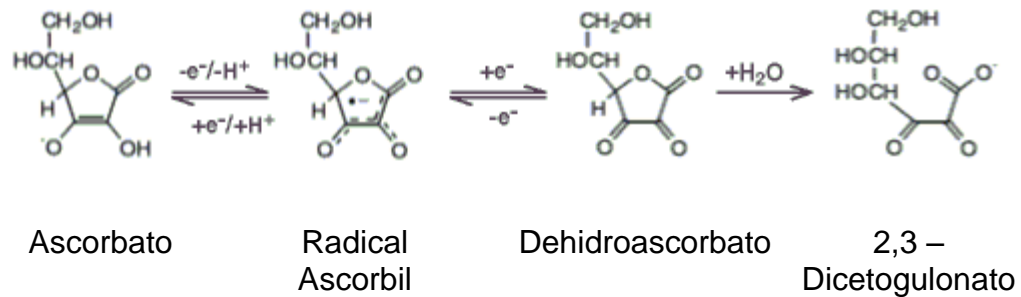
⁷⁰ MUÑOZ RAMIREZ, Adriana Patricia. Alimentación y nutrición de organismos acuáticos. En: memorias V Seminario Internacional de Acuicultura. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2005. p. 11.

⁷¹ FENUCCI, Jorge y FERNÁNDEZ, Analia. Acción de las vitaminas en la dieta de camarones peneidos. Argentina. 2004. p.1. Disponible en Internet: URL: <http://www.google.com.co/#hl=es&biw=1280&bih=607&&sa=X&ei=vd6eTNaXCMOAIeMqcHtCQ&ved=0CBMQBSgA&q=accion+de+las+vitaminas+en+la+dieta+de+camarones+peneidos&spell=1&f p=273068f56f683b0b>.

hidroxiprolina a partir de la prolina, ya que ambos aminoácidos son constituyentes importantes del colágeno, mucopolisacáridos y del sulfato de condroitina (substancia intracelular cementante de las células óseas, células de los capilares sanguíneos y células del tejido conectivo)⁷².

La estructura química del ácido ascórbico se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Estructura del ácido ascórbico



López manifiesta que:

El ácido ascórbico o vitamina C es una de las vitaminas más simples desde el punto de vista de su estructura química. La mayoría de los animales homeotérmicos con excepción del hombre, los primates y los cobayos, pueden sintetizarla a partir del ciclo de la glucosa, pero los peces son incapaces de esta síntesis porque no poseen las enzimas específicas y es probablemente la más importante porque es un poderoso antioxidante que ayuda al sistema inmunológico de los mismos⁷³.

El mismo autor, asegura que el ácido ascórbico es muy inestable en condiciones ambientales debido a que es un agente reductor potente, por lo que sugiere suplementar las dietas con formas estables de ácido ascórbico con el propósito de evitar que las altas temperaturas que se presentan en la elaboración de concentrados, destruyan la vitamina C y por consiguiente se presenten signos de deficiencia en los organismos hidrobiológicos que se cultivan a altas densidades.

⁷² FAO., Op cit., p. 1

⁷³ LOPEZ, Op cit., p. 74.

Igualmente Guillaume *et al.*,⁷⁴ afirman que el ácido ascórbico, es una de las vitaminas más lábiles, pero en la forma de sulfato y sobretodo de fosfato, tiene una buena estabilidad.

Por lo tanto, los anteriores autores recomiendan incorporar en las dietas artificiales para peces ácido ascórbico en una forma estable, en dosis elevadas, con el propósito, no sólo de cubrir las necesidades fisiológicas de las especies ícticas, sino también estimular el sistema inmunológico para reducir la vulnerabilidad al ataque de diferentes agentes etiológicos.

4.1.10 El ácido ascórbico como inmunoestimulante. De acuerdo con Olabuenaga⁷⁵, los inmunoestimulantes son una serie de agentes, naturales y artificiales, que son utilizados para controlar las enfermedades de los peces y actúan directamente sobre las células del sistema inmune, estimulando su acción efectora. Incluyen agentes químicos sintéticos (levamisol), sustancias biológicas (derivados bacterianos, LPS), polisacáridos (quitina y oligosacáridos), extractos provenientes de animales o plantas, factores nutricionales (vitaminas C y E), hormonas (prolactina y la hormona de crecimiento) y citoquinas (IFN y la IL-2); estos facilitan la función de las células fagocíticas, aumentando su actividad bactericida, estimulando la actividad de la lisozima y de la respuesta de anticuerpos. La activación de estas funciones inmunológicas está asociada con un aumento de la protección contra enfermedades infecciosas. Estos agentes son sólo efectivos en algunas enfermedades y además su acción varía con los períodos de tiempo, la dosis, los métodos de administración y la condición fisiológica del pez.

Según Cagigas y Gonzales citados por López⁷⁶, la respuesta inmune de los peces, depende de la naturaleza del antígeno virus, bacterias, parásitos, hongos, pólen, toxinas y determinadas proteínas, así como de la vía de entrada al organismo (piel, sangre, mucus del tracto respiratorio, epitelio del tracto gastrointestinal). La primera línea de defensa previene en la mayor parte

⁷⁴ GUILLAUME, J; KAUSHIK, S; BERGOT, P; METAILLER, R. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Madrid, España: Mundi-Prensa. 2004. p.187.

⁷⁵ OLABUENAGA, S. Sistema inmune en peces. En: Revista Gayana (Concepción). Santiago, Chile. Volumen 64, N. 2. 2000. p. 1. (citado octubre 10 de 2010). Disponible en internet:<URL:http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JB_8DvUWyMwJ:www.scielo.cl/scielo.php%3Fpid%3DS07176538200000200010%26script%3Dsci_arttext+inmunoestimulantes+en+peces&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>

⁷⁶ LÓPEZ, J. Op cit., p.155.

enfermedades infecciosas y está constituida por barreras fisicoquímicas (la piel y la capa mucosa). La inmunidad secretora mucosa es el proceso más conocido en defensa contra enteropatógenos. La inmunoglobulina A en el lumen intestinal reacciona con los antígenos específicos previniendo su ataque a la superficie de la mucosa, ese efecto protector depende de la capacidad de unión del antígeno y se ha llamado exclusión competitiva, que puede definirse como el establecimiento temprano de la flora intestinal del adulto para evitar la colonización de gérmenes perjudiciales.

Del mismo modo, en la alimentación, los peces necesitan que esta posea todos los nutrientes necesarios (carbohidratos, grasas, proteínas, fibra, vitaminas, minerales y agua), según las distintas etapas fisiológicas y condiciones de manejo, principalmente cuando se levanta en recintos cerrados como son las jaulas flotantes. Las diferentes condiciones de estrés causadas por altas densidades de siembra y acumulación de metabolitos que se presentan en las estructuras de cultivos flotantes, deprimen el sistema inmunológico de los peces, haciéndolos más propensos al ataque de virus, parásitos externos e internos, bacterias y hongos oportunistas causando elevadas mortalidades y disminuyendo la rentabilidad.

El mismo autor señala que en Colombia se han realizado diferentes estudios en los que se han evaluado el efecto de varias sustancias naturales como estimulantes del sistema inmunológico en mamíferos, entre los que se cita: β – carotenos (Vitamina A), α – Tocoferol (Vitamina E), ácido ascórbico (Vitamina C), y minerales como Selenio, Hierro y Zinc los cuales han demostrado participar en muchos mecanismos fisiológicos de los peces y uno de los más importantes se deriva de su actividad antioxidante y protectora de membranas celulares.

De igual manera, los peces continentales son incapaces de sintetizar ácidos grasos indispensables de la serie Omega 3 (Serie del Linolénico), estos ácidos intervienen en muchas actividades fisiológicas y su ausencia en la alimentación artificial, se traduce en bajo incremento de peso, inadecuada conversión alimenticia y mayor susceptibilidad a adquirir enfermedades; desafortunadamente, la incorporación de las sustancias antioxidantes y de los ácidos grasos representa para grandes multinacionales, mayores costos de producción debido a la adición de harinas y aceites de pescado. Además, las vitaminas A y C, son altamente termolábiles, lo que significa que se destruyen durante los procesos térmicos normales que ocurren durante la elaboración de los concentrados por métodos de compresión o extrusión.

Asimismo, en condiciones normales los peces están sometidos a estrés durante el cultivo y a medida que se incrementan las densidades de siembra se intensifican las patologías y la transmisión de enfermedades infecciosas de unos ejemplares a otros o de unas especies a otras. Plumb citado por López⁷⁷, señala que las distintas actividades de manejo que se implementan en acuicultura afectan negativamente la salud de los animales, disminuyendo las defensas e incrementando la predisposición de los peces al ataque de agentes etiológicos facultativos y oportunistas que existen comúnmente en todo el cuerpo de agua.

Además, la tendencia creciente a aumentar las densidades de siembra, ha aumentado la prevalencia de enfermedades y se ha constituido en uno de los mayores problemas de la acuicultura por su impacto en la rentabilidad, debido a las altas mortalidades, bajo crecimiento, canibalismo, incremento de la vulnerabilidad de las especies ícticas cultivadas y el deterioro de las condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas del agua por la descomposición de las carcasas y animales muertos.

Por esta razón, Klesius citado por el mismo autor, recomienda mantener activas y estimuladas las defensas de los peces mediante la incorporación al alimento artificial de inmunoestimulantes como son las vitaminas antioxidantes A, E y C, los minerales Zn, Fe y Se, o la inclusión de sustancias naturales extraídas como inmupotenciadores a través de inyecciones, baños de inmersión o en el alimento. La Vitamina C debido a la facilidad de adicionar al alimento para peces, en condiciones de confinamiento, es viable utilizarla en megadosis, en su forma derivada de fosfato de ácido ascórbico.

4.1.11 Formas de ácido ascórbico. Castro⁷⁸, muestra distintas formas de ácido ascórbico destinadas a la alimentación acuícola, como son:

- **Ácido ascórbico cristalino.** Es muy disponible para los peces, sin embargo, se pierde por su actividad durante el proceso de peletización y almacenamiento, especialmente en alimentos húmedos.
- **Ácido ascórbico cubierto con grasa.** Altamente disponible para peces, pero solo el 70% se activa debido a su cubierta grasa.

⁷⁷ Ibid., p.156 – 159.

⁷⁸ CASTRO, Emilio. Control de calidad de insumos y dietas acuícolas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Italia. p. 1. (Citado Octubre de 2010). Disponible en internet: <URL: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/AB482S25.htm>>

- **Áscorbato-2-sulfato.** Dispone de un grupo sulfato en un centro activo que previene las pérdidas por oxidación, presenta una baja disponibilidad para varias especies acuícolas y es muy estable.
- **Áscorbato 2.** Presenta un grupo fosfato en un sitio activo que previene las pérdidas por oxidación. Se cree que es más disponible para los peces que la forma fosfatada pero solo un 15 al 20% activa.
- **Ácido ascórbico cubierto con etil celulosa.** Más estable que la forma cristalina pero menos estable que la recubierta con grasa.

Para Ibarra⁷⁹, existen tres formas de la vitamina C:

- **Ácido ascórbico, polvo universal.** Su concentración es del 98%. Esta no debe ser utilizada en alimentos para acuicultura por ser bastante inestable. Se pierde por diferentes factores ambientales y no soporta temperaturas de peletización (92°C aproximadamente).
- **L-ácido ascórbico-2 sulfato.**
- **L-ácido ascórbico-2 mono o polifosfato.** Este tipo de vitamina tiene menor pérdida en proceso que la sulfatada porque posee mayor estabilidad frente a condiciones adversas de manipulación como temperaturas elevadas, extrusión y peletización. El L-ácido ascórbico-2 monofosfato es una sal que contiene 35% de ácido ascórbico.

López,⁸⁰ manifiesta que las formas derivadas de ácido ascórbico como el fosfato o sulfato, son más termoestables y pueden mantener sus niveles durante los procesos industriales de fabricación de concentrados, pero estas formas son más costosas que la presentación genérica del ácido ascórbico lo cual incrementa los costos de producción. Por esta razón, las empresas multinacionales de balanceados, suministran la vitamina C y aumentan la dosis de incorporación en la dieta, con la perspectiva de mantener algo de este nutriente al final del proceso de elaboración, pero en realidad la cantidad biodisponible para los peces es inferior a los requerimientos nutricionales, además, para Halver citado por el

⁷⁹ IBARRA, José. Vitamina C en la nutrición de camarones. Alimentos Dietas y Alimentos S.A. Ecuador. p.1. (Citado Octubre de 2010). Disponible en internet: <URL: <http://www.alimentsa.com/email/09-02-art03.htm>>

⁸⁰ LOPEZ, Op.cit., p.156 – 157.

mismo autor, es aún más grave si se considera que los peces son incapaces de sintetizar vitamina C como hacen muchos mamíferos a partir del ciclo de la glucosa.

Igualmente, es fundamental incorporar en las dietas artificiales para peces, ácido ascórbico en forma estable, como es el fosfato de ácido ascórbico, en dosis elevadas, con el propósito, no solo de cubrir las necesidades fisiológicas de las especies ícticas, sino también estimular el sistema inmunológico y hacerlos menos vulnerables al ataque de diferentes agentes etiológicos. En contraste, la adición insuficiente en los concentrados de los nutrientes anti oxidados, repercute negativamente en el estado de salud de las diferentes especies ícticas porque debilita el sistema inmunológico, disminuye el aprovechamiento de los nutrientes y por ende la ganancia de peso y eficiencia alimenticia.

Para Cowey,⁸¹ el ácido L-ascórbico es una vitamina muy sensible, la cual es rápidamente oxidada y destruida en presencia de oxígeno, humedad, elementos traza, altas temperaturas, luz, y lípidos oxidados. Las pérdidas por procesamiento y almacenamiento de ácido ascórbico en alimentos para peces y camarones pueden llegar a ser del orden de 95% para el ácido L-ascórbico. Sin embargo, la pérdida de vitamina C puede ser reducida cuando se utilizan formas protegidas en las dietas, tales como el ascorbil-2-monofosfato y ascorbil-2-polifosfato.

Según Corredor y Landines,⁸² la vitamina C, es muy vulnerable a la degradación ya que sus cristales de ácido ascórbico son oxidados y destruidos ante múltiples factores como el contacto con el oxígeno, el agua clorada e incluso el contacto con la luz.

Por otra parte, los anteriores autores manifiestan que el ácido ascórbico presenta cuatro formas estereoisómeras diferentes: ácido L-ascórbico, ácido D-ascórbico,

⁸¹ COWEY, C. Avances en Nutrición Acuícola III, Requerimientos nutricionales. Escocia, Reino Unido. (Citado septiembre de 2010). Disponible en internet: <URL: http://books.google.com.co/books?id=k3A44mLcKnAC&pg=PA346&lpg=PA346&dq=UTILIZACION+DE+AMINOACIDOS+EN+PECES&source=bl&ots=Zv_aC1vAuw&sig=1yMdhX9Xewr15MthLiQkJDf49go&hl=es&ei=OjecTJSelsOclgeBT5CQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7&ved=0CCoQ6AEwBg#v=onepage&q&f=false>

⁸² CORREDOR, A.S; LANDINES, M.A. Efecto del ácido ascórbico sobre la respuesta de los peces ante condiciones de estrés. Bogotá, Colombia. p. 55 (Citado octubre de 2010). Disponible en Internet:<URL:http://www.veterinaria.unal.edu.co/rev/Vol55_1_2009/afacto%2520del%2520acido%2520ascorbico%2520sobre%2520la%2520respuesta%2520de%2520los%2520peces%2520ante%2520condiciones%2520de%2520estres.pdf+peces>

ácido L- isoascórbico, y ácido D- isoascórbico. El ácido L- isoascórbico, y ácido D- isoascórbico son epímeros ya que difieren únicamente en la configuración de uno de los átomos de carbono. A pesar de estas pequeñas diferencias, los estereoisómeros del ácido ascórbico son inactivos en el organismo, dado que las enzimas reconocen específicamente el L-ascórbico.

De la misma manera, se conoce con el nombre de vitamina C a todos los compuestos que poseen la actividad biológica del L-ascórbico que actúa en el organismo como sistema de óxido-reducción, mientras el ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) es el nombre común del 2-3 didehidro-L-threo hexano 1,4-lactona y el ascorbato es usado para describir la forma ionizada del ácido ascórbico en los tejidos.

4.1.12 Ácido ascórbico en peces y camarones. Corredor y Landines⁸³ manifiesta que los peces son incapaces de sintetizar el ácido ascórbico debido a la falta de actividad de la L-gulonolactona oxidasa (GLO). El mismo autor cita a Fracalossi quien estudió la actividad del GLO en el riñón y el hígado de 13 especies de peces con diferentes hábitos alimenticios, y encontró que solo dos especies (las que pertenecían al grupo de los teleósteos) mostraron actividad de GLO en el riñón, con lo que se corroboró la hipótesis de que los teleósteos son incapaces de sintetizar este nutriente. También se comprobó que la posición filogénica es más importante que los hábitos alimenticios en la determinación de la habilidad para sintetizar dicha vitamina.

Además los autores, aseguran que la vitamina C es la más utilizada para mejorar la resistencia a enfermedades, por lo que es un componente esencial para el normal funcionamiento de los peces. Es un nutriente correlacionado con su inmunidad, es cofactor enzimático implicado en reacciones como la hidroxilación, necesaria para la síntesis de colágeno y de los glóbulos rojos y contribuye al buen funcionamiento del sistema inmunitario, desempeña una función en el metabolismo del hierro, participa en la formación de neurotransmisores como la serotonina, en la transformación de dopamina en noradrenalina y en otras reacciones de hidroxilación que incluyen a los aminoácidos aromáticos y a los corticoides. Su concentración disminuye bajo situaciones de estrés, en las cuales generalmente hay mucha actividad de las hormonas de la corteza suprarrenal. Favorece el sistema inmunológico y la capacidad de prevención de los efectos negativos causados por el estrés.

⁸³ Ibid., p. 56.

Según la FAO,⁸⁴ la vitamina C juega un papel vital en el mantenimiento de la integridad del tejido conectivo, vasos sanguíneos, tejido óseo y reparación del tejido dañado, también se requiere del ácido ascórbico para la conversión del ácido fólico a su forma metabólicamente activa, el ácido tetrahidrofólico, para la conversión de triptófano a serotonina y para la síntesis de hormonas esteroides por la corteza adrenal.

Corredor y Landines⁸⁵ aseguran que la deficiencia de ácido ascórbico ocasiona graves problemas en el crecimiento y respuesta inmune, así como también favorece el aumento de malformaciones e incidencia de parásitos, pueden ocasionar deformidades estructurales, lordosis y anormalidades en los ojos, al tiempo que la pigmentación abdominal se incrementa, la recuperación de heridas se hace lenta y la eficiencia reproductiva se reduce.

4.1.13 Requerimientos y deficiencias de ácido ascórbico en peces y camarones. Para Tacon⁸⁶ los requerimientos vitamínicos representan los requerimientos dietéticos mínimos para el crecimiento y la prevención de síntomas por deficiencia, y consecuentemente no considera las pérdidas debidas al procesamiento o almacenaje.

❖ **Requerimientos de ácido ascórbico.** Tacon⁸⁷, cita a algunos autores quienes manifiestan el requerimiento de ácido ascórbico necesario en la dieta según la especie, tal como se muestra en la Tabla 3.

⁸⁴ FAO. Op.cit. 1.

⁸⁵ CORREDOR, A. y LANDINES, M; Op. cit., p. 56.

⁸⁶ TACON, Albert. Ictiopatología nutricional - Signos morfológicos de la carencia y toxicidad de los nutrientes en los peces cultivados. Trastornos nutricionales relacionados con las vitaminas. Deficiencias Dietéticas de Vitaminas. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). p. 1. (Citado octubre de 2010). Disponible en internet: <URL: <http://www.fao.org/docrep/003/t0700s/t0700s05.htm>>

⁸⁷ Ibid., p1.

Tabla 3. Requerimientos de Acido ascórbico en peces y camarones

Especie	Requerimiento de ácido ascórbico (mg/kg)	Referencia
Bagre de canal (<i>I. punctatus</i>)	60	Wilson y Poe
	60	Lovell y Lim
Tilapia (<i>O. niloticus</i>)	1.250	Solima, Jauncey y Roberts
Trucha arcoiris (<i>S. gairdneri</i>)	50–100	Sato <i>et al.</i>
	100–150	Halver
Salmón Chinook (<i>O. tshawytscha</i>)	100–150	Halver
Salmón coho (<i>O. kisutch</i>)	50–80	Halver
Peneidos (<i>P. japonicus</i>)	10.000	Guary <i>et al.</i>
	3.000	Kanasawa
	1.000	Lightner <i>et al.</i>

Ibid., p.1.

En estudios realizados: Halver citado por Pillay⁸⁸, demuestra que los requerimientos de ácido ascórbico para trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y salmón regio (*Oncorhynchus keta*) es de 100 a 150 mg/kg, para el salmón plateado (*Oncorhynchus kisutch*) es de 50 a 80 mg/ kg y para la carpa común (*Cyprinus carpio*) y bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) es de 30 a 50 mg/kg de alimento seco.

Halver citado por López,⁸⁹ contempla que el requerimiento de vitamina C en los peces es de 2 a 3 mg/kg de peso por día, para que puedan mantenerse saludables y resistentes a enfermedades.

⁸⁸ PILLAY, T.V.R. Acuicultura, principios y prácticas. México: Grupo Noriega. 2002. p. 137.

⁸⁹ LÓPEZ., Op cit., p. 75.

Los requerimientos para la tilapia (*Oreochromis sp*) según lo recomendado por Toledo⁹⁰ es de 50 mg/kg en la dieta, mientras que Bhujel⁹¹, asegura que el requerimiento óptimo a incluir en el alimento va desde 50 a 1.250 mg/kg.

Lovell, citado por López⁹², comprobó que la susceptibilidad a enfermedades bacterianas, aumenta en el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), cuando se administran concentrados deficientes en ácido ascórbico, de tal manera que 30 mg/kg de vitamina C por kilo de alimento son suficientes para evitar el escorbuto en los alevinos y dosis de 140 mg/kg reducen la mortalidad, debido a que fortalecen el sistema inmunológico y específicamente activan la formación de anticuerpos.

Sandnes *et al.*, citados por López, *et al.*,⁹³ expresan que hay insuficiente investigación para establecer la relación entre estado nutricional, inmunocompetencia y resistencia a enfermedades; los efectos de la vitamina C, han sido reconocidos en las funciones inmunológicas de mamíferos y aves, no obstante, en peces se encuentra la dificultad que las funciones inmunológicas básicas no se han caracterizado bien. Los mismos autores citan a Durve y Lovell quienes sostienen que una suplementación de 30 mg de vitamina C por kg estimula el crecimiento normal y previene síntomas de deficiencia en bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), a la vez que aumenta la resistencia contra bacterias como *Edwardsiella tarda*, cuando se suplementan a dosis de 150 mg/kg y la temperatura del agua de 23 °C.

⁹⁰ TOLEDO, Sergio. Cultivo de Tilapia, experiencia en Cuba. En: I Taller seminario de Acuicultura continental- Especies de aguas templado – cálida. La Habana, Cuba. Noviembre 30 al 3 de diciembre del 2005. p. 10. Disponible en Internet, URL: <http://www.adeformosa.org.ar/templates/media/pdf/Experiencia%20en%20Cuba%20y%20de%20desarrollo%20en%20la%20Argentina.pdf>.

⁹¹ BHUJEL, Ram C. Manejo Alimentario para Tilapia. En: Panorama Acuícola, Vol 7 n° 4. Argentina: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Mayo/Junio del 2002. p. 1. Disponible en Internet, URL: http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/pesca/Acuicultura/01=Cultivos/01Especies/_archivos/000008Tilapia/071201_Manejo%20Alimentario%20para%20Tilapia%20%20Nutricion%20y%20bajo%20costo.php.

⁹² LÓPEZ, Op cit., p. 75.

⁹³ LÓPEZ MACIAS, J; IMUEZ FIGUEROA, M; BURGOS ARCOS, A; RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, J; MENA J; TORRES BURBANO, C. Evaluación de inmunoestimulantes en el crecimiento y sobrevivencia de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), cultivada en jaulas flotantes, en el Lago Guamuéz. En: memorias III Seminario nacional de Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto-Colombia: mayo 31 a 2 de junio de 2006. p. 1.

Fenucci y Fernández⁹⁴ cita a Lighter *et al.*, quienes determinaron que los niveles de 1.000 – 2.000 mg de ácido ascórbico por Kg en la dieta son requeridos por *farfantepenaeus californiensis* y *Litopenaeus stylirostris*.

❖ **Deficiencias a causa de ácido ascórbico.** Autores citados por Tacon⁹⁵, afirman que dietas deficientes en vitamina C, presentan signos anatómicos que afectan la salud de los peces y camarones como:

- **Salmónidos.** McLaren *et al*, Cho y Cowey y Lovell, aseguran que se presenta deficiente formación de colágeno, menor crecimiento, escoliosis, lordosis, hemorragia intestinal o de las aletas, coloración oscura, filamentos branquiales deformados o retorcidos, mala curación de las heridas, disminución de la eclosión.

- **Bagre de canal (*Ictalurus punctatus*).** Andrews y Murai; Wilson, Poe y Robinson sostienen que se presenta bajo crecimiento, escoliosis, lordosis, mayor susceptibilidad a enfermedades, hemorragias internas y externas, erosión de las aletas, coloración oscura de la piel, anorexia y natación irregular.

- **C. mayor.** Yone y Boonyaratpalin y Supamataya manifiestan que hay menor crecimiento y una mortalidad elevada.

- **Anguila (*A. japonica*).** Según Arai, Nose y Hashimoto, presentan menor crecimiento, erosión de las aletas o de la cabeza y erosión de la mandíbula inferior.

- **Cabeza de víbora (*C. punctata*).** Para Mahajan y Agrawal, ocasiona escoliosis, lordosis, anemia y deformación de los filamentos branquiales.

- **Tilapia.** De acuerdo con Soliman, Jauncey y Roberts se muestra escoliosis, lordosis, crecimiento lento, insuficiente curación de heridas, hemorragias internas y externas, desgaste de la aleta caudal, exoftalmia, anemia y reducción de eclosión.

- **Bagre caminador (*C.batrachus*).** Butthep, Sitasit y Boonyaratpalin manifiestan que se origina escoliosis, hemorragia externa, erosión de las aletas y coloración oscura de la piel.

⁹⁴ FENUCCI y FERNANDEZ. Op.cit., p.7.

⁹⁵ TACON, A; Op cit., p.1.

- **Carpa india (*Cirrhinamrigala*).** Agrawal y Mahajan sostienen que se presenta un menor crecimiento, aumento de la mortalidad, escoliosis, lordosis y anemia macrocítica hipocrómica.
- ***S. maximus*.** Según Baudin Laurencin, Messenger y Stephan; Gouillou, Coustans y Guillaume; y Messenger *et al.*, ocasiona un bajo crecimiento, granuloma renal y mortalidad.
- ***Pleuronectes platessa*.** Presenta crecimiento y sobrevivencia reducidos.
- ***L. calcarifer*.** Boonyaratpan, Unprasert y Buranapanidgit; Boonyaratpalin y Supamataya aseguran que hay crecimiento lento, coloración oscura, pérdida de equilibrio, erosión de la aleta caudal, hemorragias en las branquias, opérculo corto, exoftalmia, filamentos branquiales frágiles, obstrucción de láminas branquiales, esteatosis hepática, degeneración muscular y hemorragia en la piel.
- ***Sparusauratus*.** Paperna manifiesta que se presenta granuloma renal.
- ***C. urophthalmus*.** Chávez de Martínez sostienen que se origina un menor crecimiento, mortalidad elevada, coloración oscura, opérculos cortos, ojos, cabeza y aletas hemorrágicos, erosión de la piel y las aletas, pérdida de escamas, exoftalmia, abdomen hinchado, escoliosis, lordosis, iritis y cambios en los huesos de la cabeza.
- ***Dicentrarchus labrax*.** Gallet de Saint Aurin, Raymond y Vianas, demuestran que hay pérdida de escamas, coloración oscura, ceguera, natación en la superficie, úlceras en el labio inferior, aumento de la mortalidad, escoliosis (fracturas en la columna vertebral).
- ***Sciaenops ocellatus*.** Gallet de Saint Aurin, Raymond y Vianas, señalan un aumento de la mortalidad, fracturas en la columna vertebral y coloración oscura sobretodo en la región caudal.
- **Lutjánidos.** Según Gallet de Saint Aurin, Raymond y Vianas se presenta pérdida de escamas, coloración oscura, emaciación, ceguera, natación en la superficie y úlceras en el labio inferior.

Además Guillaume afirma que:

Los principales signos de deficiencia de esta vitamina en los salmónidos, pez gato (*Ictalurus punctatus*), anguila (*Synbranchus marmoratus*), seriola (*Seriola*

dumerili), carpa (*cyprinus carpio*), rodaballo (*Scophthala musrhombus*), dorada (*Sparus aurata*), son: hemorragias externas e internas, lordosis, escoliosis, distorsión de los filamentos branquiales, ascitis, melanismo, erosión de la mandíbula inferior y granulomatosis renal.⁹⁶

En cuanto a estudios en camarones, Hunter citado por Fenucci y Fernández⁹⁷, determinó que la ausencia de vitamina C, en todas las especies de camarones y langostinos causa problemas en la síntesis de colágeno caracterizada por lesiones melanizadas en el exoesqueleto.

El mismo autor cita a He y Lawrence quienes aseguran que la deficiencia de vitamina C en la dieta de camarones causa disminución en el crecimiento, reducción de la frecuencia de muda o mudas incompletas, disminución de la resistencia al estrés y alta mortalidad, mientras que Travis observó grandes cambios en la morfología y actividad de la enzima fosfatasa alcalina en las células epidérmicas de la langosta espinosa (*Panularis argus*) en premuda, lo cual relaciona con la intervención de la vitamina C en la formación del exoesqueleto de los crustáceos durante el ciclo de muda.

4.2 CULTIVO EN JAULAS

De acuerdo con el Centro Internacional de Acuicultura e Investigaciones Acuáticas,⁹⁸ el cultivo de peces en jaulas, es un método de producción de peces en espacios cerrados, construidos en materiales que permite el recambio del agua y la remoción de desperdicios. Las jaulas flotantes proporcionan condiciones ideales para el desarrollo de la piscicultura intensiva. Con respecto al tamaño, las jaulas pequeñas son más fáciles de manejar que las grandes y pueden proveer una ganancia económica mayor por unidad de volumen.

El mismo Instituto cita a Schmittou, quien afirma que la densidad máxima de siembra para el cultivo de peces en jaulas, equivale al número de peces que colectivamente pesarán 150 kg/m³ cuando alcancen el tamaño predeterminado para la cosecha; las tasas de supervivencia en jaulas bien construidas y con un

⁹⁶ GUILLAUME., Op.cit., p. 192.

⁹⁷ FENUCCI y FERNANDEZ. Op.cit., p.7.

⁹⁸ INTERNATIONAL CENTER FOR AQUACULTURE AND AQUATIC ENVIRONMENTS. El cultivo de peces en jaulas. Auburn: Universidad de Auburn, (Citado febrero 16 de 2009). p. 1. Disponible en internet: URL: <http://ag.arizona.edu/azaqua/SpanishPublicationsWebsite/publications/Spanish%20WHAP/GT9%20Jaulas.pdf>.

manejo adecuado por lo general es de 98 a 100%.

De la misma forma, cuando el alimento se provee a los peces, es necesario un recambio de agua para brindar oxígeno dentro de la jaula y remover productos metabólicos como resultado de la alimentación. La remoción de desperdicios se hace más crítica durante las épocas del año cuando la temperatura es alta y cuando la circulación del agua por la acción del viento es mínima. En estas épocas, el oxígeno disuelto en el agua que rodea a la jaula se puede agotar causado por la acumulación de los alimentos no consumidos y los desechos de los peces debajo de las jaulas. También, el oxígeno disuelto en el agua, baja a niveles críticos debido al consumo por parte de los peces en las jaulas y de las bacterias que descomponen los desperdicios.

Para la remoción de residuos, el Centro Internacional de Acuicultura e investigaciones acuáticas afirma que:

Es necesario emplear una abertura de malla del tamaño adecuado, para facilitar el intercambio de agua, colocar la parte más amplia de la jaula hacia el sitio donde el viento prevalezca, para ayudar al intercambio de la misma y proporcionar únicamente la cantidad de alimento que los peces puedan consumir en un tiempo mínimo⁹⁹.

Schmittou¹⁰⁰ asegura que, el sitio para la colocación de las jaulas es dictado principalmente por dos factores: el acceso a las jaulas para realizar las actividades rutinarias de manejo y el intercambio de agua entre ellas; puesto que al aumentar la densidad en las mismas, aumenta la biomasa de peces, resultando una disminución en la calidad del agua, dentro y alrededor de las jaulas.

❖ **Densidad de siembra.** La FAO citado por Lucero y Sanguino¹⁰¹, asegura que la densidad de siembra permite la valoración del cultivo en relación con el crecimiento y supervivencia de los organismos y los rendimientos que se obtienen; en la población de peces, al aumentar su biomasa se establece una

⁹⁹ Ibid., p. 8-9.

¹⁰⁰ SCHMITTOU, H. Cultivo de peces a alta densidad en jaulas de bajo volumen. China. Asociación americana de Soya. 2000. p.13.

¹⁰¹ LUCERO, Ruth y SANGUINO, Wilmer. Evaluación del potencial acuícola del Pirarucú (*Arapaima gigas*; Cuvier 1887), a diferentes densidades de siembra en el Centro experimental amazónico (CEA), Mocoa, departamento del Putumayo. Tesis de grado: Universidad de Nariño, Ingeniería en Producción Acuícola. 2005. p. 45, 46.

competencia de mayor fortaleza por todos los elementos vitales que deben ser compartidos.

Salario, citado por los mismos autores, manifiesta que las bajas densidades pueden llevar al sub-aprovechamiento de espacio, en cuanto que altas densidades provocan contaminación de agua por exceso de excreción nitrogenada, principalmente cuando se trata de especies carnívoras. Una densidad elevada puede también ser considerada un punto de estrés en los peces y consecuentemente, reduce la capacidad productiva de los mismos.

De acuerdo con Schmittou,¹⁰² los desechos metabólicos son directamente proporcionales a la densidad de siembra. Con un intercambio apropiado de agua, los desechos son diluidos y descartados en concentraciones aproximadamente iguales dentro y fuera de la jaula; por lo tanto la mayor inquietud de la sobresiembra en relación a sus efectos sobre la calidad del agua, es el peso del pez por área del ambiente total, en vez del número o del peso por volumen de jaula.

4.3 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

Argumedo¹⁰³ manifiesta, que los parámetros físicos y químicos más importantes del agua óptimos para el cultivo de Arawana plateada en cautiverio son: Temperatura, Transparencia, pH, Conductividad, Oxígeno disuelto y Alcalinidad.

4.3.1 Temperatura. De acuerdo con Argumedo,¹⁰⁴ este parámetro influye directamente sobre el metabolismo de las arawanas y demás organismos acuáticos que cohabitan en el estanque de cultivo. Cambios bruscos o irregulares de temperatura originados por un manejo técnico inadecuado pueden ocasionar enfermedad o mortalidad por estrés térmico.

Asimismo, los ejemplares adultos presentan límites de tolerancia térmica relativamente amplios (23°C – 32°C), aunque su desarrollo óptimo se da dentro de un rango más estrecho (26°C – 29°C). Las larvas y juveniles muestran menos tolerancia, siendo susceptibles a infecciones fúngicas o a muerte súbita por estrés térmico, cuando son sometidos a temperaturas inferiores a 25°C durante periodos

¹⁰² SCHMITTOU., Op cit., p. 21.

¹⁰³ ARGUMEDO., Op cit., p. 48.

¹⁰⁴ Ibid., p. 48

prolongados.

4.3.2 Transparencia. Argumedo¹⁰⁵ manifiesta que la transparencia constituye un factor primordial en el proceso de establecimiento y operación de cultivos comerciales de arawana. Para tal efecto es necesario elegir correctamente la fuente de agua, el tipo de suelo y las características de la infraestructura de conducción y almacenamiento de agua.

De igual manera, la profundidad máxima de los estanques debe ser 1,8m esto con el fin de evitar zonas improductivas.

4.3.3 Oxígeno disuelto. Según Argumedo,¹⁰⁶ la arawana no posee órganos respiratorios accesorios como los del *Arapaima gigas*, sin embargo toleran bajos niveles de oxígeno durante periodos de tiempo prolongados. Cuando los niveles decaen a niveles críticos, nadan permanentemente justo por debajo de la superficie del agua, con el fin de obtener oxígeno de la película de agua que se encuentra en contacto con el aire; este proceso se hace más efectivo gracias a que el flujo de agua es dirigido mediante la ayuda de los barbillones mentonianos.

El mismo autor afirma que la especie crece, se desarrolla y se reproduce en estanques o reservorios de agua con promedios de concentraciones de oxígeno disuelto iguales o superiores a 4,2 mg/l. Aunque soportan concentraciones menores por tiempo prolongado; estos periodos de exposición a bajos niveles de oxígeno disuelto constituyen un riesgo para la supervivencia en la etapa de desarrollo embrionario y larval.

4.3.4 Alcalinidad y dureza total. Argumedo,¹⁰⁷ sostiene que en piscicultura tropical, el rango normal de la alcalinidad se encuentra entre 30 y 200 mg/l de CaCO₃ respectivamente; aunque alcalinidades más altas o más bajas no perjudican los cultivos. Se puede aumentar la alcalinidad aplicando cal agrícola.

Igualmente, el mismo autor afirma que en piscicultura las mejores aguas, respecto a la alcalinidad y dureza, se dan cuando tienen valores similares; si existe gran diferencia, el pH puede variar drásticamente durante días bastantes

¹⁰⁵ Ibid., p. 53.

¹⁰⁶ Ibid., p. 54 – 55.

¹⁰⁷ Ibid., p.58.

soleados en los cuales la fotosíntesis alcanza un máximo nivel. Los niveles bajos de alcalinidad se pueden corregir mediante el encalamiento. Para el cultivo de esta especie se requiere agua blanda con concentraciones de dureza inferiores a 75 mg/L de CaCO₃.

4.3.5 Potencial de Hidrogeniones ó pH. Argumedo,¹⁰⁸ especifica que a valores extremos del pH, igual o por debajo de 4,0 y por encima de 11, se produce la muerte; el rango deseable oscila entre 6,5 y 8,5.

4.3.6 Conductividad. Argumedo,¹⁰⁹ manifiesta que valores de 26 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ y máximos de 64 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ son adecuados para el desarrollo de esta especie. Este parámetro debe mantenerse dentro del rango señalado, cuidando que las oscilaciones de conductividad sean leves; con el fin de ofrecer las condiciones óptimas para el crecimiento y reproducción.

¹⁰⁸Ibid., p.58.

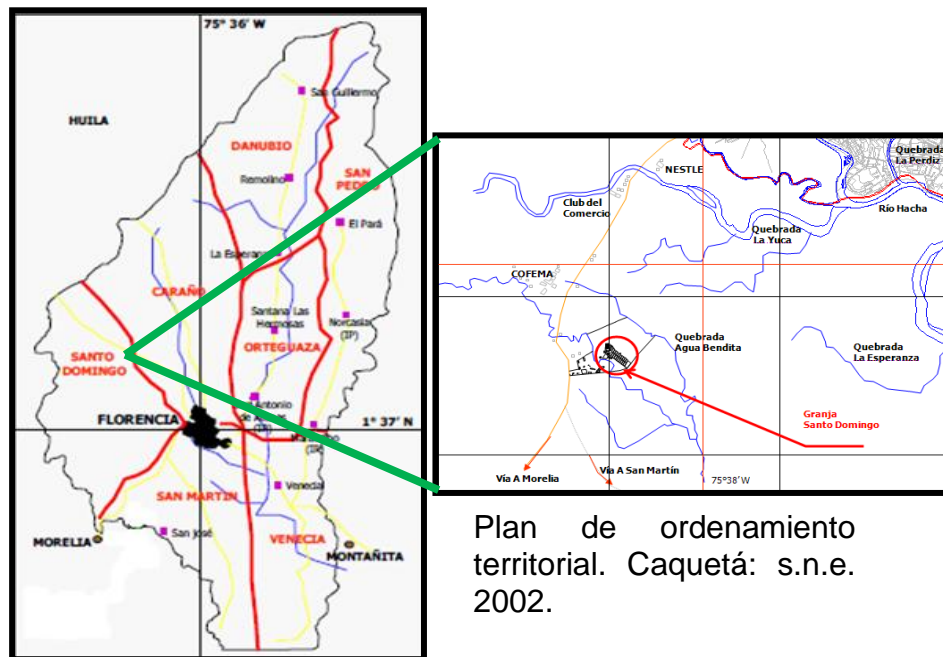
¹⁰⁹Ibid., p.61.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

Esta investigación se realizó en la granja experimental Santo Domingo de la Universidad de la Amazonia (Figura 3 y 4) en convenio con la Estación Piscícola Pirarucú, ubicada en el departamento del Caquetá, la cual se encuentra a siete kilómetros de Florencia, su capital, entre las coordenadas $01^{\circ} 26' 8,13''$ de latitud Norte y $75^{\circ} 46' 1,63''$ de longitud Oeste, temperatura ambiente promedio de 28°C , humedad relativa entre 80 y 85%, precipitación promedio de 3.600 mm/año y brillo solar de 2.000 horas¹¹⁰.

Figura 3. Localización geográfica de la Estación Piscícola de la Granja Santo Domingo de la Universidad de la Amazonia



Ibid.,p.1

¹¹⁰ UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA. Granjas experimentales: Santo Domingo y Balcanes. p.1. (Citado septiembre de 2010). Disponible en Internet: URL: <http://www.uniamazonia.edu.co/v8/index.php/otras-dependencias/granjas-experimentales-santo-domingo-y-balcanes.html>

5.2 PERIODO DE ESTUDIO

El trabajo de campo se realizó durante los meses de Febrero a Agosto de 2010, en los cuales se llevó a cabo la adecuación de piletas y jaulas en el estanque, obtención de babys de arawana, entrenamiento alimentario de los ejemplares y la evaluación durante 87 días del efecto de la densidad de siembra y la inclusión de ácido ascórbico en el alimento, durante la fase de levante de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*).

5.3 MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizaron 396 alevinos de arawana plateada, con un peso promedio de $16,73 \pm 7,15$ g, una longitud total promedio de $15,38 \pm 2,17$ cm y una edad de 60 días aproximadamente.

5.4 INSTALACIONES

El estudio se realizó inicialmente en el laboratorio de la Estación Piscícola donde se utilizó una pileta con un volumen de 3.552 litros de capacidad, de los cuales se utilizaron 1.184 litros. La pileta estaba dotada de una entrada y salida del agua, sistema de aireación y de calefacción. Posteriormente, la etapa de ensayo como tal se desarrolló en un estanque excavado en tierra de 4.650 m^2 , el cual estuvo dispuesto de jaulas plásticas con una capacidad de 120 litros.

Figura 4. Estación Piscícola de la Granja Experimental Santo Domingo de la Universidad de la Amazonía



5.5 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

5.5.1 Materiales. Los materiales requeridos en la investigación se describen a continuación:

- **Pileta rectangular.** Se utilizó una pileta rectangular de 3,20 m de largo; 1,85 m de ancho y 0,6 m de alto. En esta se llevó a cabo el acostumbramiento de alimento comercial de los ejemplares.
- **Mangueras de aireación y piedras difusoras.** Se dispuso de cuatro mangueras de 5,0 mm de diámetro que estaban acopladas al sistema de aireación.
- **Estanque excavado en tierra.** En el se desarrolló el cultivo experimental. El estanque tiene un área de 4.650 m². La elección de este estanque fue con el objetivo de mantener una estabilidad biológica del ecosistema lenticó, en cuanto a las condiciones óptimas de calidad de agua y menor fluctuación de las mismas.
- **Chinchorro.** Mediante un chinchorro con ojo de malla $\frac{3}{4}$ de pulgada y 40 metros de largo se realizó la captura de reproductores de Arawana plateada.
- **Jaulas plásticas.** Se utilizaron 3 jaulas plásticas de 4,5 m de largo por 0,4 m de ancho y 0,8 m de altura. Cada jaula se dividió en nueve secciones iguales, de manera que cada una de estas representó una unidad experimental con las siguientes dimensiones: 0,5 m de largo por 0,4 m de ancho y 0,6 m de columna de agua con un volumen de 120 L cada una y un ojo de malla de 0,7 cm.
- **Tapas para jaulas.** Se ubicaron 27 tapas de malla plástica de 0,5 cm de diámetro encima de cada unidad experimental, esto con el fin de evitar que los peces salten por fuera de la jaula y evitar depredadores.
- **Postes de madera.** Se emplearon 26 postes de madera, de los cuales 18 con una longitud de 1,70 m, estos se colocaron alrededor de las jaulas; 4 postes de 3,0 m se usaron para sostener la polisombra y 4 más de 2,20 m destinaron para sujetar la cuerda que se encontraba entre las mismas para realizar el transporte de la balsa.
- **Polisombra.** Se colocó malla polisombra con 65% de retención de la luz solar de 5,4 m de largo y 5,0 m de ancho, sobre las jaulas para evitar que los animales tengan contacto directo con los rayos del sol.

- **Alambre.** Se utilizaron 2 kilos de alambre para amarrar las jaulas hacia los postes de madera y para sujetar la polisombra.
- **Grapas.** Se dispuso de 2 libras de grapas para sujetar el alambre.
- **Tabla de madera.** Se utilizó una tabla de madera de 3 m de largo y 0,025 m de ancho. Esta se dividió en dos partes y se acopló al neumático.
- **Neumático.** Se instaló un neumático de 1,50 m. de diámetro para el transporte y realizar tareas rutinarias como alimentación y observación de los animales.
- **Soga.** Se empleó 52 m de sogas, de los cuales 40 m se usaron para colocar en 4 postes de madera que se encontraban al terminar las jaulas y a la orilla del estanque. Los 12 m restantes se utilizaron para ajustar las tablas en el neumático.
- **Malla de angeo.** Se dispuso de malla de angeo de 0,5 m de largo; 0,4 m de ancho y 0,2 m de alto, que fue colocada dentro de la jaula cubriendo las paredes de cada una.
- **Baldes plásticos.** Utilizados para el transporte de larvas de Arawana plateada hacia el laboratorio.
- **Bandejas y recipientes plásticos.** Se emplearon para la elaboración y secado de las dietas experimentales.

5.5.2 Equipos. Entre los equipos utilizados, se detalla los siguientes:

- **Balanza gramera digital, marca BBG modelo KDM: 100 g x 0,01 g.** Se empleó para cuantificar el peso en gramos de cada uno de los ejemplares y también para pesar la cantidad de ácido ascórbico y el almidón.
- **Ictiómetro.** Utilizado para medir la longitud de los juveniles.
- **Blower con capacidad 1,0 HP.** Este equipo esta acoplado en el sistema de aireación.
- **kit para análisis de agua HACH Modelo FF-1 Cat No. 2430-02.** Se utilizó para determinar los parámetros físicos y químicos del agua como: pH, temperatura, oxígeno disuelto, alcalinidad, dureza y amonio.

- **Cámara fotográfica Canon powershot A470.** Se empleó para realizar el seguimiento fotográfico del desarrollo de la investigación.
- **Computador (Acer Aspire 4720Z).** Se utilizó este equipo para llevar el registro de datos obtenidos durante la investigación.

5.5.3 Insumos. Los insumos empleados en el desarrollo del trabajo de campo fueron los siguientes:

- **Alimento comercial de 45% de proteína (extrudizado).** Se administró a los alevinos de Arawana plateada durante toda la fase de estudio.
- **Cal agrícola.** Se aplicó en el estanque.
- **Abono inorgánico.** Se adicionó después de haber encalado el estanque.
- **Almidón.** Se empleó como adherente durante la incorporación del ácido ascórbico en el alimento comercial.
- **Monofosfato de ácido ascórbico (L-ascorbyl-2-monofosfato 35%).** Se adicionó según correspondía cada tratamiento.
- **Sal marina.** Se utilizó en los tratamientos profilácticos

En la Figura 5 se presenta algunos de los materiales utilizados en la realización de las unidades experimentales.

Figura 5. Materiales



5.6 PLAN DE MANEJO

5.6.1 Extracción de larvas. Identificados los machos incubantes se procedió a realizar la pesca mediante un chinchorro (diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada), una vez capturados los machos, se extrajo de la boca los alevinos y se depositaron en baldes plásticos.

Figura 6. Captura de machos incubantes y extracción de larvas de *O. bicirrhosum*



Cada macho incubante posee en su boca un cierto número de larvas. La cantidad de animales obtenidos por cada uno se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Número de larvas recolectadas por macho incubante de *O. bicirrhossum*.

Reproductor	No. de larvas/reproductor
1	73
2	92
3	135
4	88
5	107
6	144
7	81
Total	720

5.6.2 Aclimatación y siembra. Recolectadas las larvas se transportaron hacia el laboratorio para sembrarse en la pileta a una densidad de 1,64 animales por litro. Previamente se llenó la pileta con agua filtrada, se dispuso de oxígeno y una temperatura constante de 29°C.

5.6.3 Entrenamiento alimentario. El proceso de levante de alevinos de *O. bicirrhossum* requiere un manejo adecuado principalmente en los factores sanitario y nutricional con el fin de garantizar una alta supervivencia y lograr obtener ejemplares saludables para los siguientes ciclos de vida. “El uso de un laboratorio acondicionado con piletas en concreto, tanques plásticos y acuarios en donde las condiciones de cultivo pueden ser mejor controladas, favorecen el éxito en los resultados esperados”.¹¹¹

¹¹¹ COMUNICACIÓN PERSONAL Con Hugo Franco Rojas, Director Estación Piscícola Pirarucú. Florencia, Caquetá, marzo de 2010.

En cuanto a la alimentación Muñoz *et al*¹¹², afirman que durante las fases de larvicultura y alevinaje es muy importante suministrar alimento vivo porque ayuda a reducir las tasas de mortalidad y los costos de producción, además de ser económica, es una buena fuente de nutrientes y de enzimas necesarias para el desarrollo y crecimiento de los peces.

Saavedra,¹¹³ afirma que el alimento vivo como cladóceros y copépodos contienen niveles de proteína bruta entre 52% a 64% y valores energéticos de 4.800 y 5.445 Kcal de energía bruta en base seca, y “los pequeños insectos y postlarvas de peces vivos, como gupys (*Poecilia* sp.), poseen un contenido proteico de 27,1%”.¹¹⁴

Por consiguiente para lograr que esta especie se adapte a consumir dietas comerciales es necesario hacerlo en las primeras etapas de vida y especialmente cuando aún poseen saco vitelino. El entrenamiento alimentario se realizó durante 60 días. Inicialmente se les administró pequeñas cantidades de zooplancton, alimento comercial (hojuelas) 48% de proteína, insectos de agua y larvas de diferentes especies ícticas como cachama blanca, carpa, gupys y mojarra capturados en estanques de cultivo mediante el uso de redes y mallas de arrastre, las cuales progresivamente se fueron sustituyendo por alimento comercial con 45% de proteína, lo cual facilitó su manejo (Figura 7).

Durante estos días, a las larvas se les suministró varias comidas diarias y a saciedad. La alimentación estuvo compuesta en un 90% de alimento vivo y un 10% de alimento concentrado en las dos primeras semanas. A partir de la tercera semana el suministro de alimento vivo se redujo a un 60% incrementado el consumo del concentrado. En la siguiente semana el suministro del mismo aumentó en un 10%, en presentación extruder, después los alevinos aumentaron el consumo del balanceado entre un 60 a 70%, la aceptación del alimento se amplió en un 80% y finalmente para la séptima y octava semana consumieron 100% alimento comercial.

¹¹² MUÑOZ PEÑUELA, Marcela; RAMÍREZ MERLANO, Juan Antonio; OTERO PATERNINA, Angelica; MEDINA ROBLES, Víctor; VELASCO SANTAMARÍA, Yohana; CRUZ CASALLAS, Pablo. Efecto de diferentes medios de cultivo sobre el crecimiento y el contenido proteico de *Chhrella vulgaris*. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Colombia. 2006. p. 494. Disponible en Internet: <URL: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/447/415>.>

¹¹³ SAAVEDRA. Reproducción y alevinaje del pirarucú *Arapaima gigas* (cuvier, 1817). (Citado mayo 2 de 2009). p. 8. Disponible en Internet: <URL: http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS_VALIDAS/pdfs/Saavedra.pdf>

¹¹⁴ BHUJEL, Op., Cit. p.1

Figura 7. Suministro de alimento vivo y comercial a larvas de *O. bicirrhossum*



5.6.4 Unidades experimentales. Se construyeron 3 jaulas de malla plástica con un ojo de malla de 0,7 cm de diámetro y dimensiones de 4,5 m de largo; 0,4 m de ancho y 0,8 m de alto. Estas fueron divididas en 9 secciones iguales con 0,5 m de largo; 0,4 m de ancho y 0,8 m de alto. En la Figura 8 se presenta el proceso para la construcción de las jaulas.

Figura 8. Elaboración de jaulas



5.6.5 Preparación del estanque. El estanque donde se llevó a cabo la fase de estudio tiene un área de 4,650 m², este fue desprovisto de maleza y exceso de materia orgánica. Al realizar el análisis de suelo (Anexo A), se obtuvo un pH de 4,7, lo que indica que es un suelo ácido, para lo cual la cantidad de cal agrícola a adicionar fue de 43,5 g/m²; que es la dosis que usualmente se suministra en la Estación piscícola, con lo cual posteriormente se obtuvo un pH del agua que osciló entre 6,5 a 7,0, que es lo recomendado para el cultivo de Arawana plateada.

Luego se abonó con fertilizante orgánico cuya fuente presentó: 85% gallinaza y 15% porquinaza, la composición química garantizada por la casa comercial ofreció 2,36% de Nitrógeno total; 2,34% de Fósforo total (P₂O₅) y 1,95% de Potasio soluble en agua (K₂O). La selección de este tipo de abono se hizo con el fin de aportar mayor disponibilidad de elementos en aquellos que se encontraba en menor cantidad; pues según el análisis de suelo, el Nitrógeno y el Potasio eran los elementos más limitantes. Además, la fertilización del estanque se realizó con el único objetivo de ofrecer un ecosistema estable en las condiciones físicas, químicas y biológicas. La cantidad aplicada fue de 34,4 g/m² y finalmente se llenó el estanque a una altura de columna de agua de 1,50 m en promedio.

Puesto que el área ocupada por las jaulas dentro del estanque fue sólo de 28,5 m², el resto de espacio fue posible aprovecharlo para la ceba de un policultivo de cachama, sábalo y bocachico en una densidad de 1,5 animales/m².

5.6.6 Adecuación de las jaulas en el estanque. Elaboradas las jaulas con sus respectivas divisiones se ubicaron en el estanque a 27 m de la compuerta de drenaje y a 13,5 m de los taludes, a una profundidad desde el fondo de 0,5 m, dejando un borde libre de 0,2 m y una distancia entre jaula y jaula de 1,80 m, de tal forma que permitió el manejo en cautiverio de los alevinos.

Enseguida, se dispuso de 18 postes de madera de 1,8m de alto, los cuales se incrustaron a una profundidad de 30 cm en la tierra. Se instalaron en cada jaula 3,0 postes de madera a lado y lado. Cada jaula se sujetó a los postes con alambre y este se fijó al poste con grapas, tanto en la parte superior como media e inferior de estas.

Después se empleó malla de anejo de 0,5 m de largo; 0,4m de ancho y 0,2 m de alto la cual se introdujo dentro de la jaula cubriendo las cuatro paredes de cada unidad experimental, esto con el fin de evitar que el alimento se pase de una jaula a otra. Asimismo, a cada una se la identificó según correspondía el tratamiento a evaluar. En la Figura 9 se presenta el proceso de instalación de las jaulas.

Figura 9. Instalación de jaulas en el estanque



5.6.7 Adecuación de malla antipájaros. La malla antipájaros presentó 0,5 cm de diámetro con dimensiones de 0,5 m de largo y 0,4 m de ancho; se ubicaron encima de cada unidad experimental, esto con el fin de evitar depredadores y que los peces salten por fuera de la jaula. En la Figura 10 se muestra la colocación de la malla antipajaros.

Figura 10. Montaje de malla antipájaros en las jaulas



5.6.8 Instalación de malla polisombra. Para colocar la malla polisombra se necesitó de 4 postes de madera de 3,0 m de largo que se introdujeron igualmente a 20 cm en el fondo del estanque; estos se situaron en cada una de las esquinas a una distancia de 30 cm de estas. Esta malla se instaló para disminuir los rayos directos del sol sobre los alevinos y así evitar lesiones en la piel y por consiguiente enfermedades. En la Figura 11 se muestra la instalación de la polisombra.

Figura 11. Montaje de malla polisombra



5.6.9 Adecuación de la balsa. Para realizar tareas rutinarias y de alimentación se dispuso de un neumático al cual se le colocó dos tablas de madera de 1,5 m de largo y 0,25 m de ancho, estas estaban sujetas con una sogas para tener mayor sostenibilidad. Para el transporte de este entre las jaulas se dispuso de 4,0 postes (2,4 m de altura), dos al final de las jaulas y dos en la orilla del estanque para que sostuvieran la cuerda por donde recorría dicha balsa (Figura 12).

Figura 12. Adaptación de la balsa



5.6.10 Distribución del material biológico. Acostumbrados los alevinos a consumir balanceado y culminada la fase de larvicultura e instaladas las jaulas en el estanque, se realizó la distribución al azar según correspondía el tratamiento en cada unidad experimental, de acuerdo a la densidad de siembra: 1pez/5L; 1pez/10L y 1pez/15L y los niveles de ácido ascórbico: 0,0; 500 y 1000 mg/Kg adicionado al alimento comercial. Los alevinos se transportaron en bolsas plásticas en tres partes de oxígeno por una de agua. Previo a la siembra en las jaulas se efectuó un muestreo inicial de peso y talla del 50% de los individuos de cada tratamiento. En la Figura 13 se indica el proceso de siembra y en las Figuras 14 y 15 se muestra la ubicación de las jaulas y las respectivas unidades experimentales.

Figura13. Siembra de alevinos en cada unidad experimental



Figura 14. Vista lateral de las unidades experimentales

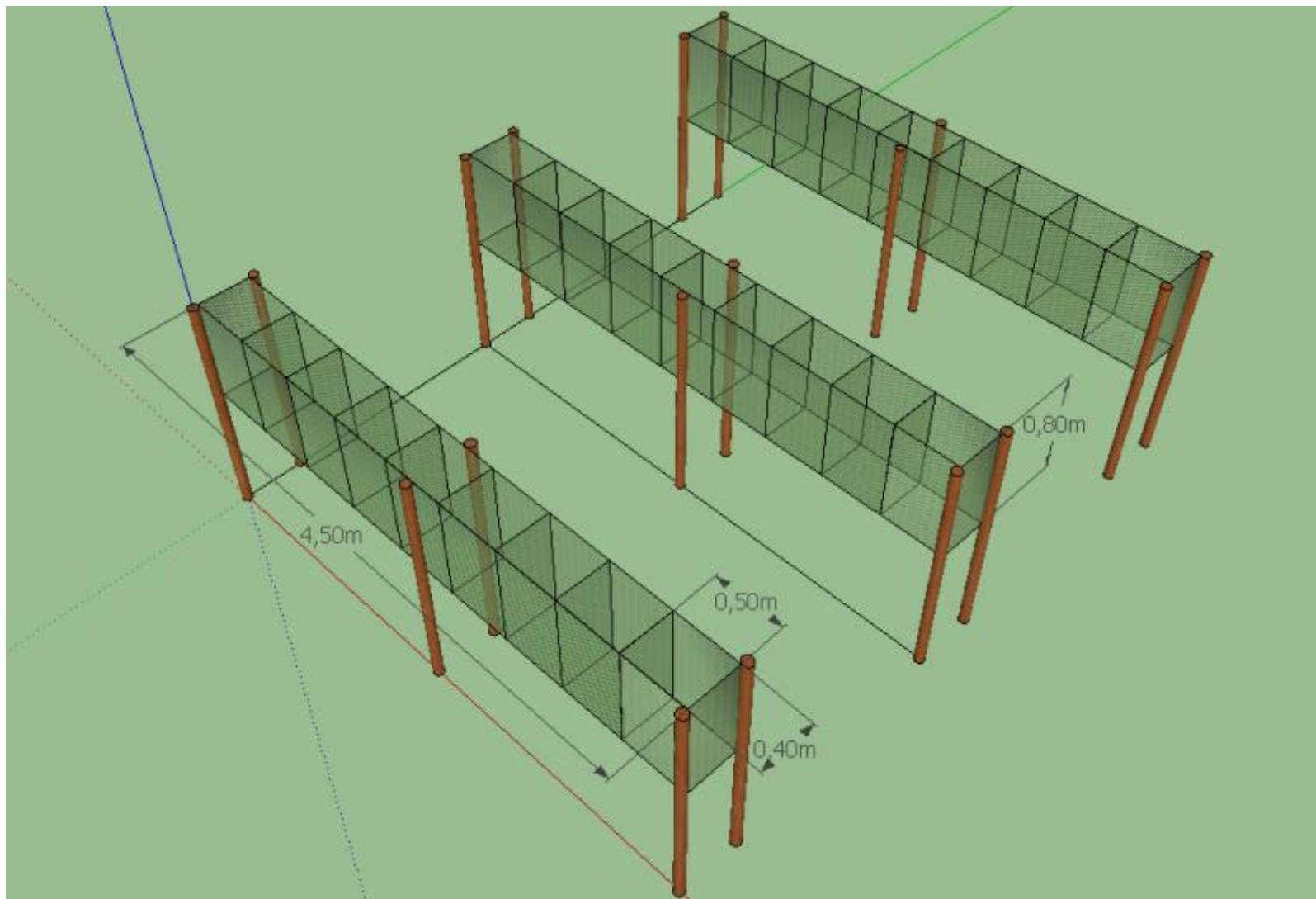
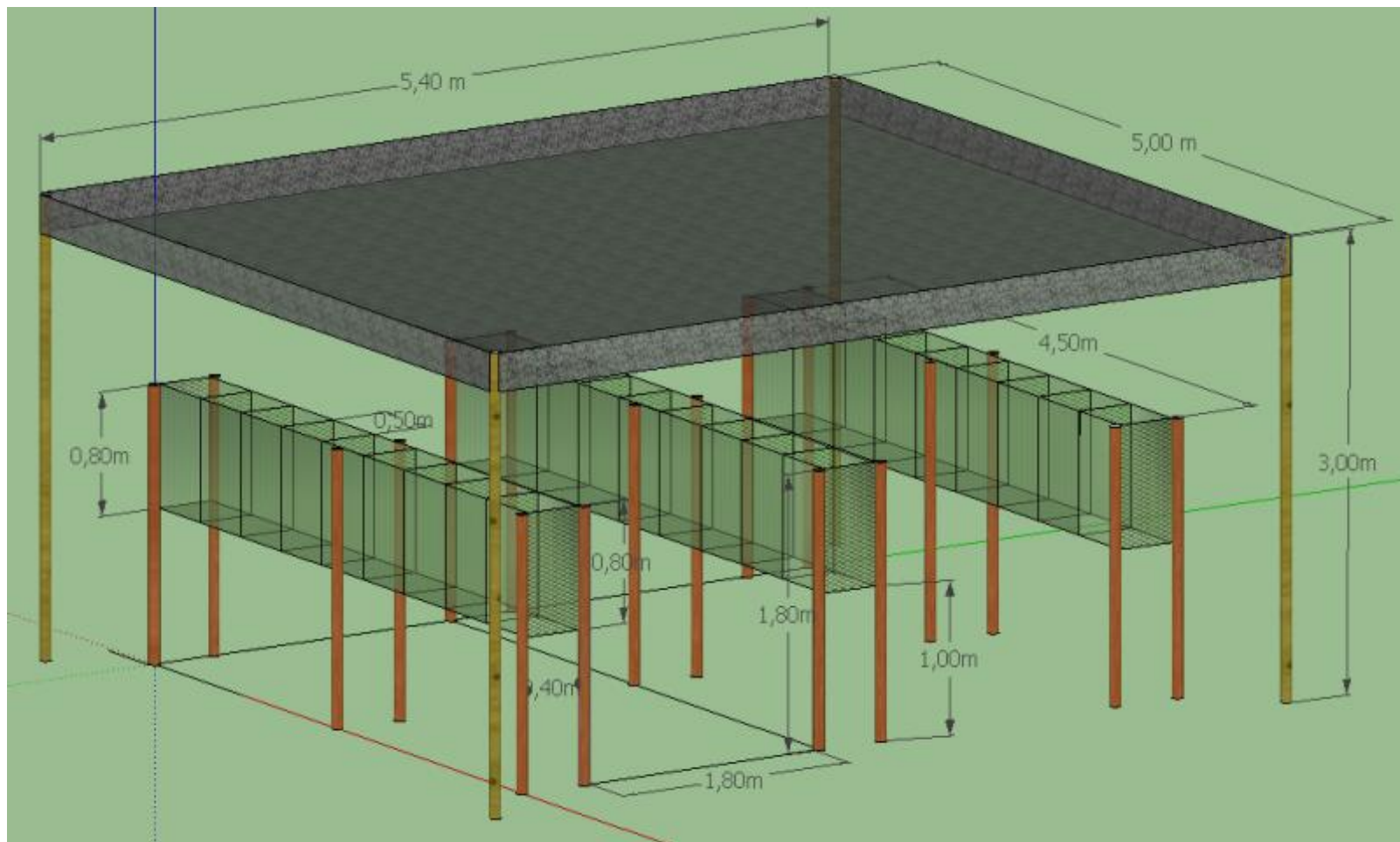


Figura 15. Vista tridimensional de las unidades experimentales



5.6.11 Preparación del alimento. Al concentrado comercial con un nivel de proteína de 45 %, se le adicionó ácido ascórbico, mediante el método de impregnación definido por López y expresado por Espinoza¹¹⁵, para esto, se utilizó como adherente una solución de almidón que se incorporó al alimento. El método consistió en pesar 5,0 g de almidón para mezclarlos en 100 ml de agua; la solución se calentó hasta el punto de ebullición, agitando constantemente, luego se dejó enfriar y posteriormente se adicionó de manera homogénea el monofosfato de ácido ascórbico según el tratamiento a evaluar. Igualmente para los tratamientos que no se incluyó dicha vitamina, se le incorporó el almidón para garantizar que los resultados únicamente se deban a la inclusión de la vitamina y no del almidón.

El concentrado se colocó en bandejas; a este se le adicionó el monofosfato de ácido ascórbico mediante micromezclas. El alimento se dejó secar durante 24 horas a temperatura ambiente para después ser almacenado en recipientes plásticos evitando la humedad. La cantidad de vitamina C adicionada en el alimento se muestra en la Tabla 5 y la demostración de la metodología en la preparación del alimento se indica en la Figura 16.

Tabla 5. Cantidad de ácido ascórbico por Kg de alimento

Nivel	Ácido ascórbico (mg) / Kg de alimento
1	0
2	500
3	1.000

¹¹⁵ COMUNICACIÓN PERSONAL Con Gloria Sandra Espinoza, Docente programa de Ingeniera en Producción Acuícola, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, mayo de 2009.

Figura 16. Preparación del alimento



5.6.12 Análisis bromatológico. Se efectuó el respectivo análisis bromatológico proximal aplicando el método Weende, a las tres dietas para determinar humedad, materia seca, proteína bruta, extracto etéreo, fibra bruta, ceniza y contenido de vitamina C (Anexos B, C y D). Sin embargo, el análisis por el Método Colorimétrico de 2-nitroanilina no permitió cuantificar la vitamina C (Anexo E).

5.6.13 Alimentación. Los alevinos fueron alimentados de acuerdo a la biomasa que se obtuvo durante los muestreos; en los dos primeros meses se suministró alimento al 2,4% de la biomasa y en el último mes se proporcionó al 2,2% de la biomasa de cada tratamiento. La ración diaria se dividió en cuatro comidas (8:00am, 11:00am, 2:00pm y 5:00pm). La Figura 17 muestra el pesaje del alimento para cada unidad experimental y la Figura 18 indica el suministro de éste a los peces.

Figura 17. Pesaje del alimento



Figura 18. Suministro de alimento



5.6.13 Profilaxis. En la siembra y en cada muestreo de los ejemplares de *O. bicirrhossum*, se efectuó un tratamiento profiláctico con 3,0 g de NaCl por cada litro de agua en inmersiones cortas de tres minutos, esto con el fin de prevenir enfermedades causadas por el estrés a causa de la manipulación y el transporte.

5.6.14 Limpieza de las jaulas. Semanalmente se hizo limpieza de las mallas de las jaulas para evitar proliferación de bacterias y hongos que afectarían el

estado sanitario de los peces. Esta limpieza se realizó con cepillos (Figura 19).

Figura 19. Cepillado de las mallas



5.6.15 Muestreos. Los muestreos se efectuaron cada 15 días, para esto se tomó el 50% de la población dependiendo de la densidad de siembra de los tratamientos en cada unidad experimental. Estos muestreos se realizaron con el fin de registrar el peso y la talla de los individuos de Arawana plateada (Figura 20).

Figura 20. Medición de peso y talla de alevinos de *O. bicirrhossum*



5.6.16 Recambios de agua. El recambio de agua del estanque fue del 10% diario, para reducir las concentraciones de amonio y compensar agua que se disipó por filtración y evaporación.

5.6.17 Parámetros físicos y químicos del agua. Mediante un kit de análisis de agua tipo HACH, se determinó semanalmente las condiciones físicas y químicas del agua como pH, temperatura (T°C), oxígeno disuelto (O₂), alcalinidad, dureza y cada dos semanas la cantidad de amonio presente en el agua del estanque. En la Figura 21 se indica la cuantificación de los parámetros del agua.

Figura 21. Toma de parámetros físicos y químicos del agua



5.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño factorial 3^2 , el cual estuvo conformado por nueve tratamientos y tres replicas cada uno, para un total de veintisiete unidades experimentales. Los factores evaluados fueron densidad de siembra y cantidad de vitamina C en el alimento; cada factor presentó tres niveles.

Para determinar la existencia de diferencias significativas se realizó un análisis de varianza, para aquellas variables que no cumplieron los supuestos estadísticos se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis; en aquellas que existieron diferencias se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. En el caso de la variable sobrevivencia se empleó la prueba de Brand Snedecor para analizar estados de esta.

5.7.1 Modelo matemático. De acuerdo con Montgomery¹¹⁶ y Rodríguez,¹¹⁷ el modelo matemático aplicado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \gamma_j + (\beta\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable respuesta

μ = media poblacional

β_i = efecto de la i-esíma densidad

γ_j = efecto de la j-esíma cantidad de fosfato de ácido ascórbico adicionado al alimento.

$(\beta\gamma)_{ij}$ = efecto de la interacción entre densidad y cantidad de fosfato de ácido ascórbico adicionado al alimento.

ε_{ijk} = error experimental asociado a la k-ésima unidad experimental.

5.7.2 Tratamientos. Para el desarrollo de esta investigación se evaluaron nueve tratamientos correspondientes a la interacción entre la densidad de siembra y la cantidad de vitamina C adicionada al alimento comercial, tal como se describen en la Tabla 6.

Tabla 6. Distribución de tratamientos

Cantidad de Vitamina	Densidad y número de individuos por tratamiento		
	D1	D2	D3
mg/kg	1,0 alevino / 5 L	1,0 alevino / 10 L	1,0 alevino / 15 L
V1: 0	24	12	8
V2: 500	24	12	8
V3: 1.000	24	12	8

De esta manera, los tratamientos se ajustaron a la siguiente nomenclatura:

T1: D1V1 (1pez/5L+ 0 mg/Kg ácido ascórbico)

T2: D2V2 (1pez/10L + 500 mg/Kg ácido ascórbico)

¹¹⁶ MONTGOMERY, Douglas. Diseño y análisis de experimentos. Estados Unidos: Limusa Wiley. 2003. p. 207

¹¹⁷ RODRIGUEZ, Jaime. Métodos de investigación pecuaria. México: Trillas. 1991. p. 45.

T3: D3V3 (1pez/15L + 1000 mg/Kg ácido ascórbico)
 T4: D1V2 (1pez/5L + 500 mg/Kg ácido ascórbico)
 T5: D2V3 (1pez/10L + 1000 mg/Kg ácido ascórbico)
 T6: D3V1 (1pez/15L + 0 mg/Kg ácido ascórbico)
 T7: D1V3 (1pez/5L + 1000 mg/Kg ácido ascórbico)
 T8: D2V1 (1pez/10L + 0 mg/Kg ácido ascórbico)
 T9: D3V2 (1pez/15L + 500 mg/Kg ácido ascórbico)

La distribución de las unidades experimentales en las jaulas se estableció de manera aleatoria, como se muestra en el Tabla 7.

Tabla 7. Distribución aleatoria de las unidades experimentales

Jaula A		Jaula B		Jaula C	
Sección N°	Tratamiento	Sección N°	Tratamiento	Sección N°	Tratamiento
1	T1	1	T4	1	T7
2	T5	2	T5	2	T2
3	T6	3	T6	3	T5
4	T4	4	T3	4	T9
5	T3	5	T8	5	T1
6	T9	6	T1	6	T4
7	T2	7	T9	7	T8
8	T7	8	T2	8	T6
9	T8	9	T7	9	T3

5.7.3 Formulación de hipótesis. Las hipótesis planteadas son:

Hipótesis nula (H₀). Los niveles de densidad de siembra y de ácido ascórbico son iguales en las variables evaluadas.

H₀: $\mu_i = \mu_j$; ($i \neq j$); $i, j = 1, 2, 3$.

Hipótesis alterna (H₁). Existe por lo menos un nivel diferente de densidad de siembra y de ácido ascórbico en las variables evaluadas.

H₁: $\mu_i \neq \mu_j$; ($i \neq j$); $i, j = 1, 2, 3$.

5.7.4 Variables a evaluar. Las variables evaluadas fueron las siguientes:

❖ **Incremento de peso.** Se define como la ganancia de peso del individuo o la población en un determinado periodo de tiempo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$IP = Wf - Wi$$

IP: Incremento de peso
Wf: Peso final en gramos
Wi: Peso inicial en gramos

❖ **Incremento de longitud.** Es el incremento de talla estimado en un periodo de tiempo, se calcula mediante las diferencias de longitud.

$$IL = Lf - Li$$

IL: Incremento de longitud
Lf: Longitud final en centímetros
Li: Longitud inicial en centímetros

❖ **Conversión alimenticia aparente.** Es la relación entre las unidades de alimento suministrado y las unidades de peso producido durante la fase experimental y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$CAA = \frac{As}{Ip}$$

CAA: Conversión alimenticia aparente
As: Alimento suministrado (g)
Ip: Incremento de peso (g)

❖ **Tasa de crecimiento específica.** Determina el crecimiento de los peces en función del peso final, peso inicial y días de crecimiento, empleando la expresión:

$$TCE = \frac{(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial})}{\text{tiempo}} * 100$$

TCE: Tasa de crecimiento específica
Ln peso final: logaritmo natural del peso final
Ln peso inicial: logaritmo natural del peso inicial

❖ **Tasa de sobrevivencia (%S).** Corresponde al porcentaje de animales que sobreviven al final del periodo experimental.

$$\%S = \frac{NF}{NI} \times 100$$

Donde:

S%: Porcentaje de sobrevivencia
NF: Número total de animales sobrevivientes al final del periodo de estudio
NI: Número inicial de animales en el periodo de estudio

Para determinar las diferencias estadísticas significativas con relación a esta variable se utilizó la prueba de Brand Snedecor, descrita por Snedecor y Cochran¹¹⁸. Esta variable binominal discreta, se calcula con la siguiente fórmula:

$$X^2c = \frac{\sum ai*pi - p*\sum ai}{pq}$$

$X^2c \geq X^2_{1-\alpha}$ Existen diferencias estadísticas significativas.

Donde:

x^2c : Chi cuadrado
ai: Número de éxitos
p: Número de probabilidad de éxitos en una sola prueba
pi: probabilidad asociado al i-ésimo elemento
q: 1 – p

H₀: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9$. Los tratamientos aplicados no presentan diferencias significativas con respecto a la media en la variable sobrevivencia.

¹¹⁸ SNEDECOR, George W y COCHRAN, William G. Statistical Methods: Iowa, State University Press, 8ª edición. 1989., p.203-204.

H₁: $\mu_1 \neq \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9$. Por lo menos uno de los tratamientos presenta un efecto medio diferente en la variable supervivencia.

❖ **Análisis de relación beneficio - costo.** Es el cociente que resulta de dividir los beneficios (flujos de efectivo) entre los costos variables, a precios actuales de acuerdo a la siguiente fórmula:

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

RBC: Relación beneficio costo

B: Beneficio

C: Costo

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para garantizar uniformidad en la distribución del material biológico se realizó un análisis de varianza simple a los valores de peso y longitud inicial. Las variables: incremento de peso, incremento de talla, conversión alimenticia aparente, tasa de crecimiento específico se evaluaron mediante un diseño factorial 3^2 ; asimismo, se realizaron las pruebas de normalidad, homosceasticidad e independencia para verificar los respectivos supuestos, encontrando que no existe un patrón definido que indique el no cumplimiento de estos, a excepción de la tasa de crecimiento específico, para cuyo análisis se procedió a aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. La variable sobrevivencia se analizó mediante la prueba de Brand Snedecor y también se determinó la relación beneficio - costo para cada uno de los tratamientos. Los resultados encontrados son los siguientes:

6.1 ANÁLISIS DE PESOS Y TALLAS

El análisis de varianza simple (confiabilidad del 95%) efectuado para el peso y longitud promedio inicial de los nueve tratamientos, no estableció diferencias estadísticas significativas (Anexo F y G), por lo tanto, la distribución del material biológico no ocasionó fuente de variación.

En cuanto a los valores de peso y longitud promedio finales, no mostraron diferencias estadísticas significativas, según el análisis de varianza del diseño factorial, confiabilidad del 95% (Anexo H y I).

6.2 INCREMENTO DE PESO

La variable permitió, determinar el comportamiento del peso, el incremento promedio diario, quincenal (muestreo) y la ganancia final de peso en los juveniles de Arawana plateada, cultivados bajo diferentes densidades de siembra y niveles de inclusión de ácido ascórbico en la alimentación durante tres meses de estudio.

En cuanto al comportamiento del peso (Tabla 8 y Figura 22), es preciso señalar que al inicio de la investigación las poblaciones de cada tratamiento presentaron coeficientes de variación relativamente altos. Sin embargo, la variación disminuyó a medida que transcurrió el tiempo.

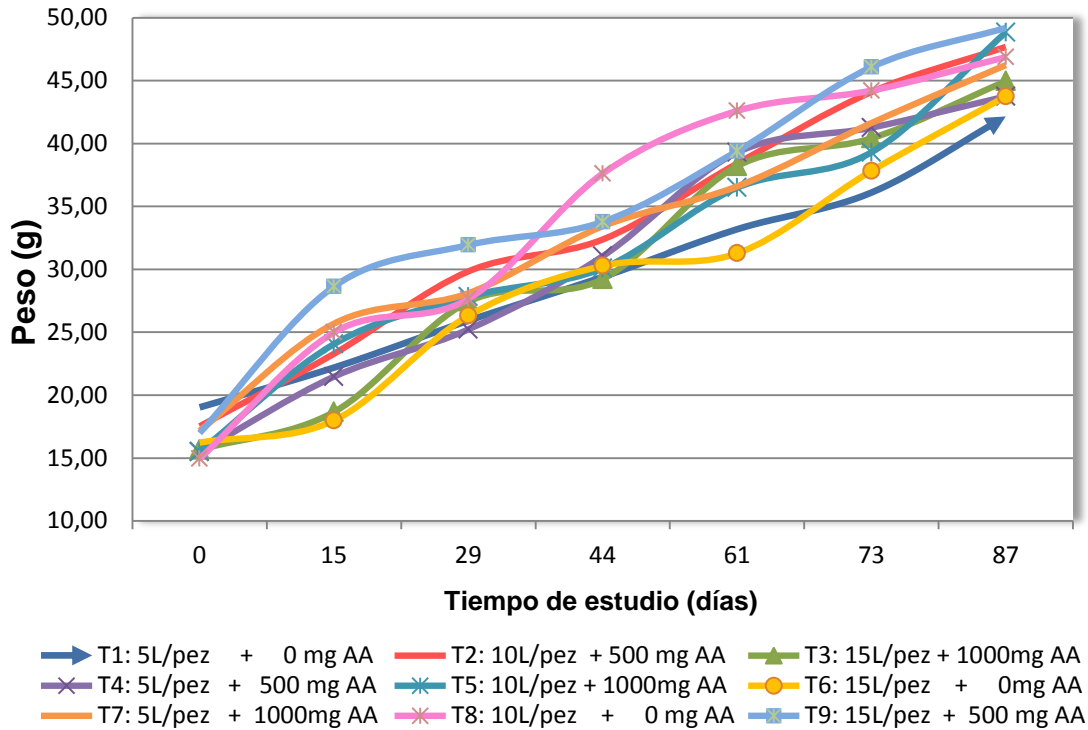
En tal situación, Lucero y Sanguino¹¹⁹, al evaluar tres densidades de siembra en *Arapaima gigas*, observaron reducción de los coeficientes de variación y manifestaron que, un buen manejo de la alimentación y densidades de siembra adecuadas otorga una población más homogénea.

Tabla 8. Pesos promedios (g) en cada muestreo

Trata- miento	Día 0 (inicio)	Día 15	Día 29	Día 44	Día 61	Día 73	Día87 (final)
T1	19,02 ± 7,78	22,18 ± 7,02	25,91 ± 8,40	29,38 ± 8,10	33,18 ± 12,14	36,09 ± 13,35	42,15 ± 13,87
T2	17,53 ± 6,05	23,29 ± 5,73	29,84 ± 5,69	32,38 ± 6,61	38,41 ± 5,82	44,10 ± 6,24	47,69 ± 9,91
T3	15,67 ± 8,81	18,66 ± 9,11	27,43 ± 11,38	29,23 ± 8,21	38,21 ± 10,67	40,42 ± 7,87	44,96 ± 16,58
T4	15,49 ± 6,38	21,47 ± 8,04	25,23 ± 8,11	31,05 ± 8,43	39,30 ± 8,97	41,27 ± 9,93	43,75 ± 11,06
T5	15,52 ± 7,25	24,06 ± 7,05	27,83 ± 7,65	30,09 ± 8,83	36,49 ± 9,48	39,31 ± 10,58	48,85 ± 13,33
T6	16,23 ± 6,81	17,99 ± 7,32	26,31 ± 9,04	30,28 ± 8,07	31,27 ± 6,98	37,83 ± 8,88	43,76 ± 8,83
T7	17,17 ± 7,31	25,69 ± 6,87	28,10 ± 9,06	33,43 ± 9,67	36,59 ± 8,46	41,63 ± 10,04	46,25 ± 12,41
T8	14,94 ± 6,37	24,99 ± 7,54	27,65 ± 9,12	37,62 ± 8,63	42,60 ± 15,31	44,22 ± 11,92	46,88 ± 11,85
T9	16,98 ± 8,11	28,64 ± 10,81	31,93 ± 11,34	33,78 ± 9,43	39,40 ± 14,81	46,08 ± 14,35	49,20 ± 14,80

¹¹⁹ LUCERO SALCEDO, Ruth Dayana y SANGUINO ORTIZ., Op cit. p. 65.

Figura 22. Curva de crecimiento en peso



En la anterior gráfica, la curva de crecimiento en peso muestra un comportamiento progresivo y se presenta de manera similar en todos los tratamientos. Sin embargo, en el segundo mes de cultivo los tratamientos ocho y nueve fueron superiores, a la vez que el tratamiento seis registró un crecimiento más lento, pero en el último mes fue superior al tratamiento uno.

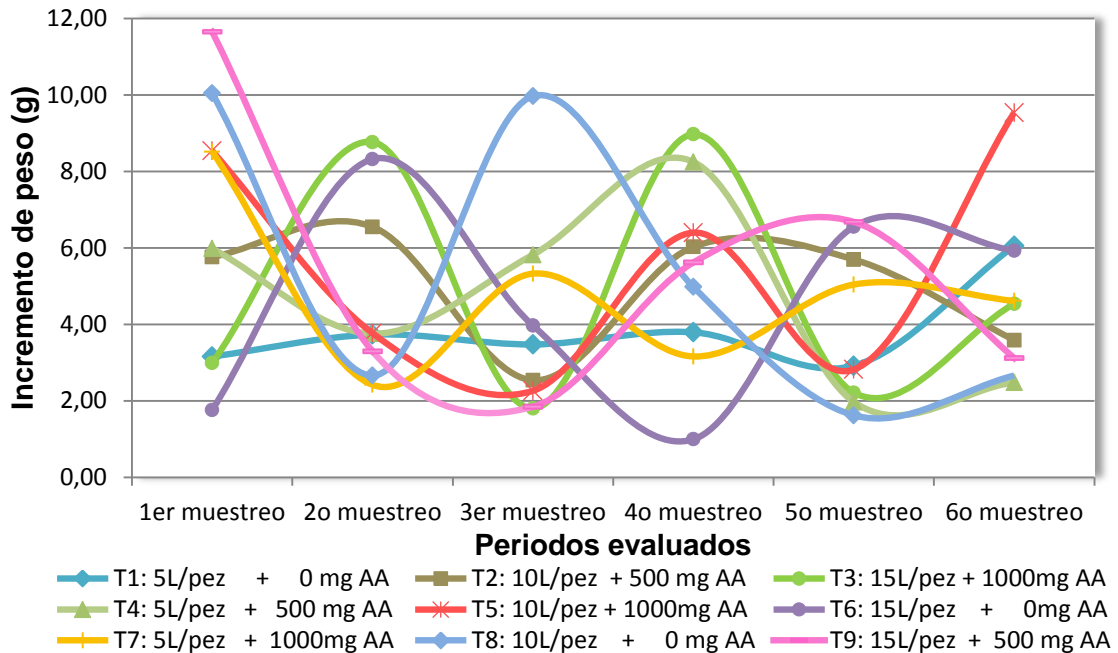
Los resultados para el incremento de peso diario, por muestreo (quincenal) y la ganancia al final se presentan en la Tabla 9 y Figuras 23 y 24.

Tabla 9. Incremento de peso diario, por muestreo (quincenal) y ganancia final

Tratamiento	Incremento promedio diario (g)	Incremento promedio quincenal (g)	Ganancia final (g)
T1	0,27	3,86	23,13
T2	0,35	5,03	30,17
T3	0,34	4,88	29,29
T4	0,32	4,71	28,26
T5	0,38	5,55	33,33
T6	0,32	4,59	27,53
T7	0,33	4,85	29,08
T8	0,37	5,32	31,93
T9	0,37	5,37	32,21

Referente al incremento de peso diario, se consigue valores superiores para el tratamiento cinco con 0,38 g/día análogo a 5,6 g/quincenal y 11,1 g/mes; a la vez, el tratamiento uno que manejó una densidad alta y no incluyó ácido ascórbico en la dieta reportó el menor incremento de peso diario con 0,27 g/día; 3,86 g/quincenal y 7,71 g/mes.

Figura 23. Comportamiento del incremento de peso por muestreo



Según la Figura 23, el incremento de peso por muestreo tiene una conducta variable, en la que se observa aumentos y descensos. El comportamiento oscilante señala que entre todos los muestreos, el tratamiento nueve registró el máximo valor de incremento con 11,7 g, éste se registró en los primeros quince días del estudio, luego su desarrollo se redujo. En contraste, el tratamiento cinco obtuvo incrementos bajos al inicio y altos al final.

En general el comportamiento oscilante de esta investigación se asemeja con el planteamiento que hacen Rubiano y Landines,¹²⁰ al afirmar que el crecimiento de la arawana plateada puede crecer y decrecer en la fase larva-alevino.

El comportamiento del crecimiento (aumentos y descensos) está asociado con la cantidad de alimento ingerido. En días de lluvias intensas no fue posible suministrar la cantidad total de alimento calculado para cada ración, y

¹²⁰ RUBIANO, W y LANDINES, M. Evaluación del crecimiento de *Osteoglossum bicirrhosum* durante la fase larva-alevino. Bogotá, Colombia. 2007. p. 1. [citado 5 de diciembre de 2010]. Disponible en internet: <URL: http://www.veterinaria.unal.edu.co/eventos/el/valor%20agregado.ppt>.

en efecto concuerda con los incrementos más bajos conseguidos en esos periodos. A pesar que la fluctuación de los parámetros físicos y químicos del agua del estanque no fue drástica, se observó que el promedio más bajo de temperatura también coincide con valores promedios menores de crecimiento; de esta manera, la caracterización anterior se ajusta con el planteamiento que hace Jover¹²¹ de que “el crecimiento de los peces está determinado fundamentalmente por la cantidad de alimento ingerido y por la temperatura del agua”. El autor también manifiesta, que el metabolismo de los peces funciona de forma óptima dentro de un rango adecuado de temperatura, en el que se presenta consumo de alimento y crecimientos máximos.

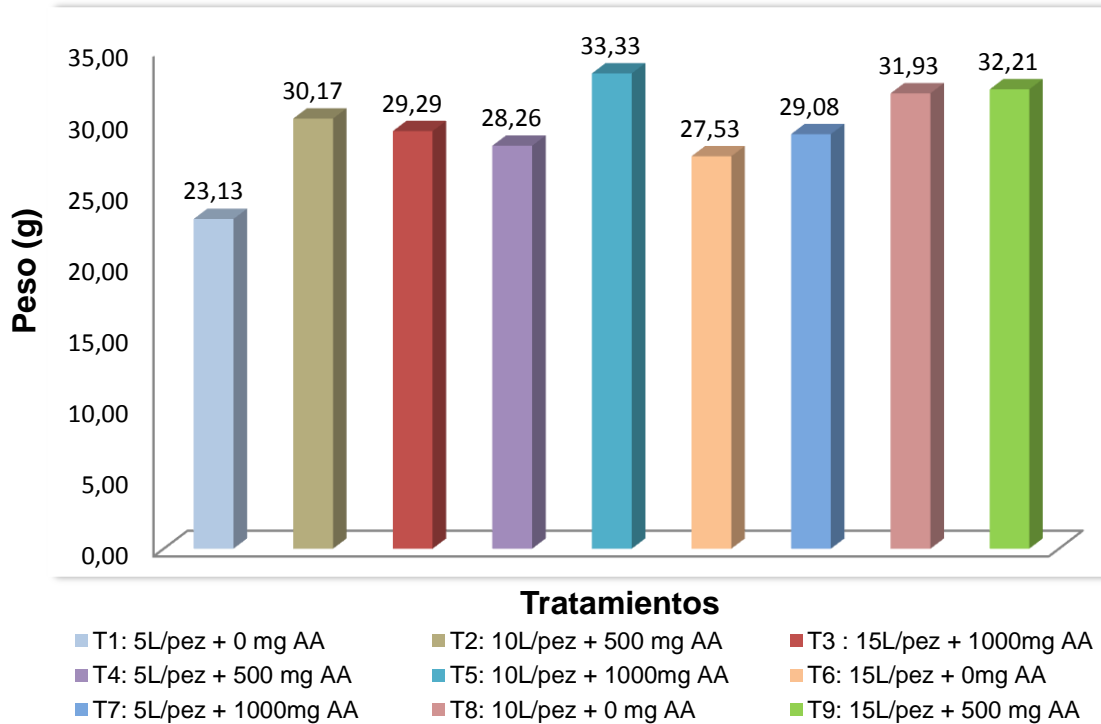
Además, Maroñas¹²² afirma que el crecimiento de un organismo implica un cambio de tamaño en el tiempo. Se puede medir este cambio utilizando como variables, principalmente, a la longitud o al peso. Un individuo obtiene energía del alimento y esa energía puede ser destinada a crecimiento, reproducción o actividad. El mismo autor cita a Bertalanffy quien sustenta que el crecimiento en los peces es el resultado neto de dos procesos opuestos, el catabolismo y el anabolismo. Los procesos anabólicos involucran a la síntesis de proteínas, mientras que los catabólicos son su degradación. Y la FAO¹²³ manifiesta que el crecimiento en peso se realiza en buena parte mediante la adición de tejidos blandos, incluida la grasa y estas reservas de grasa pueden modificarse rápidamente en condiciones adversas.

¹²¹ JOVER CERDÁ, Miguel. Estimación del crecimiento, tasa de alimentación y producción de desechos en piscicultura mediante un modelo bioenergético. En: Revista Aquatic. Departamento de Ciencia Animal. Laboratorio de Acuicultura Universidad Politécnica de Valencia. Vol 9, (marzo de 2000). p. 1. Disponible en Internet: <URL: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/html/art906/desechos.htm>

¹²² MAROÑAS, Miriam. Crecimiento individual en peces., s.n.e. p.1. [citado marzo de 2011]. Disponible en internet: <URL: <http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecopoblaciones/TP/Maro%202006%20%20Crecimiento%20individual%20en%20peces.pdf>

¹²³ DEPOSITO DE DOCUMENTOS DE LA FAO. factores que influyen el crecimiento. p.23. citado marzo de 2011]. Disponible en internet: <URL: <http://www.fao.org/DOCREP/003/T0537S/T0537S07.HTM>

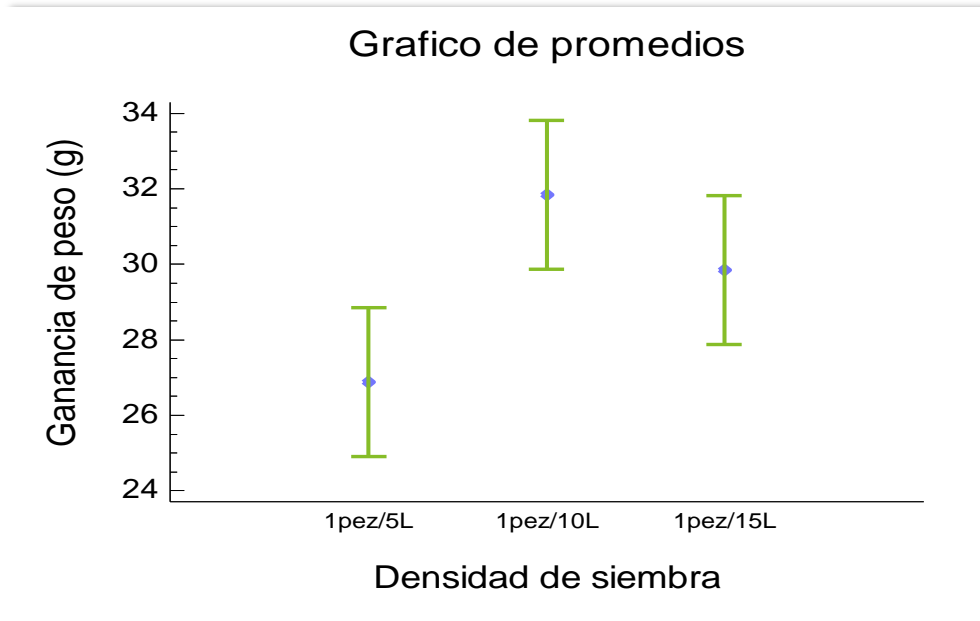
Figura 24. Ganancia de peso en cada tratamiento



De acuerdo con la Figura 24, las mejores ganancias de peso se obtuvieron en los tratamientos cinco, nueve, ocho y dos con 33,33; 32,21; 31,93 y 30,17 g respectivamente, mientras que las ganancias de peso mas bajas, se presentaron en el tratamiento uno con 23,13 g y el tratamiento seis con 27,53 g.

Según el análisis de varianza, para el diseño factorial con un 95% de confianza, la densidad de siembra tiene efecto estadísticamente significativo en la ganancia de peso de los juveniles de arawana plateada (Anexo J), asimismo, la prueba de contraste múltiple de Tukey, confiabilidad del 95%, estableció diferencias significativas entre las densidades de 1pez/5L y 1pez/10L (Anexo K), en tanto que, la densidad de 1pez/10L y 1pez/15L son iguales e indican los mejores promedios para la ganancia de peso con 31,83 y 29,83 g respectivamente (Figura 25).

Figura 25. Promedios de ganancia de peso para cada nivel de densidad de siembra



La Figura 25 relaciona los promedios de ganancia de peso alcanzados en cada nivel de densidad de siembra, mostrando que a mayor densidad se consigue menor ganancia de peso. Pero, al comparar la ganancia de peso promedio para la densidad media y baja, se observa que la densidad media (1,0 pez/ 10L) consigue mejores incrementos de peso, lo cual puede ser explicado por el comportamiento gregario de la especie, es decir, la conformación de pequeños grupos dentro de una población; este tipo de conducta puede influir de alguna manera en su desarrollo. Además, en los tratamientos con densidades de 1pez/15L se notó menos agilidad al consumir alimento, puesto que esta cantidad fue menor con respecto a la densidad media; de tal manera que la mayor disponibilidad de alimento motivaba a los juveniles de arawana a salir rápidamente a consumirlo.

Al respecto Miranda, sostiene que:

Los animales suelen intercambiar información que les ayuda a coordinar sus principales actividades vitales; de esta manera, en el aprendizaje social, la presencia de un animal puede influir en forma significativa en el conocimiento adquirido por otro. Los animales que viven en grupos pueden beneficiarse "copiando" comportamientos que otros miembros del grupo

adquirieron a través de un proceso de ensayo y error¹²⁴.

Los resultados encontrados en este estudio para el incremento promedio día de la densidad 1pez/10L es de 0,37 g/día.

Referente a este resultado, Castro y Santamaría citados por Voto Bernales¹²⁵, realizaron un estudio con arawana a una densidad de 1pez/m². Durante 410 días, los peces fueron alimentados con alimento comercial. Los resultados en cuanto a ganancia de peso fueron de 0,15 g/día.

Asimismo, Rodríguez, *et al.*,¹²⁶ evaluaron la biomasa inicial de siembra de alevinos de arawana plateada. Trabajaron tres densidades: 2,5; 5,0 y 7,5 g/L; el estudio se desarrolló en acuarios por un lapso de 30 días, los alevinos fueron alimentados a voluntad con alimento comercial de 45% de proteína bruta. Los resultados no mostraron diferencias significativas. Sin embargo, la densidad de 2,5g/L presentó el mejor rendimiento en cuanto a ganancia de peso con 2,5 g, semejante a 0,08 g/día.

En otro estudio, Rodríguez *et al.*,¹²⁷ investigaron el desempeño productivo de juveniles de arawana plateada bajo una densidad constante de 5,0g/L y cuatro tipos de alimento: T1 comercial, T2 y T3 artesanal elaborados a base de ingredientes de la región y T4 alimento vivo (comején), el estudio lo desarrollaron en jaulas por un periodo de 45 días. Los mejores resultados en cuanto a ganancia de peso se registró en el tratamiento uno es decir aquellos peces que fueron alimentados con alimento comercial, obteniéndose una ganancia de peso promedio de 13,93 g, equivalente a 0,31g/día.

¹²⁴ MIRANDA DE LA LAMA, Genaro Cvabodni. Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral. En: Revista electrónica de veterinaria. Zaragoza, España: REDVED 1695-7504.Vol. IX N° 10B, 2008. p. 7-8.

¹²⁵ VOTO BERNALES, Jorge. Diagnóstico de los recursos hidrobiológicos del amazonas. s.n.e. citado el 29 de abril de 2009. p.77. Disponible en internet URL: <http://www.siamazonia.org.pe/Archivos/publicaciones/SPT-TCA-PER-22.pdf>

¹²⁶ RODRIGUEZ, *et al.*, Aportes al manejo en cautiverio post-captura de alevinos de arawana *Osteoglossum bicirrhosum* evaluando biomasa inicial de siembra. Op cit. p. 114.

¹²⁷ RODRIGUEZ, C.M; ALONSO, J.C y LANDINES, M.A. Desempeño de juveniles de arawana *Osteoglossum bicirrhosum* alimentados con cuatro dietas y manejados en jaulas, sector de frontera Brasil-Colombia-Perú. En: III congreso colombiano de acuicultura. Santa Marta, Colombia: Universidad del Magdalena, (4 -6 de octubre, 2006). p. 100.

Mientras que, Sánchez, *et al.*¹²⁸, desarrollaron ensayos de levante de alevinos de arawana en sistemas semi-naturales. Para este estudio se instalaron 12 jaulas flotantes de 1,0m³ y se sembraron 30 individuos con una longitud estándar promedio de 7,0 cm y 1,0 g de peso corporal. Evaluaron el crecimiento con un nivel de proteína del 45%. Los tratamientos fueron: T1 balanceado elaborado por el Departamento de Zootecnia de la UNAL+ lámpara caza insectos; T2 concentrado comercial + lámpara caza insectos; T3 alimento elaborado con ingredientes de la región + lámpara caza insectos y T4 concentrado comercial. Al cabo de 70 días, la ganancia de peso no mostró diferencias significativas, no obstante, el T2 alcanzó el mejor resultado con $3,87 \pm 0,05$ g, igual a 0,06 g/día.

Por otra parte Rodríguez *et al.*,¹²⁹ evaluaron cuatro modelos de curvas de crecimiento en juveniles de *Osteoglossum bicirrhosum* (Logístico, Richards, Von Bertalanffy y Gompertz), en el estudio se emplearon 322 juveniles de arawana. Durante cinco meses, fueron mantenidos en 18 acuarios de 10 L y alimentados con concentrado comercial del 42% PB. Al concluir el estudio obtuvieron una ganancia de peso de 13,98 g, lo que corresponde a 0,09 g/día.

También, López y Cárdenas al evaluar el efecto de la inclusión de probióticos e inmunoestimulantes en el crecimiento y supervivencia de alevinos de Arawana plateada manejados en condiciones de laboratorio bajo una densidad de 2,4 L/pez. Al concluir 15 semanas de estudio encontraron crecimientos de 0,21g/día.

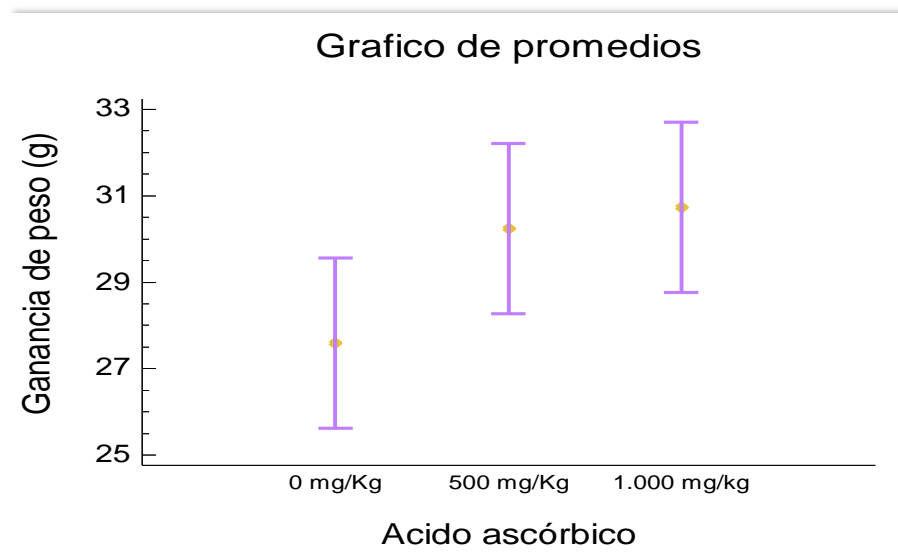
¹²⁸ SÁNCHEZ, C.L; CHAPARRO, J.P; ALONSO, J.C y AGUDELO, E. Ensayos de levante de alevinos de arawana *Osteoglossum bicirrhosum* en sistemas semi-naturales. Parque nacional natural la Paya, río Putumayo- amazonia colombiana. En: IV seminario nacional de acuicultura. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, (21-25 de noviembre, 2005). p. 115.

¹²⁹ RODRIGUEZ, C.M; ALONSO, J.C y LANDINES, M.A. Evaluación de cuatro modelos de crecimiento en juveniles de Arawana *Osteoglossum bicirrhosum* manejada en cautiverio en la Amazonia Colombiana. Bogotá. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2009. p.1.

Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio son menores a los reportados por Hernández *et al*¹³⁰, quienes investigaron el crecimiento de *O. bicirrhosum* en sistemas cerrados de recirculación a una densidad de siembra de 1 alevino /16,66L. Después de cuatro meses, obtuvieron ganancias de peso de 54,76 g, igual a 0,46 g/día.

Respecto a la inclusión de ácido ascórbico en el alimento, el análisis de varianza no precisó diferencias estadísticas significativas en la ganancia de peso de los juveniles de arawana; no obstante, la incorporación de este nutriente permitió conseguir un mayor rendimiento productivo en la ganancia de peso, por consiguiente, la suplementación de ácido ascórbico ofrece una alternativa en el mejor desempeño de *Osteoglossum bicirrhosum* al ser cultivados a altas densidades en volúmenes pequeños. Tal como se indica en la Figura 26.

Figura 26. Promedios de ganancia de peso para cada nivel de ácido ascórbico



¹³⁰ HERNÁNDEZ, C; MORENO, P; GOMEZ, E; HURTADO, H y RODRIGUEZ, D. Estudio preliminar del crecimiento de juveniles de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en sistemas cerrados de recirculación. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Memorias IV Congreso Colombiano de Acuicultura. Universidad de Antioquia. Colombia. 2008. p.5. [citado 2 de noviembre de 2010]. Disponible en internet:<URL:<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/503/470>>

De la anterior figura, la ganancia de peso es menor en los tratamientos que no recibieron ácido ascórbico con respecto a los grupos con dietas suplementadas. Los valores promedios obtenidos en cada nivel fueron: 27,59g; 30,24 g y 30,72 g para 0mg/kg; 500 mg/kg y 1.000 mg/kg correspondientemente.

Al respecto, Corredor y Landines¹³¹ manifiestan que al suplementar la dieta de *Lateolabrax japonicus* con vitamina C, la respuesta inmune fue mejor, además obtuvieron mayor ganancia de peso y sobrevivencia. Los mismos autores citan a Wang *et al*, quienes compararon el L-ascorbil-2-monofosfato-Ca y L-ascorbil-2-monofosfato-Na/Ca sobre el crecimiento de *Sebastes schlegeli*, utilizando una dieta control sin vitamina y dietas con niveles de suplementación de 50, 100, 200, 400 y 800 mg/kg de ácido ascórbico durante 12 semanas, y lograron establecer que el grupo sin suplementación mostró un crecimiento significativamente menor en comparación a los grupos con dietas suplementadas, con todo, no se indicaron diferencias entre las dos sustancias utilizadas durante el estudio.

También, se realizó un estudio en *Cyprinus carpio*, para determinar los requerimientos de vitamina C a diferentes temperaturas de cultivo y el efecto en la composición lipídica del pez, en este estudio se encontró que a mayor temperatura había mayor requerimiento de ácido ascórbico; asimismo, concluyó que la temperatura y la vitamina C influyen en la composición lipídica del hígado y el músculo.

En un estudio realizado por Petriella citado por Fenucci y Fernández,¹³² investigó el efecto del ácido ascórbico en el crecimiento del camarón argentino *Artemesia longinaris* y observó que los camarones alimentados con niveles de 300 y 600 mg de vitamina C por kg de alimento presentaron buenos valores de incremento en peso.

Por otro lado, la interacción de los dos factores de estudio no estableció diferencias significativas en la ganancia de peso. Sin embargo, los resultados mostraron que en la densidad alta (1pez/5L) se consigue ganancias más bajas de peso y aún más si no se incluye vitamina en la dieta.

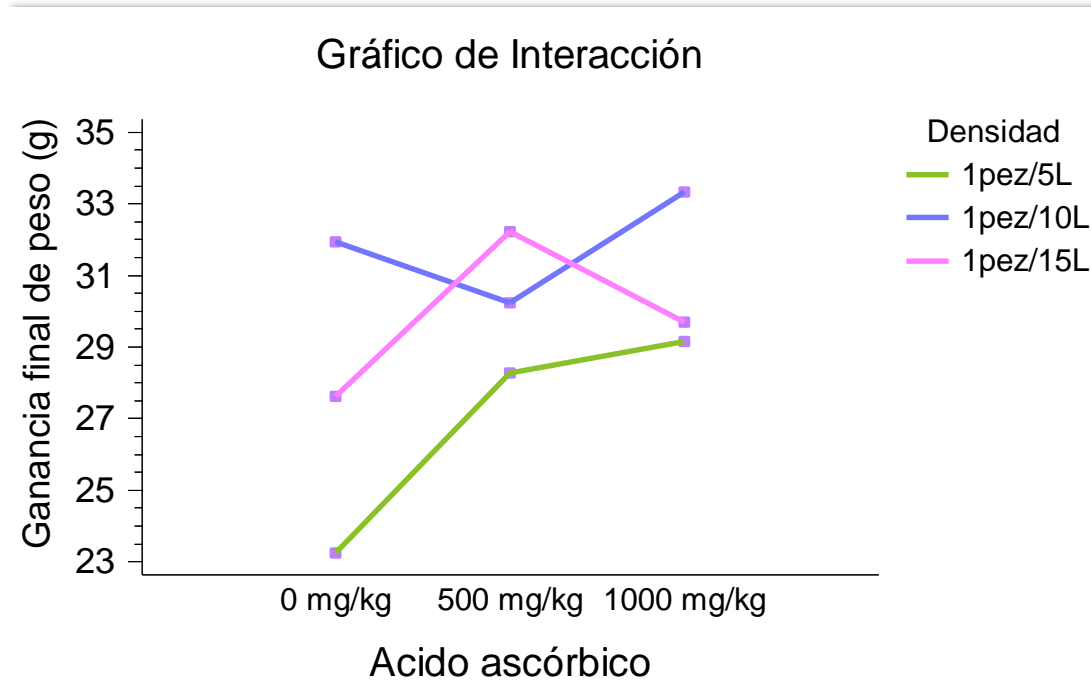
También se observó que la densidad de 1pez/15L, presenta mejores resultados con la inclusión de 500 mg/kg, puesto que al incluir 1000 mg/kg el

¹³¹ CORREDOR, A.S y LANDINES, M.A. Op cit.p. 56.

¹³² FENUCCI, Jorge Lino y FERNÁNDEZ GIMÉNEZ, Analía. Op cit., p 8.

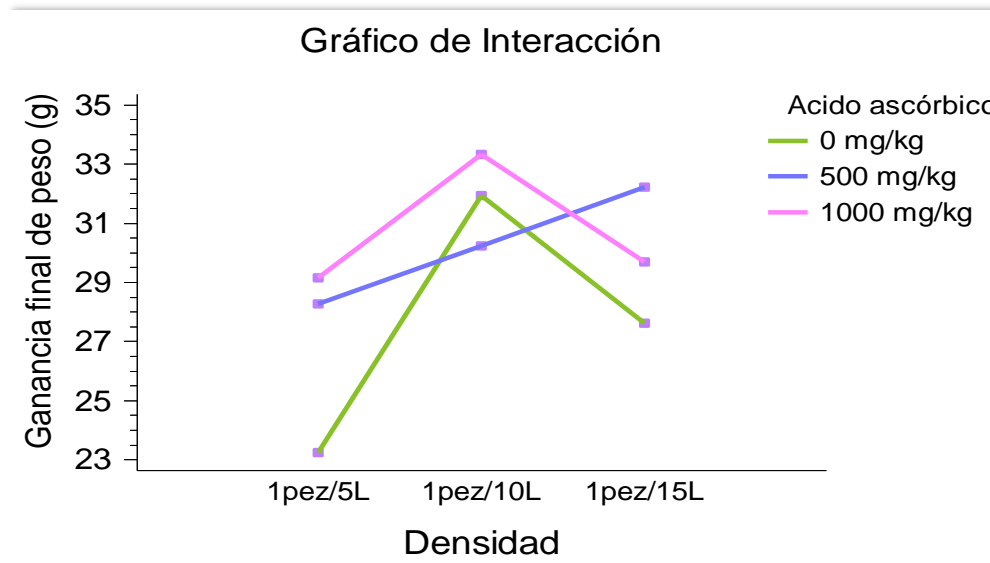
incremento se reduce. Simultáneamente, la densidad de 1pez/10L, consigue buenas ganancias de peso con la inclusión de 1000 mg/kg (Figura 27).

Figura 27. Interacción de la densidad de siembra con la inclusión de ácido ascórbico en el alimento sobre el incremento de peso final



Asimismo, se notó que la inclusión de 500 mg/kg produce de manera regular un mejor crecimiento, independiente de la densidad (Figura 28).

Figura 28. Interacción de la inclusión de ácido ascórbico con la densidad de siembra sobre el incremento de peso final



Los resultados encontrados en este estudio concuerdan con los reportados por Corredor¹³³, quien evaluó bajo condiciones de laboratorio seis niveles de inclusión de ácido ascórbico: 0, 100; 200; 400; 800 y 1600 mg/kg en dietas para juveniles de *Piaractus brachypomus*. Al finalizar los 30 días de investigación, encontró diferencias significativas y notó que los mejores resultados se consiguieron con la inclusión de 100 mg/kg, asimismo observó que los resultados mas bajos se presentaron con la inclusión de 1600mg/kg.

6.3 INCREMENTO DE LONGITUD

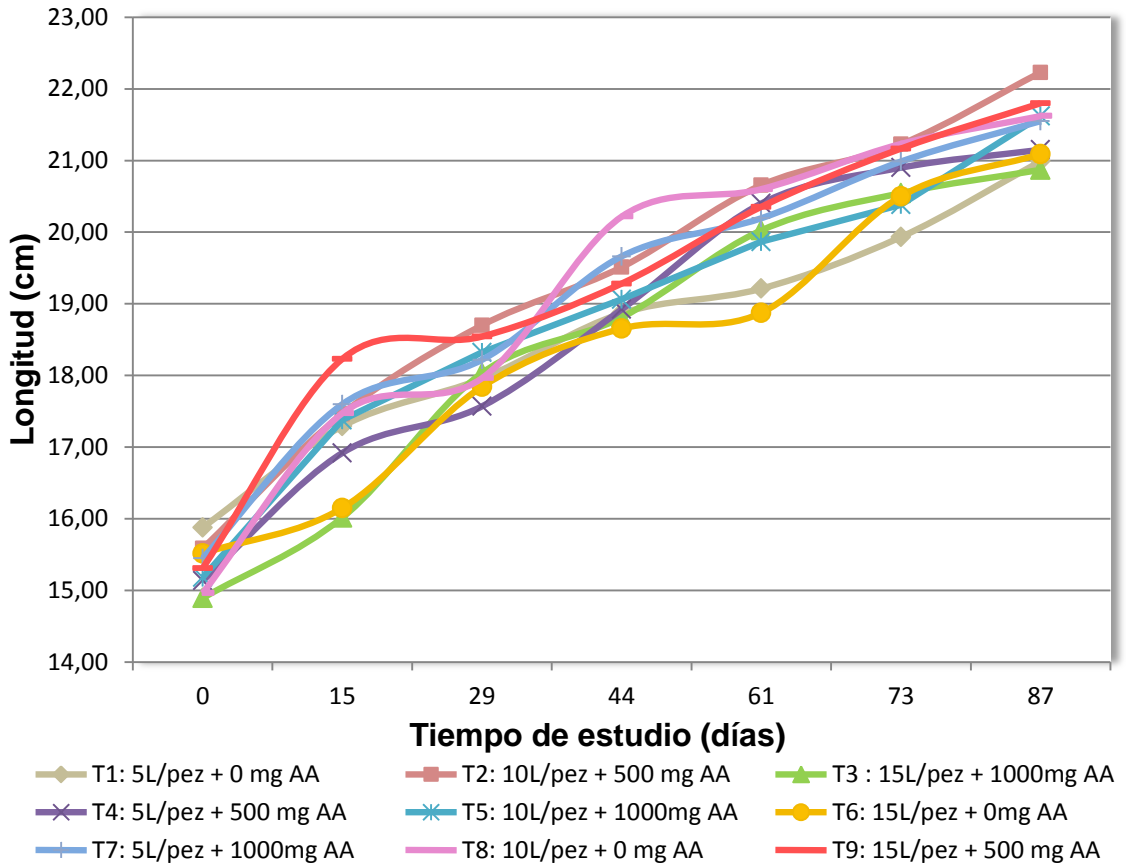
Según los resultados de esta variable, se determinó el comportamiento de crecimiento en longitud (Tabla 10, Figura 29), los incrementos diarios, quincenales y la ganancia de longitud al concluir la investigación.

¹³³ CORREDOR CASTILLO, Adriana. Efecto de la suplementación con ácido ascórbico sobre algunos parámetros productivos y hematológicos de cachama blanca *Piaractus brachypomus* sometida a hipoxia aguda. Bogotá, Colombia: Departamento de ciencias para la producción animal, Universidad Nacional, 2009, p. 78.

Tabla 10. Longitud promedio en cada muestreo

Trata- miento	Inicio	Día 15	Día 29	Día 44	Día 61	Día 73	Día 87
T1	15,88 ± 2,00	17,29 ± 1,89	17,96 ± 1,81	18,87 ± 1,70	19,21 ± 2,36	19,93 ± 2,39	20,99 ± 2,25
T2	15,58 ± 2,04	17,46 ± 1,33	18,70 ± 1,39	19,51 ± 1,29	20,66 ± 1,32	21,23 ± 1,17	22,23 ± 1,78
T3	14,89 ± 2,70	16,02 ± 2,31	18,03 ± 2,61	18,81 ± 1,79	20,03 ± 2,03	20,55 ± 1,37	20,87 ± 2,73
T4	15,13 ± 2,08	16,92 ± 2,86	17,57 ± 1,67	18,92 ± 1,90	20,40 ± 1,55	20,90 ± 1,78	21,15 ± 1,79
T5	15,18 ± 2,53	17,38 ± 1,84	18,32 ± 1,65	19,06 ± 1,84	19,87 ± 1,88	20,38 ± 1,83	21,62 ± 2,01
T6	15,52 ± 2,27	16,15 ± 1,83	17,84 ± 2,36	18,65 ± 2,11	18,87 ± 1,32	20,50 ± 2,20	21,09 ± 1,74
T7	15,45 ± 2,13	17,60 ± 1,74	18,22 ± 1,91	19,66 ± 2,26	20,19 ± 1,57	20,99 ± 1,73	21,55 ± 1,99
T8	14,96 ± 2,34	17,47 ± 1,96	17,96 ± 1,74	20,22 ± 1,44	20,60 ± 2,56	21,23 ± 2,03	21,62 ± 1,81
T9	15,31 ± 2,21	18,23 ± 2,29	18,54 ± 2,09	19,28 ± 1,34	20,35 ± 2,56	21,17 ± 2,33	21,80 ± 2,11

Figura 29. Curva de crecimiento en longitud



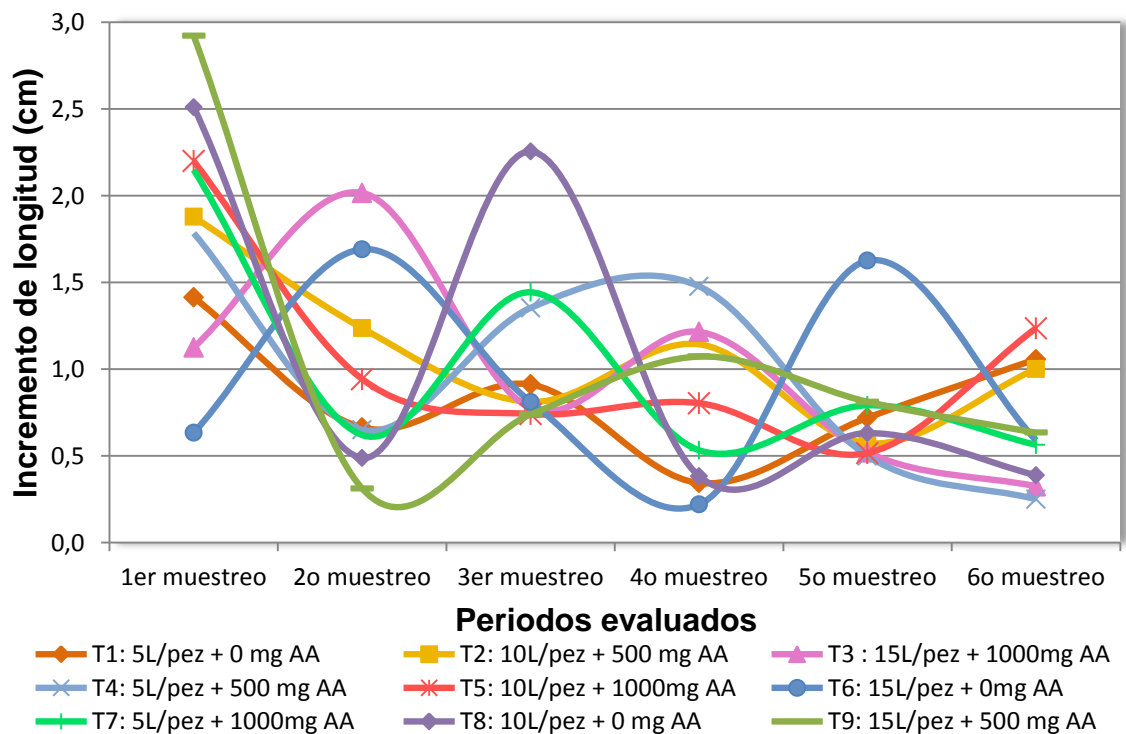
La curva de crecimiento en longitud indica un comportamiento homogéneo en todos los tratamientos y muestra un desarrollo acelerado en los primeros quince días, posteriormente presenta un crecimiento paulatino, con mayor desarrollo en los últimos días del estudio en el tratamiento dos.

Los valores para el incremento de longitud diario, por muestreo (quincenal) y la ganancia final se relacionan en la Tabla 11 y Figuras 30 – 31.

Tabla 11. Incremento de longitud diario, por muestreo (quincenal) y ganancia final

Tratamiento	Incremento promedio diario (cm)	Incremento promedio quincenal (cm)	Ganancia final (cm)
T1	0,06	0,9	5,1
T2	0,08	1,1	6,6
T3	0,07	1,0	6,0
T4	0,07	1,0	6,0
T5	0,07	1,1	6,4
T6	0,06	0,9	5,6
T7	0,07	1,0	6,1
T8	0,08	1,1	6,7
T9	0,07	1,1	6,5

Figura 30. Comportamiento del incremento de longitud por muestreo



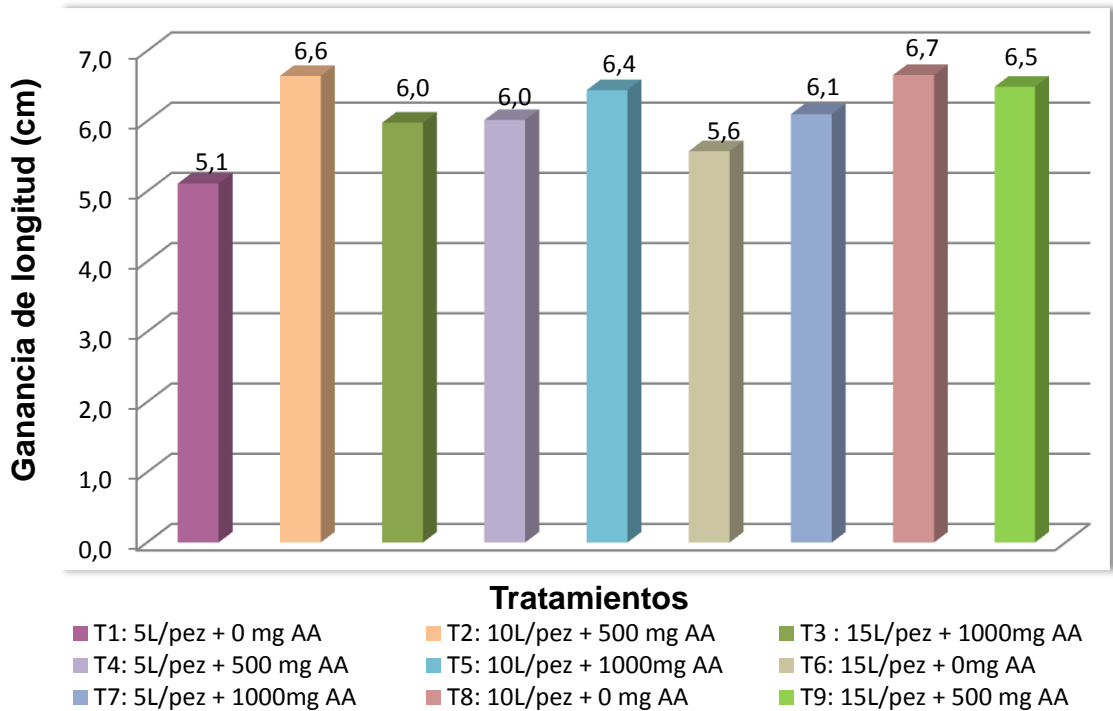
Según la Figura 30, los incrementos de longitud por muestreo fueron variables, la mayor fluctuación se registra en los tratamientos seis y ocho; los demás tratamientos tuvieron un comportamiento similar. Además, en las dos últimas semanas del estudio hubo una tendencia de menor variación.

Al igual que los incrementos de peso, los mejores valores para incremento de longitud se registraron en los primeros quince días, esto puede demostrar que hubo un crecimiento compensatorio, ya que los peces estuvieron en confinamiento expuestos a la constante actividad de manejo que implica las condiciones de laboratorio, y que una vez pasaron al estanque de cultivo se desarrolló un rápido crecimiento.

Lowe-McConnell citado por el Departamento de pesca¹³⁴, afirma que la mayoría de las especies crecen muy rápidamente en su primera temporada, característica considerada como propia de la adaptación. El mismo autor, afirma que la capacidad de adaptación de los animales a un nuevo ambiente puede determinarse estudiando la inmediata reacción a través de su productividad, expresada en términos de su crecimiento, reproducción, resistencia a las enfermedades y mortalidad.

¹³⁴ DEPARTAMENTO DE PESCA. La biología productiva de los peces fluviales. Deposito de documentos de la FAO, p. 26. [citado 2 de noviembre de 2010]. Disponible en internet URL: <http://www.fao.org/DOCREP/003/T0537S/T0537S07.HTM>

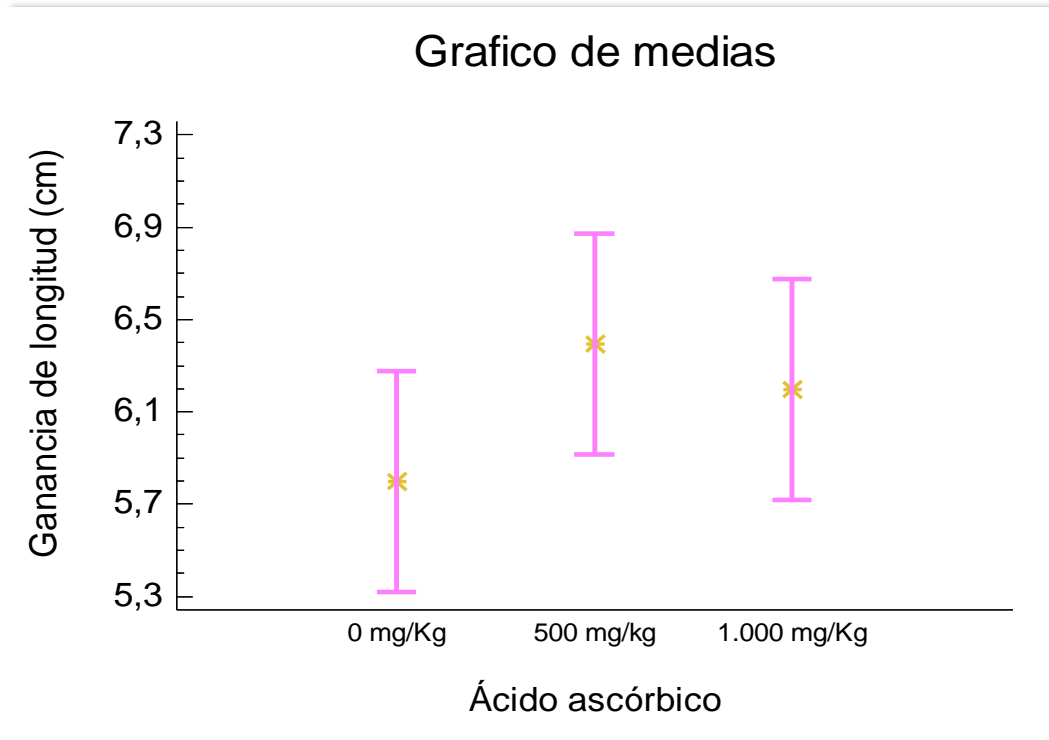
Figura 31. Ganancia de longitud



Las mejores ganancias de longitud se consiguieron en los tratamientos ocho, dos, nueve y cinco con 6,7; 6,6; 6,5 y 6,4 cm respectivamente. Mientras que los tratamientos uno y seis presentaron las ganancias mas bajas, en su orden 5,1 y 5,6 cm.

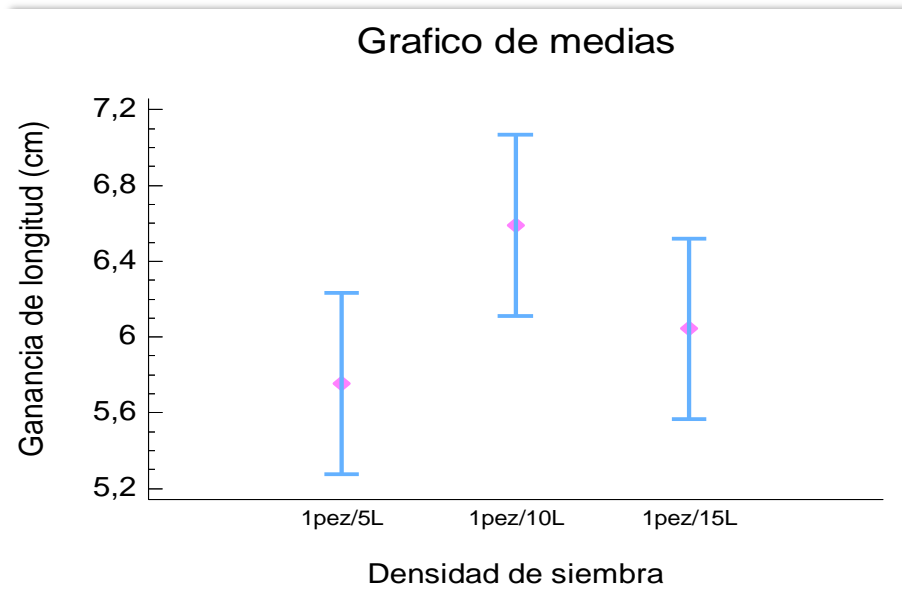
De acuerdo con el análisis de varianza, para el diseño factorial (95% de confianza) se encontró que los factores de estudio y la interacción de estos no tienen efecto estadístico significativo para la ganancia de longitud (Anexo L); sin embargo, hubo mejor desarrollo productivo en los tratamientos que recibieron ácido ascórbico en la dieta (Figura 32) y en aquellos que manejaron una densidad de 1pez/10L (Figura 33). Lo cual favorece el sistema productivo si se tiene en cuenta que en estos tratamientos la sobrevivencia fue mayor; dado que el principal objetivo en la producción de peces ornamentales está condicionado con el número final de individuos, la implementación de esta tecnología de manejo permite conseguir una sobrevivencia alta con lo cual la rentabilidad va a ser mejor.

Figura 32. Promedios de ganancia de longitud para cada nivel de ácido ascórbico



De la anterior figura, los valores promedio para ganancia de longitud son más bajos en los tratamientos que no se incluye vitamina C, paralelamente, la inclusión de 500 mg/kg reporta las mejores ganancias.

Figura 33. Promedios de ganancia de longitud para cada nivel de densidad de siembra



Según la Figura 33, los resultados promedio para la ganancia final de la longitud son: 5,75 cm; 6,59 cm y 6,04 cm para la densidad 1pez/5L; 1pez/10L y 1pez/15L respectivamente. Estos valores indican mejores resultados en la densidad media (1pez /10 L) con crecimientos diarios de 0,7 mm; comparativamente son superiores a los encontrados por Castro y Santamaría citados por Voto Bernales¹³⁵ con ganancias de 0,35 mm/día al manejar una densidad de 1pez/m².

En otro estudio, los mismos autores, estudiaron 670 larvas de Arawana en tres densidades de siembra: 3,0; 4,0 y 4,5 unidades por m² de espejo de agua, durante un periodo de 130 días. Los peces fueron alimentados con alimento comercial en hojuelas de 45% de proteína e insectos (larvas de insectos y termitas). Al finalizar el estudio, los peces alcanzaron una talla media entre 11,37 y 11,56 cm con un crecimiento de 0,4 mm/día. Los resultados demostraron que no existe una influencia de la densidad sobre el crecimiento entre los diferentes tratamientos.

¹³⁵ VOTO BERNALES, Jorge. Op cit., p. 77

Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio son menores a los reportados por Hernández *et al.*,¹³⁶ al evaluar en sistemas de recirculación consiguieron incrementos de 0,9 mm/día. Además señalaron que a menor densidad de siembra hay un mayor incremento de peso y talla, y, resaltaron la importancia de la longitud en el valor comercial de esta especie.

Además, Rodríguez *et al.*,¹³⁷ evaluaron cuatro niveles de densidad de siembra (0,5; 1; 1,5 y 2 larvas/litro) durante la fase larva-alevino de arawana; para tal efecto, se utilizaron 450 larvas y se alimentaron con alimento comercial extrudizado de 45% de proteína cruda. Al finalizar las cinco semanas de estudio, no se determinó diferencias significativas en la ganancia de longitud, pero si observaron mejores resultados para la ganancia de peso en la densidad de 1,0 y 1,5 larvas/L.

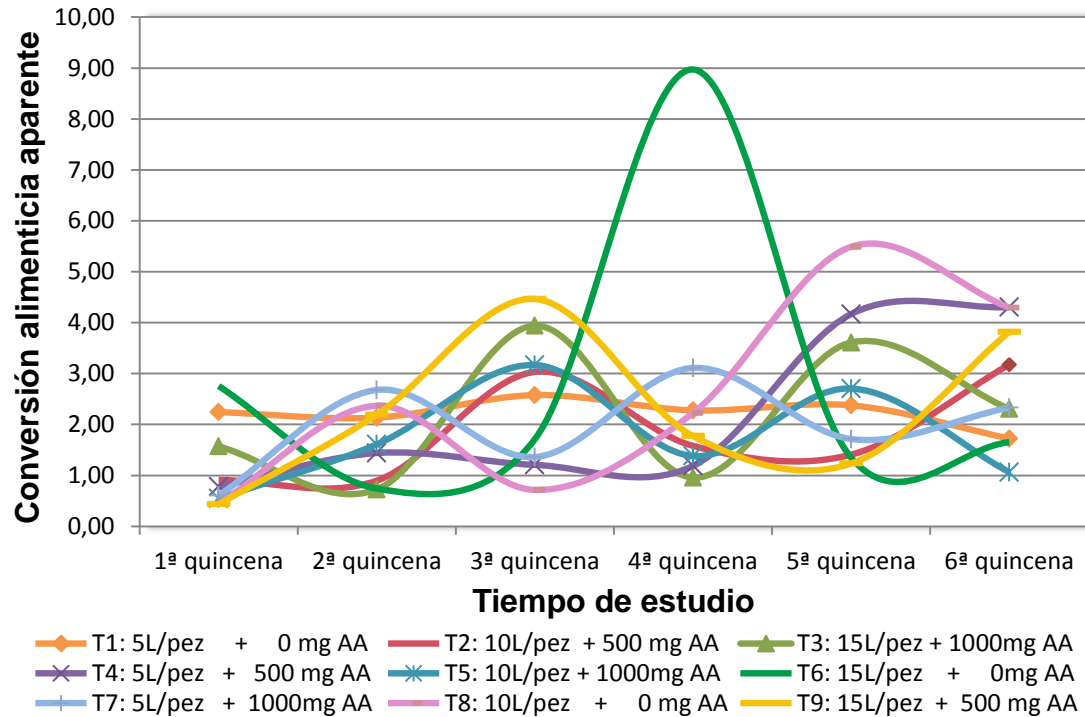
6.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE (CAA)

La Figura 34 señala el comportamiento quincenal de esta variable y la Tabla 12 y Figura 35 presenta los valores de conversión alimenticia aparente calculada en los tres meses de estudio.

¹³⁶ HERNÁNDEZ, *et al.*, Op cit., p. 5.

¹³⁷ RODRÍGUEZ, Liliana; URQUIJO, Adriana y LANDINES, Miguel. Influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de larvas de arawana *Osteoglossum bicirrhosum*. En: Il congreso de investigaciones acuícolas Bogotá, Colombia: Departamento de producción animal, Universidad Nacional, 2004, p. 1. Disponible en internet URL: <http://www.promamazonia.org.pe/SBiocomercio/Upload%5CLineas%5CDocumentos/473.pdf>.

Figura 34. Comportamiento de la conversión alimenticia aparente

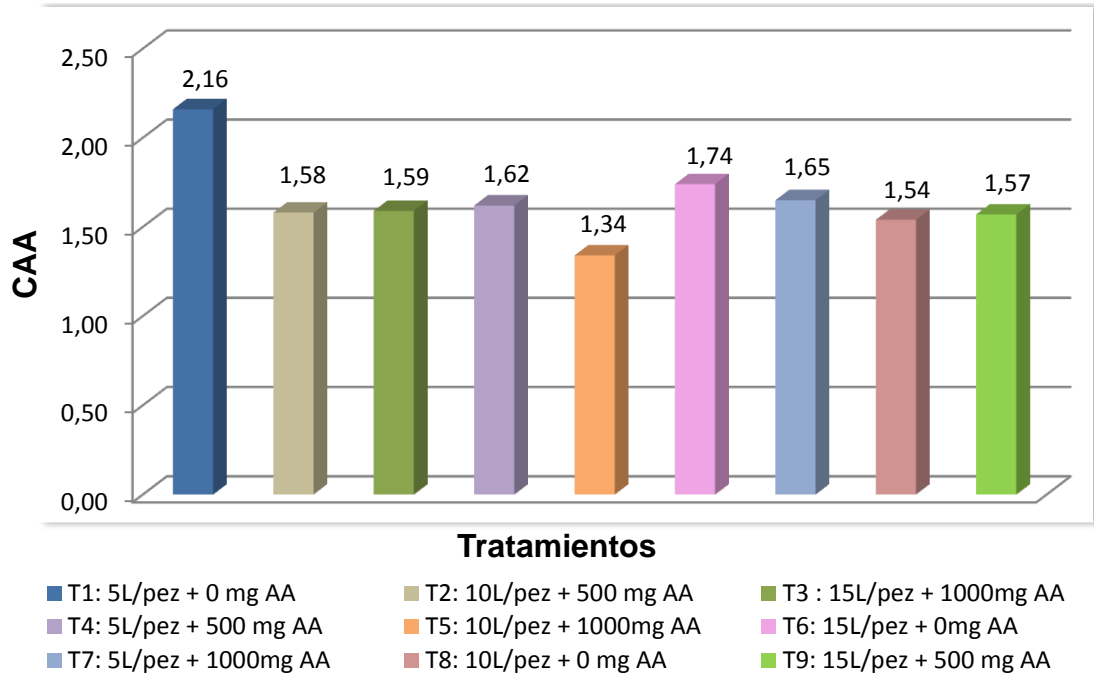


En la anterior Figura, la conversión alimenticia presentó valores fluctuantes durante todo el estudio, siendo menor y con poca variación en el T1; de manera diferente se registró en el T6 con valores más altos para esta variable, en especial para el segundo mes de estudio, lo cual está relacionado con el bajo incremento de peso que se alcanzó en este mes.

Tabla 12. Valores de conversión alimenticia aparente

	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Conversión alimenticia	2,16	1,58	1,59	1,62	1,34	1,74	1,65	1,54	1,57

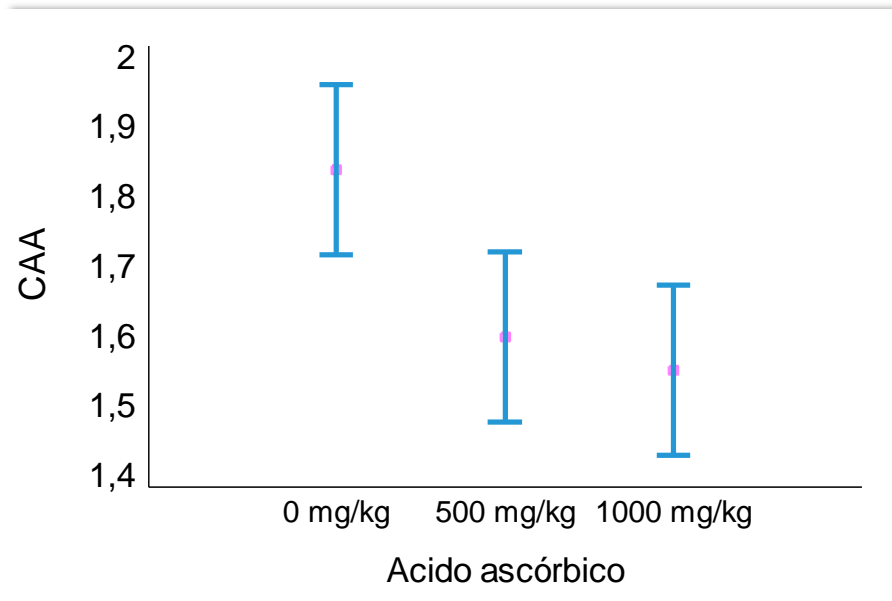
Figura 35. Conversión alimenticia aparente (CAA)



Según la Figura 35, el tratamiento cinco presentó la conversión más baja. Los resultados del análisis de varianza (95% de confiabilidad) demostraron que la inclusión de ácido ascórbico y la densidad de siembra tienen efecto estadístico significativo para esta variable (Anexo M). Por lo tanto, los dos factores de estudio influyeron sobre la conversión alimenticia. Cabe aclarar que la cantidad de alimento suministrado fue controlado puesto que a todos los tratamientos se les suministró de manera equitativa, en los dos primeros meses se suministró alimento al 2,4% de la biomasa y en el último mes se manejó el 2,2 % de la biomasa en cada tratamiento.

Además, la prueba de contraste múltiple de Tukey, confiabilidad del 95% determinó que los promedios de los tratamientos sin adición de vitamina son significativamente diferentes con los de 1.000 mg/kg (Anexo N); de este modo, los promedios de 500 mg y 1.000 mg/kg son estadísticamente iguales y presentaron los mejores promedios de conversión alimenticia con 1,55 para 1.000 mg/kg y 1,60 para 500 mg/kg (Figura 36).

Figura 36. Promedios de conversión alimenticia para cada nivel de ácido ascórbico



Los resultados para este estudio demostraron que los mejores valores de conversión alimenticia se presentaron en los tratamientos que incluyeron ácido ascórbico en la dieta y que a la vez son los que mejor ganancia de peso obtuvieron. La afirmación anterior concuerda con lo expuesto por López, citado por López, *et al.*,¹³⁸ quien explica que el efecto benéfico del ácido ascórbico se ve reflejado en la asimilación y aprovechamiento del alimento, para cubrir los requerimientos nutricionales que demandan los procesos de remodelación y construcción de tejidos.

En cuanto a investigaciones realizadas con inclusiones de ácido ascórbico, Arango¹³⁹ determinó que al suministrar en tilapias, dietas del 28% y 32%

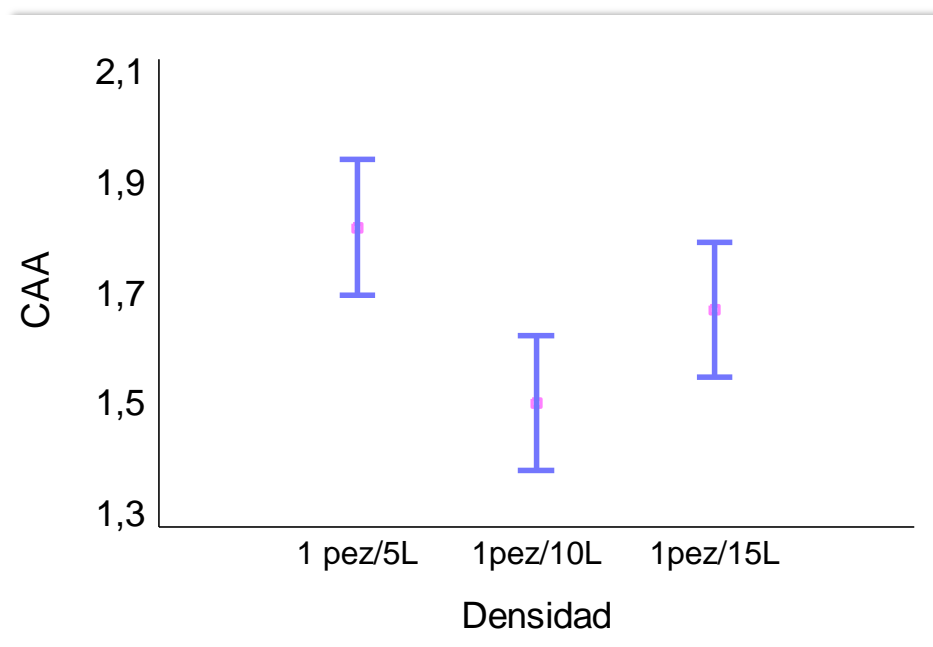
¹³⁸ LÓPEZ *et al.*, El ácido ascórbico y el betaglucán como método de prevención de las patologías de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*. Investigaciones en inmunopotenciadores. Op cit., p 196.

¹³⁹ ARANGO G, José Ignacio. Importancia de las vitaminas en la alimentación de camarones y peces. Brasil: s.n.e. p.7. [citado 17 de mayo de 2010]. Disponible en internet:<URL: http://www.ciabcr.com/jornadaacuicola/3_Importancia_vitaminas_en_nutricion_peces_y_camarones.pdf>

balanceadas con premezclas vitamínicas y minerales especiales para tilapia versus dietas comerciales disponibles en el mercado con inclusión de niveles de vitamina E, vitamina C y minerales arrojaron mejores resultados de conversión alimenticia en el tratamiento que incluyó ácido ascórbico en la dieta con un valor de 1,34.

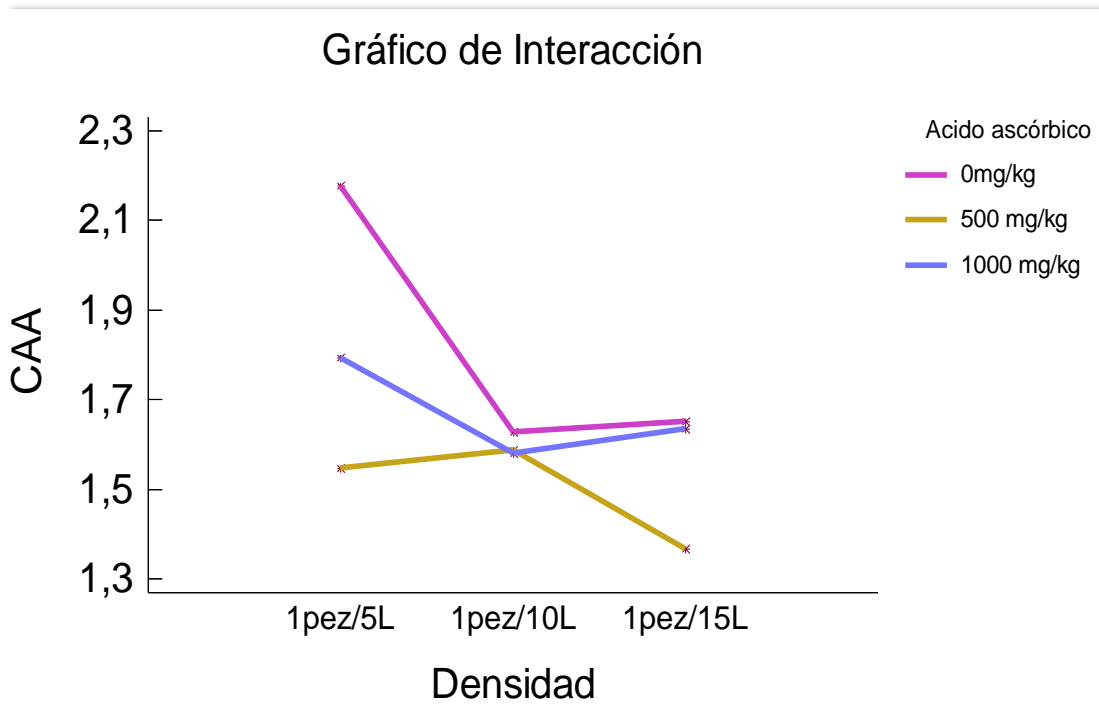
Respecto a los niveles de densidad de siembra, los resultados arrojados por el análisis de varianza determinaron diferencias significativas con una confiabilidad del 95%, para la conversión alimenticia entre los promedios de los tratamientos de 1pez/5L y 1pez/10L. También se estableció, que los promedios de la densidad de 1pez/10L obtuvieron la mejor conversión con un valor de 1,50 (Anexo O, Figura 37).

Figura 37. Promedios de conversión alimenticia para cada nivel de densidad de siembra



Por otro lado, la interacción de los dos factores de estudio no mostró diferencias significativas en la conversión alimenticia. Sin embargo, los resultados mostraron que la inclusión de 500 mg/kg obtiene una mejor conversión a una densidad de 1pez/15L (Figura 38).

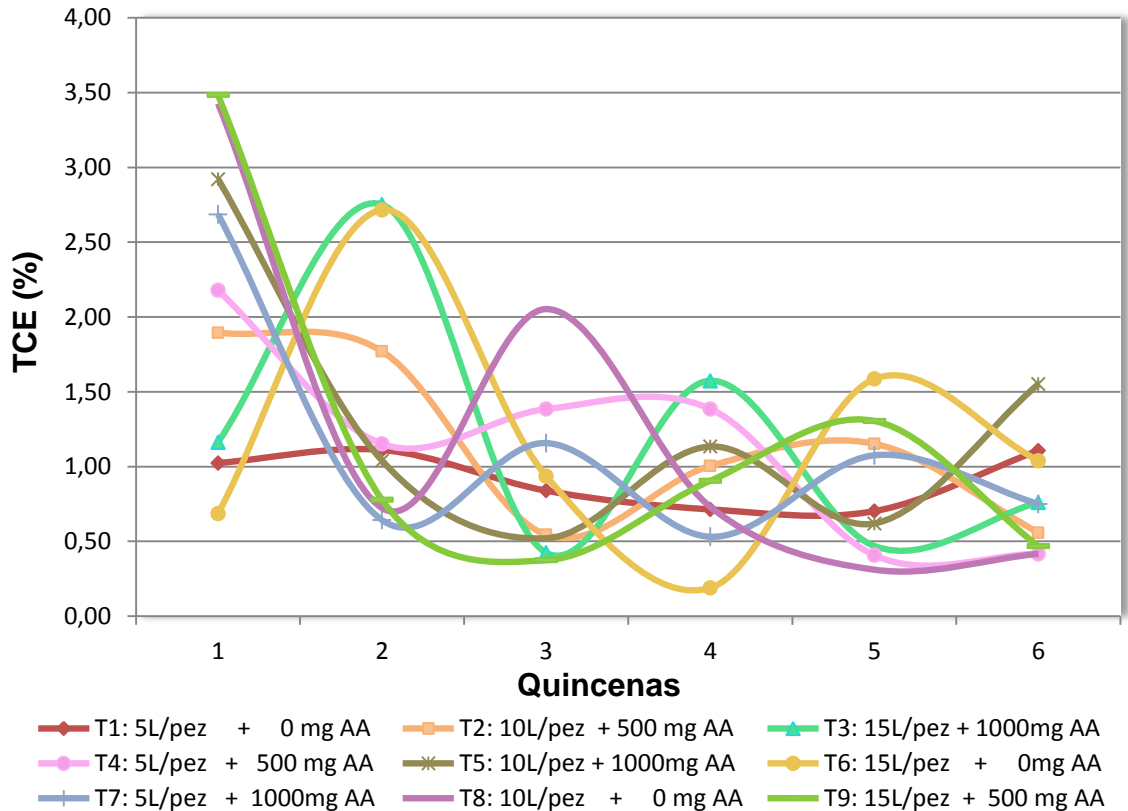
Figura 38. Interacción del ácido ascórbico con la densidad de siembra sobre la conversión alimenticia



6.5 TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO

La tasa de crecimiento específico para los juveniles de arawana plateada tuvo oscilaciones continuas, el comportamiento durante el estudio se presenta en la Figura 39. Los valores promedio se muestran en la Tabla 13 y Figura 40.

Figura 39. Comportamiento de la tasa de crecimiento específico durante el periodo experimental (TCE)



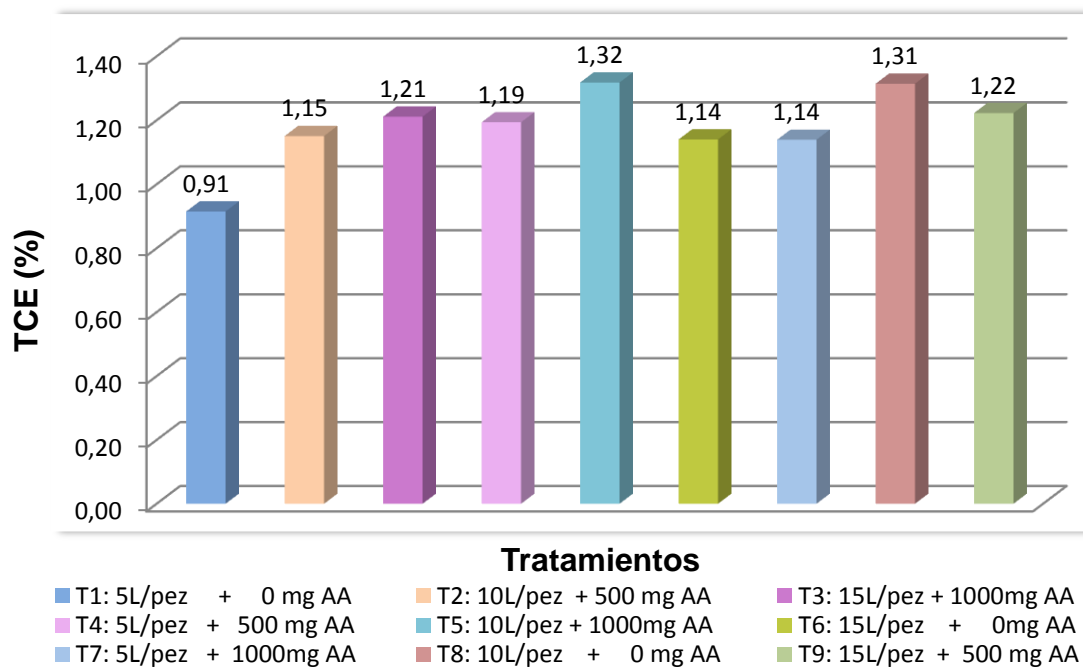
La Figura del comportamiento de la tasa de crecimiento específico muestra notables variaciones. La fluctuación más evidente se presentó en la segunda quincena para los tratamientos tres y seis; asimismo, hubo un gran descenso en los tratamientos ocho y nueve. A nivel general, el porcentaje de la tasa de crecimiento decrece a medida que el tiempo transcurre. Esta conducta también es explicada con el planteamiento que hace López citado por Palacios¹⁴⁰ de que a medida que las especies crecen disminuye la eficiencia de los procesos anabólicos y fisiológicos.

¹⁴⁰ PALACIOS PALACIOS, Pedro José. Evaluación comparativa de dos estimulantes de crecimiento tipo probiótico y prebiótico en el levante y ceba del sábalo amazónico (*Brycon melanopterus* Cope, 1872) en el Centro Experimental Amazónico, Putumayo. Tesis de grado. Pasto Colombia: Universidad de Nariño, Ingeniería en Producción Acuícola, 2007. p. 109.

Tabla 13. Porcentaje de la tasa de crecimiento específico (TCE)

Tratamiento	TCE (%)
T1	0,91
T2	1,15
T3	1,21
T4	1,19
T5	1,32
T6	1,14
T7	1,14
T8	1,31
T9	1,22

Figura 40. Tasa promedio de crecimiento específico



La tasa promedio diario de crecimiento específico muestra un porcentaje más bajo en el tratamiento uno con 0,91%; a la vez que, los tratamientos cinco y ocho presentan mayor porcentaje de crecimiento específico con 1,32 y 1,31 % respectivamente.

La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis encontró que a un nivel de confianza del 95% no hay diferencias estadísticas significativas para esta variable (Anexo P), por tanto la inclusión de ácido ascórbico y la densidad de siembra no influyen sobre el crecimiento específico diario. No obstante, los promedios de los tratamientos que incluyeron 1.000 mg/Kg de ácido ascórbico obtuvieron un mayor porcentaje de crecimiento diario (Figura 41). Asimismo, los promedios de la densidad de 1pez/10L consiguió los mejores resultados (Figura 42).

Figura 41. Promedios de la tasa de crecimiento específico para cada nivel de ácido ascórbico

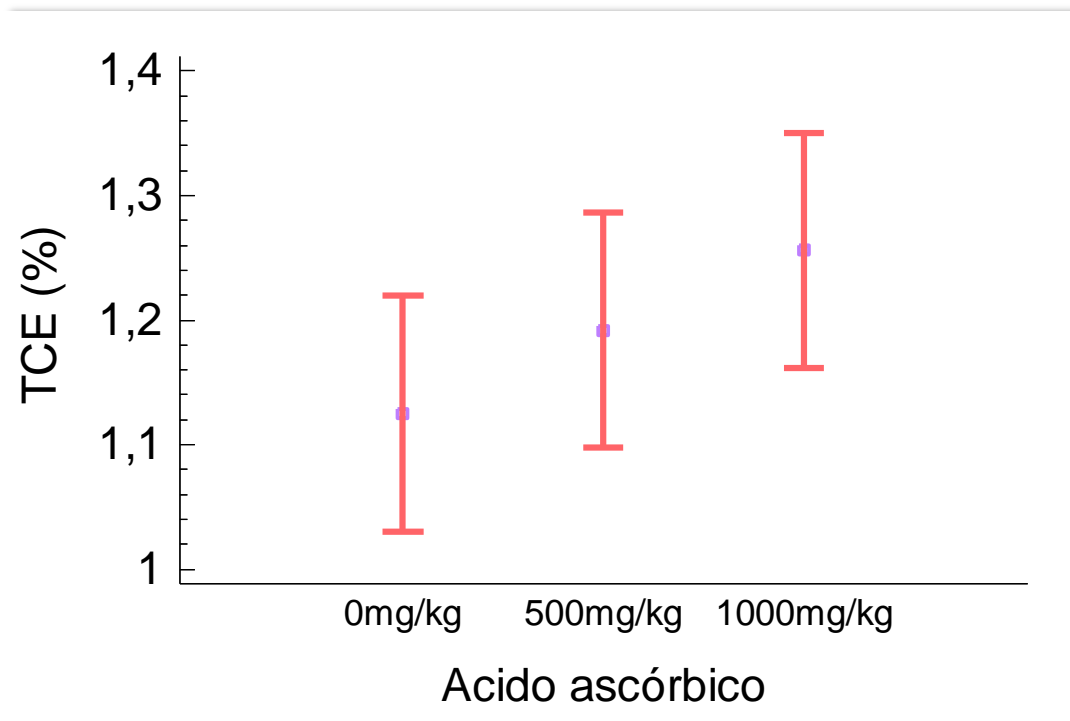
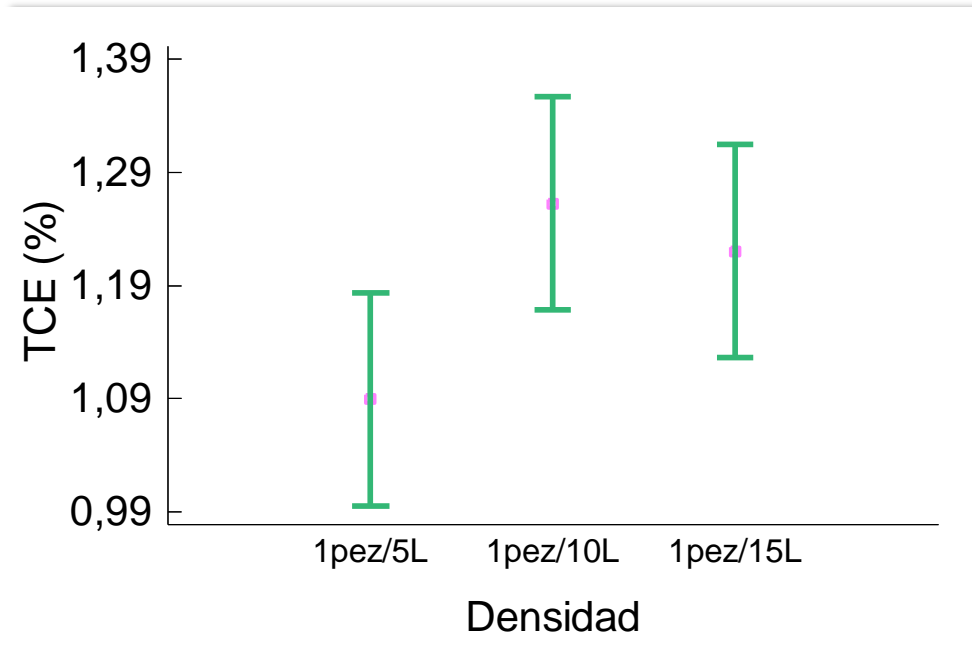


Figura 42. Promedios de la tasa de crecimiento específico para cada nivel de densidad de siembra



Hernández *et al.*,¹⁴¹ reportaron que al evaluar el crecimiento específico de *O. bicirrhosum* en sistemas de recirculación cerrados, registraron valores de 1,41%, que en comparación con los conseguidos en esta investigación son superiores; por otro lado valores inferiores al presente estudio, se reportaron por Ríos,¹⁴² mediante el suministro de 100 mg de Vitamina C en el alimento de juveniles de pez blanco (*Chirostoma estor estor*), quien encontró valores de tasa de crecimiento específico de 0,61 %/día.

¹⁴¹ HERNANDEZ, *et al.* Op., cit.p.5.

¹⁴² RIOS, M. Requerimientos de Vitamina C en juveniles de Pez blanco (*Chirostoma sto rstor*). Laboratorio de Nutrición y Acuicultura. México. 2006. p. 18. [citado el 12 de octubre de 2010]. Disponible en internet: < URL: http://www.aqua.stir.ac.uk/public/GISAP/Conference/ppt/29_Rios.pdf>.

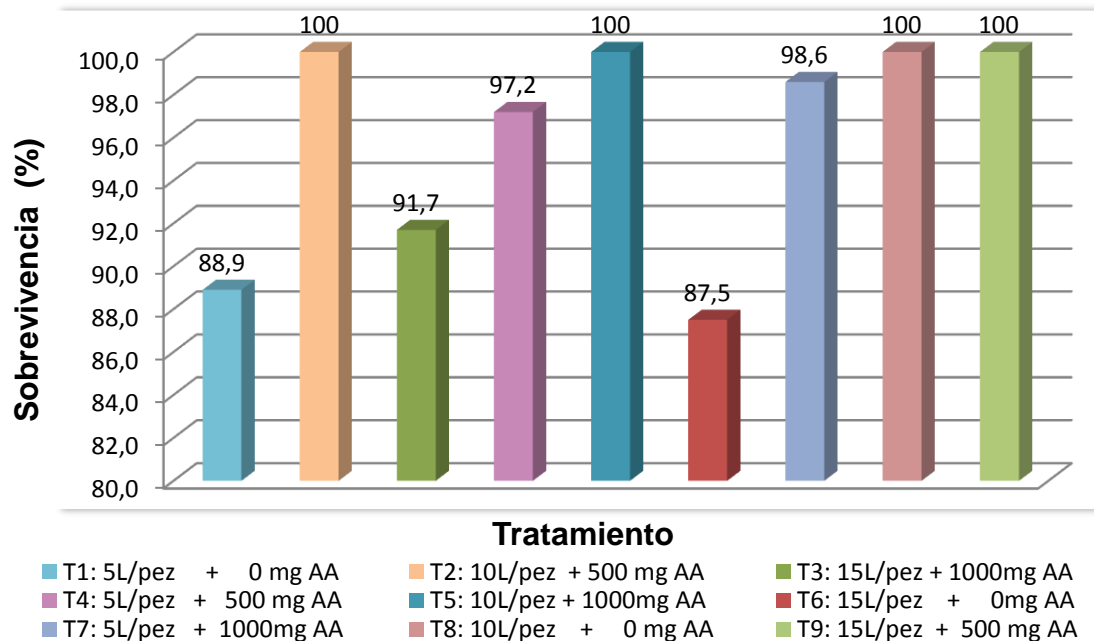
6.6 SOBREVIVENCIA

Los resultados para esta variable se presentan en la Tabla 14 y Figura 43, adicionalmente se registra el número de peces al inicio y la tasa de mortalidad.

Tabla 14. Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad de los tratamientos

tratamiento	Nº de peces al inicio	Nº de peces final	% de mortalidad	% de sobrevivencia
T1	72	64	11,1	88,9
T2	36	36	0	100
T3	24	22	8,3	91,7
T4	72	70	2,8	97,2
T5	36	36	0	100
T6	24	21	12,5	87,5
T7	72	71	1,4	98,6
T8	36	36	0	100
T9	24	24	0	100

Figura 43. Tasa de sobrevivencia



En la Figura 43, se observa que el T1 y T6 que no incluyeron vitamina C en el alimento comercial, presentaron mayor sobrevivencia con valores de 88,89% y 87,50% respectivamente.

Asimismo, no se presentó mortalidad en los tratamientos dos, cinco, ocho y nueve, lo que demuestra que la densidad de 1pez por 10L (media) es adecuada y permite obtener mayor producción. En términos generales, se obtuvo una sobrevivencia total del 96%, este resultado demuestra la eficiencia del sistema de cultivo utilizado. Indicando que las diferentes densidades de siembra y niveles de ácido ascórbico adicionado en el alimento, actúan de manera positiva en el desarrollo de esta especie cultivada en jaulas.

Para determinar la variable sobrevivencia se utilizó la prueba estadística de Brand Snedecor (Anexo Q y R), en donde se estableció que existen diferencias significativas con un 95% de confianza entre los tratamientos T1, T4 y T7. En los tratamientos T2, T3, T5, T6, T8 y T9, según dicha prueba no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre estos.

La sobrevivencia promedio obtenida en los T1, T4 y T7 fue del 94,91%, que corresponde a la densidad de siembra de 1 alevino / 5L; para la densidad de 1 alevino / 10L (T2, T5 y T8) fue del 100% y en cuanto a la densidad de 1 alevino / 15L la sobrevivencia correspondió a 93,06%; estos resultados son superiores a los reportados por Rodríguez *et al.*,¹⁴³ quienes evaluaron la influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de larvas de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) y obtuvieron una sobrevivencia del 89,5% a una densidad de dos larvas por litro.

Corredor,¹⁴⁴ manifiesta que estudios realizados en juveniles de *Pterophylum scalare*, alimentados con Artemia enriquecida con la combinación de α -tocoferol y vitamina C, mostraron las mejores tasas de sobrevivencia cuando fueron sometidos a estrés osmótico.

El mismo autor afirma que al suplementar la dieta de *Lateolabrax japonicus* y *Clarias atrachus* con vitamina C, la respuesta inmune fue mejor, al tiempo que

¹⁴³ RODRÍGUEZ, *et al.*, Influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de larvas de Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*). Op cit. p.1.

¹⁴⁴ CORREDOR, A. Efecto de la inclusión de ácido ascórbico en la dieta sobre las respuestas fisiológicas de la Cachama blanca *Piaractus brachypomus*, sometida a estrés agudo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Bogotá, 2009. p. 20.

los individuos tratados tuvieron mayor sobrevivencia.

Cabe resaltar que el uso de ácido ascórbico en la dieta de los ejemplares actúa como inmunoestimulante, disminuyendo el estrés ocasionado por diferentes factores a los que son sometidos durante la producción en cautiverio, por lo que la sobrevivencia es mucho más alta. Esto concuerda con lo afirmado con Hernández *et al*¹⁴⁵, quien establece que la vitamina C o ácido ascórbico, además de funcionar en numerosos procesos metabólicos, es esencial para obtener un crecimiento normal, mayor resistencia al estrés y actúa rápidamente en la cicatrización de heridas, como se muestra en la Figura 44.

Figura 44. Recuperación de heridas



6.7 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA

En la Tabla 15 se relacionan los valores promedio de los parámetros de calidad de agua. Estos valores se tomaron una vez por semana a excepción del amonio que se realizó cada dos semanas.

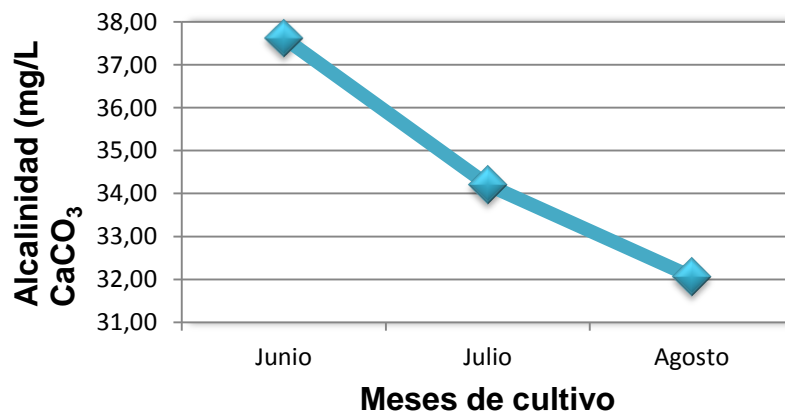
¹⁴⁵ HERNÁNDEZ, A; RÍOS, M y MARTÍNEZ, C. Determinación de nivel de vitamina C en tejidos de adultos silvestres de pez blanco (*Chirostoma estor estor*), después de su captura y transporte. México. (Citado diciembre de 2010). p.1. Disponible en Internet: URL:<http://www.aqua.stir.ac.uk/public/GISAP/pdfs/Ana_Rosa.pdf>.

Tabla 15. Valores promedio de los parámetros físicos y químicos del agua

	Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	Dureza (mg/L CaCO ₃)	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno (mg/L)	Amonio (mg/L)
Junio	37,62 ± 7,65	23,94 ± 15,29	27,2 ± 0,84	6,56 ± 0,26	5,2 ± 0,84	0,39
Julio	34,2	25,65 ± 9,87	26,5 ± 0,58	6,53 ± 0,33	4,0 ± 1,0	0,52 ± 0,00033
Agosto	32,06 ± 6,05	17,1	26,83 ± 0,96	6,65 ± 0,22	-----	0,59 ± 0,07

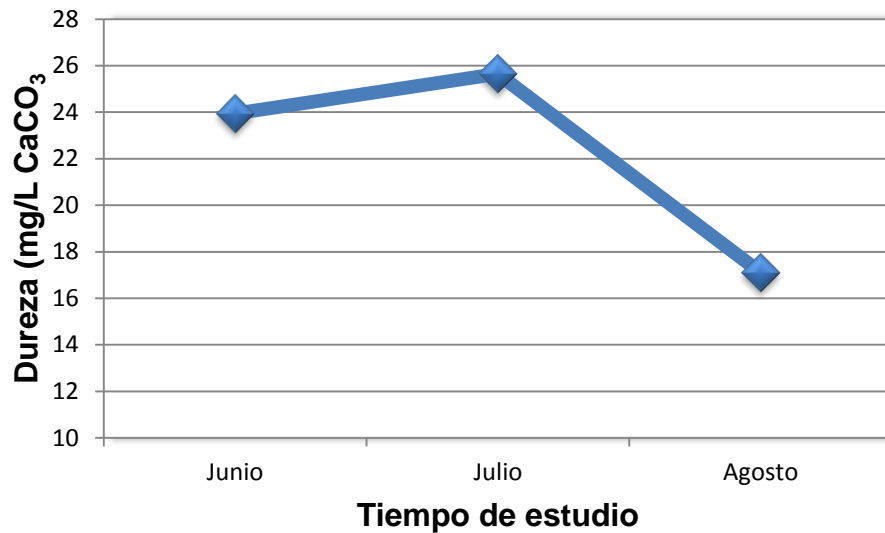
6.7.1 Alcalinidad y Dureza total. Los valores promedio durante los tres meses de estudio fueron 34,2 y 20,9 mg/L de CaCO₃ respectivamente. El reporte de valores bajos para dureza, clasifica al agua de tipo blanda, lo cual es característico de la región amazónica. Adicionalmente, estos parámetros se mantuvieron en valores similares, demostrando que el agua presentó condiciones de buena calidad. Los valores de los parámetros en mención estuvieron dentro de los niveles recomendados para el cultivo de esta especie, ya que se la dureza estuvo por debajo de 75 mg/L de CaCO₃¹⁴⁶ y la alcalinidad se mantuvo inferior a 200 mg/L de CaCO₃. (Figura 45 y 46).

Figura 45. Comportamiento de la alcalinidad total durante el estudio



¹⁴⁶ ARGUMEDO, Op cit., p. 58.

Figura 46. Comportamiento de la dureza total durante el periodo de estudio

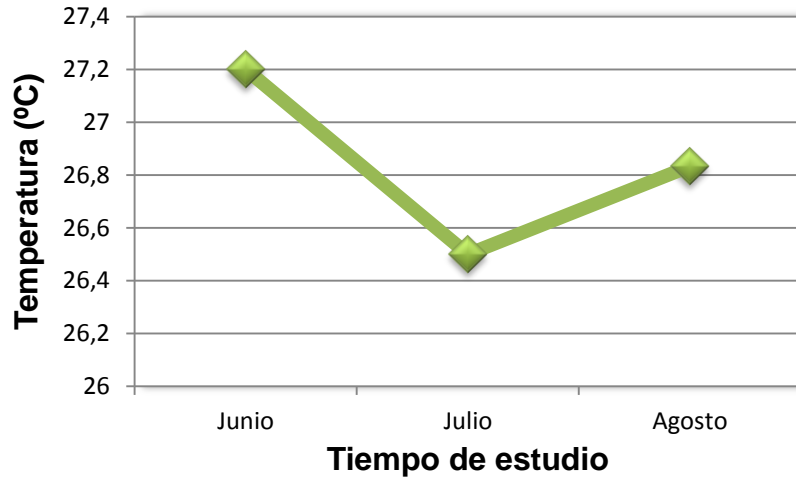


6.7.2 Temperatura. El comportamiento de la temperatura durante los tres meses de estudio se mantuvo dentro del rango establecido por Argumedo¹⁴⁷, quién afirma que la temperatura óptima para el desarrollo de la arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) se encuentra entre de 26 °C a 29 °C. (Figura 47).

En periodos de lluvias intensas la temperatura no presentó oscilaciones drásticas puesto que el área del estanque que se utilizó permitió mantener una estabilidad en cuanto a las condiciones de calidad del agua; No obstante, en los días muy soleados se presentó un aumento y descenso gradual de este parámetro en el transcurso del día, alcanzando valores máximos de 32°C, pero la variación fue de forma paulatina y no se observaron efectos negativos en los juveniles de arawana.

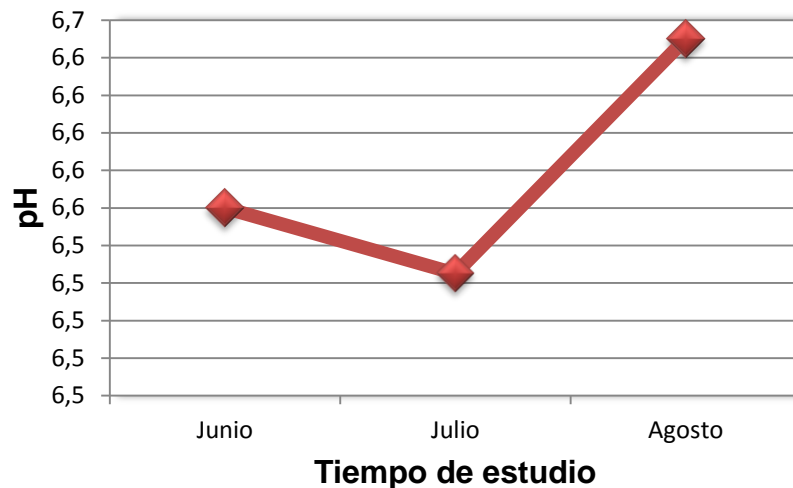
¹⁴⁷ Ibid., p. 48.

Figura 47. Comportamiento de la temperatura



6.7.3 Potencial de hidrogeniones – pH. Este factor químico de calidad de agua se mantuvo en un rango óptimo para el cultivo de esta especie (figura 48), el valor más bajo fue de 6,5 y alcanzó valores máximos de 7,0. Esto concuerda con Argumedo¹⁴⁸, quien manifiesta que el rango deseable para la cría comercial de arañas está entre 6,5 y 8,5.

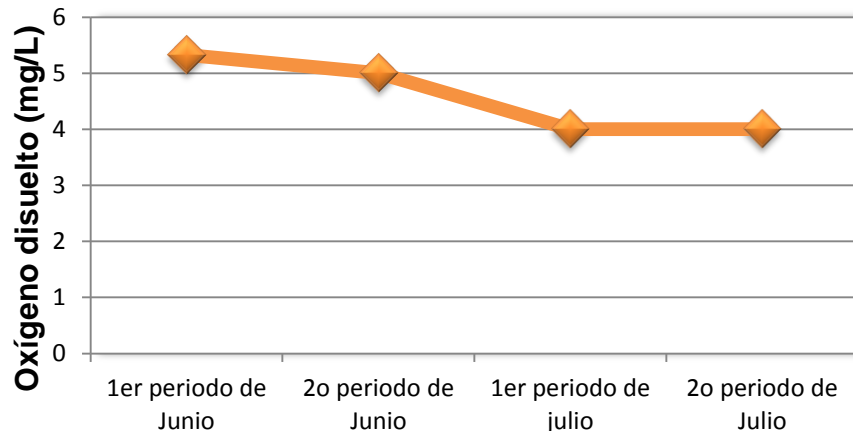
Figura 48. Comportamiento del pH



¹⁴⁸ Ibid., p. 59.

6.7.4 Oxígeno disuelto. Los valores de oxígeno disuelto registrados en los dos primeros meses de cultivo se mantuvieron en niveles adecuados para el cultivo de arawana plateada, por encima de 4,2 mg/L (Figura 49). El valor más bajo reportado durante el estudio fue de 3,0 mg/L, pero gracias a que las arawanas son tolerantes a bajos niveles de oxígeno durante tiempos prolongados, estas nadan por debajo de la película del agua que se encuentra en contacto con el aire, con el fin de obtener oxígeno; este proceso se hace más efectivo debido a que “el flujo del agua es dirigido mediante la ayuda de los barbillones mencionados”¹⁴⁹.

Figura 49. Comportamiento del oxígeno disuelto

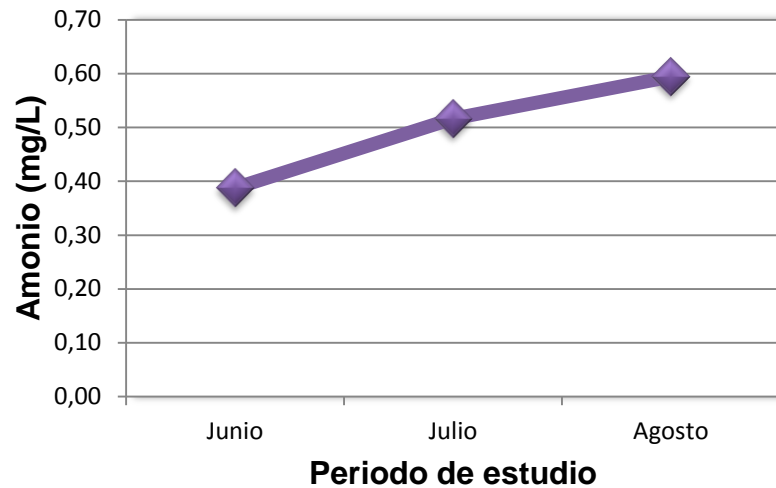


6.7.5 Amonio. La concentración de nitrógeno amoniacal se mantuvo en un rango de 0,39 a 0,65 mg/L (Figura 50), estos valores son bajos y óptimos para el cultivo de la especie. “El amonio es estable en aguas alcalinas con pH mayor a 7,0 en aguas ácidas se forma el ión amonio inocuo. Esto significa que si el agua tiene un pH igual o mayor a 9 y se encuentre en 5 mg/ (1ppm) de amonio total es tóxico para los peces pero a un pH 6 no lo es”¹⁵⁰. Esto concuerda con el pH que se obtuvo en esta investigación, el cual es superior a 6,0 por lo tanto la concentración de amonio no es perjudicial para los peces.

¹⁴⁹ Ibid., p. 54 – 55.

¹⁵⁰ FRUTOS, José Antonio. Parámetros importantes para la calidad del agua. España. p. 1. (Citado Febrero 1 de 2011). p. 1. Disponible en internet: <URL: http://www.elkoi.com/index.php?option=com_content&task=view&id=35&Itemid=51>

Figura 50. Comportamiento del amonio.



6.8 ANALISIS RELACION BENEFICIO - COSTO

Para el análisis, se consideró el costo de los alevinos de *O. bicirrhossum*, el consumo de alimento artificial, la cantidad de monofosfato de ácido ascórbico incorporado en la dieta de los diferentes tratamientos, insumos como cal, sal marina, abono, almidón y algunos gastos demás. La Tabla 16 presenta los valores de los costos; la Tabla 17 y Figura 51 muestra la relación beneficio costo.

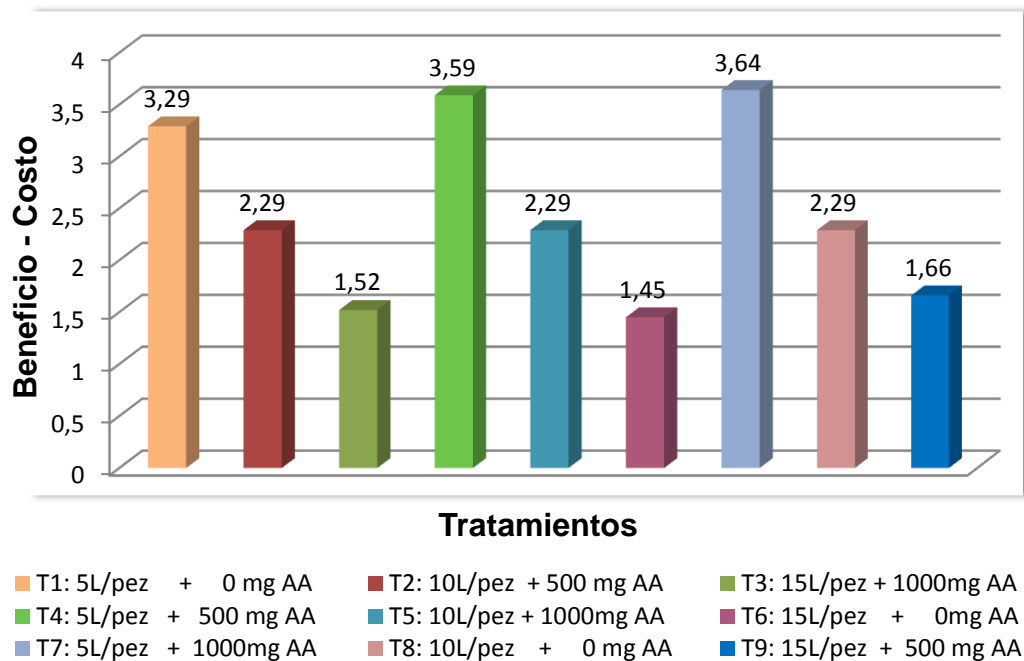
Tabla 16. Costos totales del ensayo

Descripción	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)	Porcentaje (%)
Larvas de Arawana plateada	396	2500	990000	18,45
Concentrado comercial 45%	17,62	2500	44061,75	0,82
Alimento comercial (hojuelas) 48%	479,97	3500	1679895	31,31
Vitamina C (g)	9,01	120000	1081,314	0,02
Encapsulante almidón de yuca (g)	88,12	2000	176,247	0,0033
Cal (g) 200 kg	234,9	40000	46,98	0,00088
Abono (g) 160 kg	185,76	48000	55,728	0,00104
Malla plástica (m2)	44,28	8500	376380	7,02
malla antipájaros (m2)	5,4	5500	29700	0,55
Polisombra (m2)	27	45900	45900	0,86
Mano de obra (jornal)	90	20000	1800000	33,55
Sal marina (kg)	30,6	1000	30600	0,57
Clavos (lb) 2 lb	2,07	4500	9315	0,17
Alambre (4 lb)	3,96	2600	10296	0,19
Soga (m) 52 m	51,3	250	12825	0,24
Neumático	1	40000	40000	0,75
Grapas (lb) 2lb	1,98	4800	9504	0,18
tabla (3 m)	1	5000	5000	0,09
Balanza gramera	1	100000	100000	1,86
Energía		180000	180000	3,36
TOTAL			5.364.837,02	100,00

Tabla 17. Cálculo de la relación beneficio costo.

TTO	Costo total	No peces	Precio de venta (\$)	Ingreso bruto	Ingreso neto	Beneficio Costo
T1	486308,96	64	25000	1600000	1113691,04	3,29
T2	393526,88	36	25000	900000	506473,12	2,29
T3	361676,23	22	25000	550000	188323,77	1,52
T4	487238,22	70	25000	1750000	1262761,78	3,59
T5	393323,13	36	25000	900000	506676,87	2,29
T6	361417,97	21	25000	525000	163582,03	1,45
T7	488002,69	71	25000	1775000	1286997,31	3,64
T8	393562,77	36	25000	900000	506437,23	2,29
T9	362232,38	24	25000	600000	237767,62	1,66

Figura 51. Relación beneficio costo por tratamiento



La relación beneficio costo para los nueve tratamientos es mayor a 1,0, es decir que son mayores los ingresos que los egresos, por lo tanto todos los tratamientos son económicamente viables.

El análisis demostró que los tratamientos T7 y T4 reportaron Relación Beneficio costo de 3,64 y 3,59, esto se debe a que en estos tratamientos hay una mayor producción en un volumen determinado en comparación con los demás. Además a los ejemplares que pertenecen a dichos tratamientos se les incluyó en la dieta ácido ascórbico. El menor beneficio se detectó en el T6, esto debido a la mortalidad.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- La densidad de siembra tiene efecto estadísticamente significativo en la ganancia de peso de los juveniles de arawana plateada *Osteoglossum bicirrhosum* cultivados en jaulas, demostrando que los mejores promedios para la ganancia de peso se consiguieron en las densidades de 1pez/10L y 1pez/15L, con valores de 31,83 y 29,83 g respectivamente.
- Se demostró que a mayor densidad de siembra se obtiene menor ganancia de peso. Pero, al comparar la ganancia de peso promedio para la densidad media y baja, se observó que la densidad media (1,0 pez/ 10L) consigue mejores incrementos de peso, lo cual puede ser explicado por el comportamiento gregario de la especie, es decir, la conformación de pequeños grupos dentro de una población y este tipo de conducta puede influir de alguna manera en su desarrollo.
- Los factores de estudio (densidad de siembra - ácido ascórbico) y la interacción de estos no tienen efecto estadístico significativo para la ganancia de longitud, por consiguiente, dichos factores no influyeron sobre esta variable.
- La inclusión de ácido ascórbico y la densidad de siembra tienen efecto estadístico significativo para la variable conversión alimenticia aparente, además se determinó que los promedios de los tratamientos sin adición de vitamina son significativamente diferentes con relación de 1.000 mg/kg de este modo, los promedios de 500 mg y 1.000 mg/kg son estadísticamente iguales y presentaron los mejores promedios de conversión alimenticia con 1,55 para 1.000 mg/kg y 1,60 para 500 mg/kg.
- La inclusión de ácido ascórbico y la densidad de siembra no influyeron en el crecimiento específico diario. Sin embargo, el nivel de inclusión de 1.000 mg/Kg, obtuvo un mayor porcentaje de crecimiento diario. De igual manera o, los promedios de la densidad de 1pez/10L arrojaron los mejores resultados.
- En la variable sobrevivencia los tratamientos T1, T4 y T7 son significativamente diferentes, mientras que en los tratamientos T2, T3, T5, T6, T8 y T9, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre estos.

- Los mejores resultados de sobrevivencia encontrados en los tratamientos dos, cinco y ocho con un porcentaje del 100% y que manejaron una densidad de 1pez por 10L (media), demuestra que es adecuada y por lo tanto permite obtener mayor producción.
- La sobrevivencia general fue del 96%, este resultado demuestra la eficiencia del sistema de cultivo utilizado, y señala que tanto las diferentes densidades de siembra y niveles de ácido ascórbico adicionado en el alimento actúan de manera positiva en el desarrollo de esta especie, comprobando además que la vitamina C, actúa de manera rápida y eficiente en la cicatrización de heridas.
- Los parámetros fisicoquímicos del agua se mantuvieron dentro de los rangos exigidos por esta especie, permitiendo un equilibrio del sistema y favoreciendo su normal desarrollo.
- El análisis Relación Beneficio-Costo, para los tratamientos demostró que la implementación de diferentes densidades de siembra e inclusión de ácido ascórbico en el alimento para el cultivo de *Osteoglossum bicirrhosum* es económicamente viable, presentando el mayor costo beneficio en los tratamientos T7 y T4 a una densidad de 1pez/5L y un nivel de 1000 mg/Kg y 500 mg/Kg respectivamente.
- El análisis Relación Beneficio-Costo, demuestra que el cultivo intensivo de *O. bicirrhosum* en jaulas, mejora la sobrevivencia, el crecimiento, la conversión alimenticia, la rentabilidad y disminuye la incidencia de enfermedades. Además el costo no es elevado y es una opción adecuada que permite una excelente y atractiva alternativa para la piscicultura de la Amazonia Colombiana, lo cual genera mayores beneficios tanto para los productores como para los compradores.

7.2 RECOMENDACIONES

- Promover el uso del sistema de cultivo en jaulas desde la fase larva, con el fin de evaluar su desarrollo y supervivencia, teniendo en cuenta que esta etapa es muy crítica y que requiere de condiciones óptimas de manejo, alimentación y estabilidad de los parámetros de calidad del agua.
- Evaluar niveles mas bajos de ácido ascórbico para determinar su desempeño productivo con relación a los resultados obtenidos en esta investigación.

- Evaluar la inclusión de ácido ascórbico en reproductores de *O. bicirrhossum*, que permitan conocer el efecto sobre su potencial reproductivo.
- Realizar nuevas investigaciones acerca de la densidad de siembra en Arawana plateada, con el fin de establecer su mejor desempeño productivo, generando un beneficio socioeconómico y ambiental.
- Intensificar la producción sostenible de esta especie para evitar la disminución y/o desaparición de la población en su hábitat natural.
- Impulsar la producción y comercialización de la Arawana plateada, frente a otras especies ornamentales.
- Fomentar la investigación en la búsqueda de tecnologías que aporten al mejoramiento de la producción en las especies ícticas nativas con el fin de incentivar su cultivo.
- Desarrollar líneas de investigación en las especies que han sufrido una gran presión, de modo que el Ingeniero en Producción Acuícola tenga un gran desempeño en el desarrollo de paquetes tecnológicos.

BIBLIOGRAFIA

AGUDELO, E.; SANCHEZ, C. L.; ACOSTA, L. E.; MAZORRA, A.; ALONSO, J.C.; MOYA, L. A. y MORI, L. A. La pesca y la acuicultura en la frontera Colombo - Peruana del río putumayo. En: Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza Colombo – Peruana del río Putumayo. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- SINCHI e Instituto Nacional de Desarrollo del Perú- INADE. 2006. p. 73. Disponible en internet <URL, http: http://www.sinchi.org.co/uploads/pesca_binacional.pdf>

AGUDELO ZAMORA, H. D; LÓPEZ MACIAS, J. N. y SÁNCHEZ PÁEZ, C. L. Hábitos alimentarios de la Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*. Vandelli, 1829) (Pisces: Osteoglossidae) en el alto río Putumayo, área del Parque nacional natural la Paya. En: Revista electrónica de ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Vol. 3, Año, 3, (mayo, 2007). p. 1.

ARANGO G, José Ignacio. Importancia de las vitaminas en la alimentación de camarones y peces. Brasil: s.n.e. 15 p. [citado 17 de mayo de 2010]. Disponible en internet:<URL: http://www.ciabcr.com/jornadaacuicola/3_Importancia_vitaminas_en_nutricion_peces_y_camarones.pdf.

ARGUEMDO TRILLERAS, Eric. Arawanas, manual para la cría comercial en cautiverio. Florencia, Colombia: FPAA y ACUICA. 2005, p.43.

BHUJEL, Ram C. Manejo Alimentario para Tilapia. En: Panorama Acuícola, Vol 7 n° 4. Argentina: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Mayo/Junio del 2002. p. 1. Disponible en Internet, URL: http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/pesca/Acuicultura/01=Cultivos/01Especies/_archivos/000008Tilapia/071201_Manejo%20Alimentario%20para%20Tilapia%20%20Nutricion%20y%20bajo%20costo.php.

BROWN, Christopher. Raising the Silver Arowana (*Osteoglossum bicirrhosum*). Hawaii: Center for Tropical and Subtropical Aquaculture Publication No. 117, p. 1. (Citado 20 de noviembre de 2010). Disponible en internet: <URL http://www.ctsa.org/upload/publication/CTSA_117631681202672460333.pdf>

CASTRO, Emilio. Control de calidad de insumos y dietas acuícolas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Italia. p. 1. (Citado Octubre de 2010). Disponible en internet: <URL: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/AB482S25.htm>>

CATALOGO DE LA BIODIVERSIDAD DE COLOMBIA. Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*). (Citado septiembre de 2010). Disponible en Internet: <http://www.siac.net.co/sistemadistribuido/template/recibirParametrosBusquedas.jsp?opcion1=G%E9nero&filtro1=igual&conector=Y&opcion2=Ep%EDtetospec%EDfico&filtro2=igual&textoBuscar2=bicirrhosum&buscarTodo=true&Submit=Buscar&textoBuscar1=Osteoglossum>.

CONVENIO ANDRÉS BELLO. *Osteoglossum bicirrhosum*. Bogotá, Colombia: Sistemas de Información-BIOFAUNA. (citado enero de 2010), p. 13. Disponible en internet, <URL:http://www.convenioandresbello.org/cab3/sibd4/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=58>.

CORREDOR, A. Efecto de la inclusión de ácido ascórbico en la dieta sobre las respuestas fisiológicas de la Cachama blanca *Piaractus brachypomus*, sometida a estrés agudo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Bogotá, 2009. p. 20.

CORREDOR CASTILLO, Adriana. Efecto de la suplementación con ácido ascórbico sobre algunos parámetros productivos y hematológicos de cachama blanca *Piaractus brachypomus* sometida a hipoxia aguda. Bogotá, Colombia: Departamento de ciencias para la producción animal, Universidad Nacional, 2009, p. 78.

CORREDOR, A.S y LANDINES, M.A. Efecto del ácido ascórbico sobre la respuesta de los peces ante condiciones de estrés. En: Revista de Medicina veterinaria y zootecnia, departamento de Producción Animal. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Vol.56 No 1 dos. ind 53, 2009. p.55-56. Disponible en internet: <URL:http://www.veterinaria.unal.edu.co/rev/Vol55_1_2009/afacto%2520del%2520acido%2520ascorbico%2520sobre%2520la%2520respuesta%2520de%2520los%2520peces%2520ante%2520condiciones%2520de%2520estres.pdf+peces>

COWEY, C. Avances en Nutrición Acuícola III, Requerimientos nutricionales. Escocia, Reino Unido. (Citado septiembre de 2010). Disponible en internet: <URL:http://www.books.google.com.co/books?id=k3A44mLcKnAC&pg=PA346&lpg=PA346&dq=UTILIZACION+DE+AMINOACIDOS+EN+PECES&source=bl&ots=Zv_aC1vAuw&sig=1yMdhX9Xewrl5MthLiQkJDf49go&hl=es&ei=OjecTJSelsOclgeBT5CQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7&ved=0CCoQ6AEwBg#v=onepage&q&f=false>

DA SILVA, Themis de Jesús; HRBEK, Tomas y FARIAS, Izeni. Microsatellite markers for the silver arowana (*Osteoglossum bicirrhosum*, Osteoglossidae, Osteoglossiformes). Journal compilation. Blackwell Publishing . 2009. p. 1.

DEPARTAMENTO DE PESCA. La biología productiva de los peces fluviales. Deposito de documentos de la FAO, p. 26. [citado 2 de noviembre de 2010]total 73. Disponible en internet <URL: <http://www.fao.org/DOCREP/003/T0537S/T0537S07.HTM>>

DEPOSITO DE DOCUMENTOS DE LA FAO. Factores que influyen el crecimiento. p. 23. (citado marzo de 2011). Disponible en internet: <URL: <http://www.fao.org/DOCREP/003/T0537S/T0537S07.HTM>>

FENUCCI. Jorge, FERNADEZ. Analía. Acción de las vitaminas en la dieta de camarones peneidos. Argentina. 2004. p.1. Disponible en Internet: URL: <http://www.google.com.co/#hl=es&biw=1280&bih=607&&sa=X&ei=vd6eTNaXCMOAIeMqcHtCQ&ved=0CBMQBSgA&q=accion+de+las+vitaminas+en+la+dieta+de+camarones+peneidos&spell=1&fp=273068f56f683b0b>.

FRUTOS, José Antonio. Parámetros importantes para la calidad del agua. España. p. 1. (Citado Febrero 1 de 2011). p. 1. Disponible en internet: URL: http://www.elkoi.com/index.php?option=com_content&task=view&id=35&Itemid=51

GÓMEZ NORIEGA, Jorge. Plan de manejo de *Osteoglossum bicirrhosum* "Arahuana". Perú: ProNaturaleza. 2007. p. 49. Disponible en internet: <URL: <http://www.pronaturaleza.org/pdf/plandemanejoarahuana.pdf>>

GUILLAUME, J; KAUSHIK, S; BERGOT, P; METAILLER, R. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Madrid, España: Mundi-Prensa. 2004. p.187.

HERNÁNDEZ, A; RÍOS, M y MARTÍNEZ, C. Determinación de nivel de vitamina c en tejidos de adultos silvestres de pez blanco (*Chirostoma estor estor*), después de su captura y transporte. México. (Citado diciembre de 2010). p.1. Disponible en Internet: URL:<http://www.aqua.stir.ac.uk/public/GISAP/pdfs/Ana_Rosa.pdf>.

HERNÁNDEZ, C; MORENO, P; GOMEZ, E; HURTADO, H y RODRIGUEZ, D. Estudio preliminar del crecimiento de juveniles de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en sistemas cerrados de recirculación. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Memorias IV Congreso Colombiano de Acuicultura. Universidad de Antioquia. Colombia. 2008. p.5. [citado 2 de noviembre de 2010]. Disponible en internet:<URL:<http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/503/470>>.

IBARRA, José. Vitamina C en la nutrición de camarones. Alimentos Dietas y Alimentos. Ecuador. p.1. (Citado Octubre de 2010). Disponible en internet: <URL: <http://www.alimentsa.com/email/09-02-art03.htm>>

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Exigencias sanitarias para asegurar la exportación de peces ornamentales - Pesca y Acuicultura. Colombia. 2010. p. 1. Disponible en internet: <URL: <http://www.ica.gov.co/Noticias/Pesca-y-Acuicultura/2010/Exigencias-sanitarias-para-asegurar-la-exportacion.aspx>>.

INSTITUTO COLOMBIANO DE DESARROLLO RURAL. Administración y control de los recursos pesqueros y de la Acuicultura a nivel nacional. Colombia. p. 25. (Citado Noviembre de 2010). Disponible en Internet: <URL: http://spi.dnp.gov.co/App_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/0036000120000.pdf>.

INTERNATIONAL CENTER FOR AQUACULTURE AND AQUATIC ENVIRONMENTS. El cultivo de peces en jaulas. Auburn: Universidad de Auburn, (Citado febrero 16 de 2009). p. 1. Disponible en internet: <URL: <http://ag.arizona.edu/azaqua/SpanishPublicationsWebsite/publicationsspanish%20WHAP/GT9%20Jaulas.pdf>>

JOVER CERDÁ, Miguel. Estimación del crecimiento, tasa de alimentación y producción de desechos en piscicultura mediante un modelo bioenergético. En: Revista Aquatic. Departamento de Ciencia Animal. Laboratorio de Acuicultura Universidad Politécnica de Valencia. Vol 9, (marzo de 2000). p. 1. Disponible en Internet: <URL: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/html/art906/desechos.htm>

LANDINES, Miguel Ángel; SANABRIA, Ana Isabel; DAZA, Victoria. Producción de peces ornamentales en Colombia. Bogotá. Colombia: Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. 2007. p. 7. Disponible en internet, URL: http://www.docentes.unal.edu.co/malandinezp/docs/Produccion_peces_ornamentales.pdf.

LANDINES, M.; URUEÑA, F. y RODRÍGUEZ. L. Arawanas. En: Producción de peces ornamentales en Colombia. Bogotá: Produmedios, 2007, p. 9 –22.

LEHNEBACH, Gustavo. Formulación de dietas para salmónidos. En: memorias V Seminario Internacional de Acuicultura. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 21 al 25 de noviembre de 2005. p. 4.

LÓPEZ MACIAS, Jorge Nelson. Nutrición Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. 1997. p. 10.

LÓPEZ MACIAS, J; IMUEZ FIGUEROA, M; BURGOS ARCOS, A; RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, J; MENA J; TORRES BURBANO, C. Evaluación de inmunoestimulantes en el crecimiento y sobrevivencia de la de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), cultivada en jaulas flotantes, en el Lago Guamuéz. En: memorias III Seminario nacional de Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto- Colombia: mayo 31 a 2 de junio de 2006. p. 1.

LUCERO, Ruth y SANGUINO, Wilmer. Evaluación del potencial acuícola del Pirarucú (*Arapaima gigas*; Cuvier 1887), a diferentes densidades de siembra en el Centro experimental amazónico (CEA), Mocoa, departamento del Putumayo. Tesis de grado: Universidad de Nariño, Ingeniería en Producción Acuícola. 2005. p. 45, 46.

MANCERA, N y ÁLVAREZ, L. Comercio de peces ornamentales en Colombia. En: Acta biológica colombiana. Bogotá, Colombia: Vol. 13, N.1, 2008. p. 39. Disponible en internet: <URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n1/v13n1a2.pdf>>

MAROÑAS, Miriam. Crecimiento individual en peces., p.1. [citado marzo de 2011]. Disponible en internet: <URL: <http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecopoblaciones/TP/Maro%202006%20%20Crecimiento%20individual%20en%20peces.pdf>

MIRANDA DE LA LAMA, Genaro Cvabodni. Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral. En: Revista electrónica de veterinaria. Zaragoza, España: REDVED 1695-7504.Vol. IX N° 10B, 2008. p. 7-8. Total.8

MONTGOMERY, Douglas. Diseño y análisis de experimentos: Estados Unidos: Limusa Wiley. 2003. p. 207

MORENO, P; GOMEZ, E; CALDAS, M; LANDINEZ, M y HURTADO, H. Descripción histológica preliminar de alevinos de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*).En: III congreso colombiano de acuicultura. Santa Marta, Colombia: Universidad del Magdalena, (4 -6 de octubre, 2006). p. 100

MUÑOZ PEÑUELA, Marcela; RAMÍREZ MERLANO, Juan Antonio; OTERO PATERNINA, Angélica; MEDINA ROBLES, Víctor; VELASCO SANTAMARÍA, Yohana; CRUZ CASALLAS, Pablo. Efecto de diferentes medios de cultivo sobre el crecimiento y el contenido proteico de *Chlrella vulgaris*. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Colombia. 2006. p. 494. Disponible en Internet: <URL: <http://www.rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/447/415.>>

MUÑOZ RAMIREZ, Adriana Patricia. Alimentación y nutrición de organismos acuáticos. En: memorias V Seminario Internacional de Acuicultura. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2005. p. 11.

OLABUENAGA, S. Sistema inmune en peces. En: Revista Gayana (Concepción). Santiago, Chile. Volumen 64, N. 2. 2000. p. 1. (citado octubre 10 de 2010). Disponible en internet:URL:http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JB_8DvUWyMwJ:www.scielo.cl/scielo.php%3Fpid%3DS071765382000000200010%26script%3Dsci_arttext+inmunoestimulantes+en+peces&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO). Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. AQUILA - Apoyo a las Actividades Regionales de Acuicultura para América Latina y el Caribe. (Citado Septiembre de 2010). Disponible en internet: URL: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab42s/AB492S03.htm>

ORTIZ, Noe e IANNACONE, José. Estado actual de los peces ornamentales amazónicos del Perú que presentan mayor demanda de exportación. En: Biologist. Lima, Perú. Vol. 6, N°1, 2008, p. 57. Disponible en internet, URL http://www.asefim.org/fotos/PDF/2008_61_09.pdf.

PALACIOS PALACIOS, Pedro José. Evaluación comparativa de dos estimulantes de crecimiento tipo probiótico y prebiótico en el levante y ceba del sábalo amazónico (*Brycon melanopterus* Cope, 1872) en el Centro Experimental Amazónico, Putumayo. Tesis de grado. Pasto Colombia: Universidad de Nariño, Ingeniería en Producción Acuícola, 2007. 147 p.l

PELEGRINI, Larissa Sbeghen; GOMES, Ana Lúcia; DE OLIVEIRA MALTA, José Celso y ALVES, Francimara. Descriptores quantitativos das infracomunidades parasitas do trato digestório de *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) da Amazônia Central (Brasil). En: IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. Brasil: CIVA, 2006, p. 640. Disponible en internet, URL <http://www.revistaaquatic.com/civa2006/coms/completo.asp?cod=207>

PESCA Y ACUICULTURA. Colombia. 2007. p.108. Disponible en Internet: <URL:http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/20081028112328_Informe_final_pesca_acuicultura_2007.pdf>.

PILLAY, T.V.R. Acuicultura, principios y prácticas. México: Grupo Noriega. 2002. p. 137.

RIAÑO, F.; CARREÑO, D.; PINTO, M. y LANDINES, M. Influencia del nivel de proteína sobre el desempeño productivo de alevinos de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*). En: III congreso colombiano de acuicultura. Santa Marta, Colombia: Universidad del Magdalena, (4 -6 de octubre, 2006). p. 118.

RIOS, M. Requerimientos de Vitamina C en juveniles de Pez blanco (*Chirostoma stor stor*). Laboratorio de Nutrición y Acuicultura. México. 2006. p. 18. [citado el 12 de octubre de 2010]. Disponible en internet: < URL: http://www.aqua.stir.ac.uk/public/GISAP/Conference/ppt/29_Rios.pdf>.

RODRIGUEZ, C.M; LANDINES, M.A; ALONSO, J.C. Aportes al manejo en cautiverio post-captura de alevinos de Arawana *Osteoglossum bicirrhosum* evaluando biomasa inicial de siembra. En: memorias V Seminario Internacional de Acuicultura. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2005. p. 114.

RODRIGUEZ, C.M; LANDINES, M.A y ALONSO, J.C. Desempeño de juveniles de arawana *Osteoglossum bicirrhosum* alimentados con cuatro dietas y manejados en jaulas, sector de frontera Brasil-Colombia-Perú. En: III congreso colombiano de acuicultura. Santa Marta, Colombia: Universidad del Magdalena, (4 -6 de octubre, 2006). p. 100. Total 166p

RODRIGUEZ, C.M; ALONSO, J.C y LANDINES, M.A. Evaluación de cuatro modelos de crecimiento en juveniles de Arawana *Osteoglossum bicirrhosum* manejada en cautiverio en la Amazonia Colombiana. Bogotá. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2009. p.1.

RODRIGUEZ, Jaime. Métodos de investigación pecuaria. México: Trillas. 1991. p. 45.

RODRIGUEZ, Liliana; URQUIJO, Adriana y LANDINES, Miguel. Influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de larvas de arawana *Osteoglossum bicirrhosum*. En: II congreso de investigaciones acuícolas Bogotá, Colombia: Departamento de producción animal, Universidad Nacional, 2004, p. 1. Disponible en internet <URL: <http://www.promamazonia.org.pe/SBiocomercio/Upload%5CLineas%5CDocumentos/473.pdf>>

ROJAS, Gloria. Plan de manejo de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana" en la Cuenca Yanayacu Pucate, reserva nacional Pacaya Samiria. Iquitos, Perú: ProNaturaleza. (Citado febrero 12 de 2009), p. 13. Disponible en internet, <http://www.environment.gov.au/biodiversity/trade-use/invitecomment/pubs/osteoglossum-bicirrhosum.pdf>

RUBIANO, W y LANDINES, M. Evaluación del crecimiento de *Osteoglossum bicirrhosum* durante la fase larva-alevino. Bogotá, Colombia. 2007. p. 1. [citado 5 de diciembre de 2010]. Disponible en internet: <URL: <http://www.veterinaria.unal.edu.co/eventos/el/valor%20agregado.ppt>>.

SAAVEDRA. Reproducción y alevinaje del pirarucú *Arapaima gigas* (cuvier, 1817). S.n.e. (citado mayo 2 de 2009). p. 8. Disponible en Internet: <URL: http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS_VALIDAS/pdfs/Saavedra.pdf>

SÁNCHEZ, C.L.; CHAPARRO, J.P; ALONSO, J.C y AGUDELO, E. Ensayos de levante de alevinos de arawana *Osteoglossum bicirrhosum* en sistemas semi-naturales. Parque nacional natural la Paya, río Putumayo- amazonia colombiana. En: IV seminario nacional de acuicultura. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, (21-25 de noviembre, 2005). p. 115. 189 p.

SANTOS, Geraldo; FERREIRA, Efrem y ZUANON, Jansen. Peixes comerciais de Manaus. Manaus, Brasil: Ibama/AM, ProVárzea, 2006. p. 22. Disponible en internet, <URL: <http://www.ibcperu.org/doc/isis/6462.pdf>>

SCHMITTOU, H. Cultivo de peces a alta densidad en jaulas de bajo volumen. China. Asociación americana de Soya. 2000. p.13.

SISTEMA DE INFORMACION DE PESCA Y ACUICULTURA. Captura y comercialización de la Arawana. Bogotá, Colombia. 2009. p. 2. Disponible en internet: http://www.cci.org.co/cci/cci_x/datos/BoletinesIncoder/Mensual/BolMay2009.pdf

SNEDECOR, George W y COCHRAN, William G. Statistical Methods: Iowa, State University Press, 8ª edición. 1989., p.203-204.

TACON, Albert. Ictiopatología nutricional - Signos morfológicos de la carencia y toxicidad de los nutrientes en los peces cultivados. Trastornos nutricionales relacionados con las vitaminas. Deficiencias Dietéticas de Vitaminas. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). p. 1. (Citado octubre de 2010). Disponible en internet: <URL: <http://www.fao.org/docrep/003/t0700s/t0700s05.htm>>

TANG, Miguel. Plan de manejo de recursos pesquero. Iquitos, Perú: Junglevagt for Amazona. 2002. p. 14. Disponible en internet, URL: <http://ibcperu.nuxit.net/doc/isis/7128.pdf>.

TOLEDO, Sergio José. Aspectos generales de la nutrición de peces. Nuevas tendencias. En: I Seminario de Acuicultura continental de especies de aguas cálido - templadas. Habana, Cuba. 2005. p. 3. Disponible en internet: URL: <http://www.scribd.com/doc/6587812/Nutricion-de-Peces>.

TOLEDO, Sergio. Cultivo de Tilapia, experiencia en Cuba. En: I Taller seminario de Acuicultura continental- Especies de aguas templado – cálida. La Habana, Cuba. Noviembre 30 al 3 de diciembre del 2005. p. 10. Disponible en Internet, URL: <http://www.adeformosa.org.ar/templates/media/pdf/Experiencia%20en%20Cuba%20y%20de%20desarrollo%20en%20la%20Argentina.pdf>.

UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA. Granjas experimentales: Santo Domingo y Balcanes. (Citado septiembre de 2010). Disponible en Internet: URL: <http://www.uniamazonia.edu.co/v8/index.php/otras-dependencias/granjas-experimentales-santo-domingo-y-balcanes.html>

VERGARA MARTÍN, J.M; HAROUN TABRAUE, R; GONZÁLEZ HENRÍQUEZ, M.N; MOLINA DOMÍNGUEZ, L; BRIZ MIQUEL, M.O; BOYRA LÓPEZ, A; GUTIÉRREZ MARTÍNEZ, L. y BALLESTA MÉNDEZ, A. “Evaluación de Impacto Ambiental de Acuicultura en Jaulas en Canarias”. España: Oceanográfica, 2005., p.15. Disponible en internet <URL: <http://www.bioges.org/ufiles/Impacto%20Jaulas.pdf>>


VOTO BERNALES, Jorge. Diagnóstico de los recursos hidrobiológicos del Amazonas. (citado 29 de abril de 2009). p.77. Disponible en internet <URL: <http://www.siamazonia.org.pe/Archivos/publicaciones/SPT-TCA-PER-22.pdf>>

WERNER, Ross and COWARD, Richard. Impact assessment on import of silver Arawana into Australia: chapter 2. Queensland, Australia: Department for the environment and heritage for amendment of the list of specimens suitable for live import, 2006. Disponible en internet, <URL: <http://www.environment.gov.au/biodiversity/tradeuse/invitecomment/pubs/osteoglossumbicirrhosum.pdf>>

WILLS, G y MUÑOZ, A. Nuevas tendencias en la nutrición de tilapia. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional. 2005. p. 1.

ANEXOS


Anexo A. Análisis de suelo

 Universidad de Nariño	SECCION DE LABORATORIOS	CÓDIGO
	REPORTE ANALISIS COMPLETO DE SUELOS	PÁGINA
		VERSIÓN
		VIGENTE A PARTIR DE:


DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA			
Solicitante:	Evelyn Vallejo- Yeni C. Cuaical	Muestra	Suelo Agrícola	Código lab	8802
Dirección:	Cra. 44A No. 18A-39	Fecha Recepción Muestra	DD 22 MM 05 AA 09	Fecha de reporte	DD 17 MM 06 AA 09
cc - nit:	27178283	Procedencia			
Teléfono	3166198939	Departamento:	Caquetá	Municipio:	Florencia
e-mail		Vereda:		Finca	Pirarucú
Propietario:	Universidad de la Amazonia	Cultivo actual :		Cultivo proyectado	
Análisis Solicitado:	Completo	Area del Lote:	3 Ha.	Topografía:	Ondulada
				Altitud (msnm)	
				Profundidad:	70 cm

PARAMETROS QUIMICOS							
PARAMETROS	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LIMITE DE DETECCION	8802		
pH, Potenciómetro Suelo: Agua (1:1)	NTC 5264	Potenciometrica			4,7		
Materia Orgánica	Walkley-Black (Colorimétrico) NTC 5403	Espectrofotometrica uv-vis	%		6,31		
Fósforo disponible	Bray II y Kurtz	Espectrofotometrica uv-vis	mg/Kg		19,1		
Capacidad Intercambio		Volumétrica			6,9		
Calcio de Cambio	CH ₃ COONH ₄ 1NpH7	Espectrofotometría de Absorción Atómica	cmolcarga/Kg		3,43		
Magnesio de Cambio	NTC 5268			1,583			
Potasio de Cambio				0,086			
Acidez de Cambio	Extracción KCl 1N	Volumétrica			0,10		
Hierro					-		
Manganeso	DTPA - NTC 5526	Espectrofotometría de Absorción Atómica	mg/Kg		-		
Cobre				-			
Zinc				-			
Boro	Agua Caliente NTC 5404	Espectrofotometrica uv-vis			-		
Nitrógeno Total	Con base en la materia orgánica	Cálculo	%		0,277		
Carbono Orgánico	Walkley-Black (Colorimétrico) NTC 5403	Espectrofotometrica uv-vis	%		3,66		
Azufre disponible	(Ca(H ₂ PO ₄) ₂ .H ₂ O) 0,008M NTC 5402	Espectrofotometría uv-vis	mg/Kg		-		

PARAMETROS FISICOS							
Arenas	BOUYOCOS	Densimétrico	%		-		
Arcillas				-			
Limos				-			
F=Franco - Ar=Arcilloso A=Arenoso - L=Limoso	AL TACTO		Grado Textural		Ar-A		
Densidad aparente	Probeta graduada	Gravimétrica	g/cc		1,05		
Densidad real	Picnometro			-			
Capacidad de Campo	Columnas de Chapingo			%	-		
OBSERVACIONES:							


María del Rosario Carreño C.
 Téc. Laboratorio de Suelos

Anexo B. Análisis bromatológico del alimento concentrado comercial 45% de proteína + 5% de almidón de yuca.


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

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-045A-10	
Solicitante:	Evelyn Vallejo	Muestra	T 1. Concentrado Iniciación Arawana plateada	Código lab	261	
Dirección:	Calle 18 C No. 8E - 33 B/ La Paz. Pasto	Procedencia	Municipio: Pasto			
cc / nit:	1085244228					
Teléfono	3166198939	Fecha de Muestreo	DD 10 MM 05 AA 10			
e-mail	evelyn.vanegas@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 10 MM 05 AA 10			
		Fecha Reporte	DD 23 MM 06 AA 10			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Vitamina C				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T 1 Concentrado	
					B.P.S.	B.S.
Humedad			g/100g		8,41	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g		91,59	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g		8,04	8,78
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g		3,27	3,57
Fibra cruda	Digestión ácida-básica	Gravimétrica	g/100g		2,90	3,17
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g		45,48	49,65
Extracto No Nitrogenado	Cálculo		g/100g		31,91	34,83
Fibra Detergente Neutro	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Fibra Detergente Ácido	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Lignina	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Celulosa	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Hemicelulosa	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g			
Nitrógeno	Kjeldahl	Volumétrica	g/100g			
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/100g			
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Espectrofotométrica	g/100g			
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Vitamina C	Mohr	Espectrofotométrica	mg/100g			
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					

Gloria Sandra Espinosa Narváez

Gloria Sandra Espinosa Narváez
Téc. Laboratorio Bromatología

Anexo C. Análisis bromatológico del alimento concentrado comercial 45% de proteína suplementado con 500 mg/kg de ácido ascórbico y 5% de almidón de yuca.

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


DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-045B-10
Solicitante:	Evelyn Vallejo	Muestra	T 2. Concentrado Iniciación Arawana plateada	Código lab	262
Dirección:	Calle 18 C No. 8E - 33 B/ La Paz. Pasto	Procedencia	Municipio: Pasto		
cc / nit:	1085244228				
Teléfono	3166198939	Fecha de Muestreo	DD 10 MM 05 AA 10		
e-mail	evelyn.vanegas@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 10 MM 05 AA 10		
		Fecha Reporte	DD 23 MM 06 AA 10		
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Vitamina C			

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T 2 Concentrado	
					B.P.S.	B.S.
Humedad			g/100g		8,64	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g		91,36	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g		7,98	8,73
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g		3,27	3,58
Fibra cruda	Digestión ácida-básica	Gravimétrica	g/100g		2,37	2,59
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g		45,28	49,56
Extracto No Nitrogenado	Cálculo		g/100g		32,47	35,54
Fibra Detergente Neutro	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Fibra Detergente Ácido	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Lignina	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Celulosa	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Hemicelulosa	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g			
Nitrógeno	Kjeldahl	Volumétrica	g/100g			
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/100g			
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Espectrofotométrica	g/100g			
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Vitamina C	Mohr	Espectrofotométrica	mg/100g			
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					

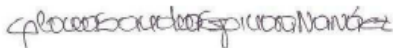
Gloria Sandra Espinosa Narváez

Gloria Sandra Espinosa Narváez
Téc. Laboratorio Bromatología

Anexo D. Análisis bromatológico del alimento concentrado comercial 45% de proteína suplementado con 1000 mg/kg de ácido ascórbico y 5% de almidón de yuca.

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

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-045C-10	
Solicitante:	Evelyn Vallejo	Muestra	T 3. Concentrado Iniciación Arawana plateada	Código lab	263	
Dirección:	Calle 18 C No. 8E - 33 B/ La Paz. Pasto	Procedencia	Municipio: Pasto			
cc / nit:	1085244228					
Teléfono	3166198939	Fecha de Muestreo	DD 10 MM 05 AA 10			
e-mail	evelyn.vanegas@hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 10 MM 05 AA 10			
		Fecha Reporte	DD 23 MM 06 AA 10			
ANÁLISIS SOLICITADO		Proximal, Vitamina C				
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	T 3 Concentrado	
					B.P.S.	B.S.
Humedad			g/100g		8,27	
Materia seca	Secado estufa	Gravimétrica	g/100g		91,73	
Ceniza	Incineración mufla	Gravimétrica	g/100g		8,44	9,20
Extracto etéreo	Extracción Soxhlet	Gravimétrica	g/100g		3,03	3,30
Fibra cruda	Digestión ácida-básica	Gravimétrica	g/100g		2,86	3,11
Proteína	Kjeldahl (N*6,25)	Volumétrica	g/100g		44,80	48,84
Extracto No Nitrogenado	Cálculo		g/100g		32,61	35,55
Fibra Detergente Neutro	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Fibra Detergente Ácido	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Lignina	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Celulosa	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Hemicelulosa	Van Soest	Gravimétrica	g/100g			
Energía	Bomba calorimétrica	Calorimétrica	Kcal/100g			
Nitrógeno	Kjeldahl	Volumétrica	g/100g			
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/100g			
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/100g			
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Espectrofotométrica	g/100g			
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/Kg			
Vitamina C	Mohr	Espectrofotométrica	mg/100g			
OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA					


 Gloria Sandra Espinosa Narváez
 Téc. Laboratorio Bromatología

Anexo E. Determinación de ácido ascórbico



Universidad de
Nariño

San Juan de Pasto
Septiembre 25 de 2010

SECCIÓN DE LABORATORIOS
LABORATORIOS ESPECIALIZADOS

Señoritas
EVELYN VALLEJO, JENNY CUAICAL
Estudiantes Ingeniería en Producción Acuicola
Universidad de Nariño
Pasto

REF: CE LB027-10

Cordial saludo.

En respuesta a su solicitud de análisis de cuatro (4) muestras de Concentrado Iniciación para Arawana plateada, T1, T2, T3 y T4, para la determinación de Vitamina C, identificadas en el laboratorio con los códigos 261, 262, 263 y 268, se procedió a realizar el análisis por el Método Colorimétrico de 2-nitroanilina. Las muestras se analizaron por duplicado en dos fechas diferentes y no se obtuvo una señal que permitiera cuantificar la vitamina C. Posiblemente el método utilizado no aplica para el tipo de muestras procesadas, por interferencias de la matriz.

Atentamente,


Gloria Sandra Espinosa Narváez
Técnico Lab. Bromatología

Anexo F. Análisis de varianza para peso inicial según el tratamiento

Fuente	Sumas de cuadrados	de	Gl	Cuadrado medio	Coeficiente-F	P-Valor
Entre grupos	39,0662		8	4,88328	0,61	0,7563
Dentro de los grupos	143,545		18	7,97473		
Total (Corr.)	182,611		26			

Anexo G. Análisis de varianza para longitud inicial según el tratamiento

Fuente	Sumas de cuadrados	de	Gl	Cuadrado medio	Coeficiente-F	P-Valor
Entre grupos	2,40296		8	0,30037	0,32	0,9463
Dentro de los grupos	16,7133		18	0,928519		
Total (Corr.)	19,1163		26			

Anexo H. Análisis de varianza para peso final

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
<u>Efectos principales</u>					
A:Vitamina	38,4429	2	19,2215	0,79	0,4707
B:Densidad	62,9727	2	31,4863	1,29	0,3002
<u>Interacciones</u>					
AB	37,6052	4	9,40131	0,38	0,8169
<u>Residuos</u>	440,25	18	24,4583		
<u>Total</u> <u>(Corregido)</u>	579,271	26			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo I. Análisis de varianza para longitud final

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
<u>Efectos principales</u>					
A:Vitamina	1,1337	2	0,566848	1,00	0,3864
B:Densidad	1,93223	2	0,966115	1,71	0,2091
<u>Interacciones</u>					
AB	1,37406	4	0,343515	0,61	0,6622
<u>Residuos</u>	10,1737	18	0,565204		
<u>Total</u> <u>(Corregido)</u>	14,6137	26			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual

Anexo J. Análisis de Varianza para la variable ganancia de peso

Suma de Cuadrados Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
<u>Efectos principales</u>					
A:Vitamina	51,1735	2	25,5867	2,39	0,1198
B:Densidad	111,997	2	55,9984	5,24	0,0161
<u>Interacciones</u>					
AB	56,2039	4	14,051	1,31	0,3024
<u>Residuos</u>	192,449	18	10,6916		
<u>Total</u> <u>(Corregido)</u>	411,823	26			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Puesto que un p-valor es inferior a 0,05, este factor tiene efecto estadísticamente significativo en la ganancia de peso para un 95,0%.

Anexo K. Contraste múltiple de rangos para la ganancia de peso según la densidad de siembra

Método: 95,0 % HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	9	26,8744	1,08993	X
3	9	29,8344	1,08993	XX
2	9	31,8322	1,08993	X

<u>Contraste</u>	<u>Diferencias</u>	<u>+/- Límites</u>
1 - 2	*-4,95778	3,93576
1 - 3	-2,96	3,93576
2 - 3	1,99778	3,93576

* indica una diferencia significativa.

Anexo L. Análisis de Varianza para la variable ganancia de longitud

Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
<u>Efectos principales</u>					
B:Vitamina	1,66802	2	0,834011	1,32	0,2908
C:Densidad	3,24887	2	1,62443	2,58	0,1036
<u>Interacciones</u>					
AB	1,41604	4	0,354011	0,56	0,6932
<u>Residuos</u>	11,3383	18	0,629904		
<u>Total</u> <u>(Corregido)</u>	17,6712	26			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo M. Análisis de Varianza para la variable conversión alimenticia aparente

Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
<u>Efectos principales</u>					
B:Vitamina	0,431622	2	0,215811	5,18	0,0167
C:Densidad	0,455022	2	0,227511	5,46	0,0140
<u>Interacciones</u>					
AB	0,305156	4	0,0762889	1,83	0,1667
<u>Residuos</u>	0,749667	18	0,0416481		
<u>Total</u> <u>(Corregido)</u>	1,94147	26			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Como dos p-valores son inferiores a 0,05, estos factores tienen efecto estadísticamente significativo en la conversión alimenticia aparente para un 95,0%.

Anexo N. Contraste múltiple de rangos para la conversión alimenticia según la inclusión de ácido ascórbico

Método: 95,0 % HSD de Tukey

Ácido ascórbico	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	9	1,55	0,0680263	X
2	9	1,59778	0,0680263	XX
1	9	1,83889	0,0680263	X

<u>Contraste</u>	<u>Diferencias</u>	<u>+/- Límites</u>
1 - 2	0,241111	0,245643
1 - 3	*0,288889	0,245643
2 - 3	0,0477778	0,245643

* indica una diferencia significativa.

Anexo O. Contraste múltiple de rangos para la conversión alimenticia según la densidad de siembra

Método: 95,0 % HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	9	1,5	0,0680263	X
3	9	1,66889	0,0680263	XX
1	9	1,81778	0,0680263	X

<u>Contraste</u>	<u>Diferencias</u>	<u>+/- Límites</u>
1 - 2	*0,317778	0,245643
1 - 3	0,148889	0,245643
2 - 3	-0,168889	0,245643

* indica una diferencia significativa.

Anexo P. Análisis de Varianza para la variable tasa de crecimiento específico

Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
<u>Efectos principales</u>					
B:Vitamina	0,077363	2	0,0386815	1,57	0,2346
C:Densidad	0,147052	2	0,0735259	2,99	0,0756
<u>Interacciones</u>					
AB	0,146948	4	0,036737	1,49	0,2456
<u>Residuos</u>	0,442533	18	0,0245852		
<u>Total</u> <u>(Corregido)</u>	0,813896	26			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Contraste de Kruskal-Wallis para la variable tasa de crecimiento específico

Tratamiento	Tamaño muestral	Rango promedio
1	3	2,0
2	3	11,6667
3	3	13,8333
4	3	15,0
5	3	21,5
6	3	10,8333
7	3	12,1667
8	3	22,3333
9	3	16,6667
Estadístico= 14,1659		P-valor= 0,0775425

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

ANEXO Q. Prueba de Brand Snedecor para sobrevivencia de densidad de siembra 1 pez/5 L.

TRATAMIENTOS				
Respuesta	T1	T4	T7	TOTAL
Éxito	64,00	70	71	205
Fracaso	8,00	2	1	11
Total	72,00	72	72	216
Pi	0,889	1,0	1,0	0,95
Pi*a _i	56,89	68,06	70,01	194,96

n = 3

n - 1 = 2

Alfa = 0,05

1 - alfa = 0,95

p = 0,95

q = (1 - p) = 0,05

X²c= 8,24

X²t= 5,99

Decisión: Si hay diferencias significativas

ANEXO R. Prueba de Brand Snedecor para sobrevivencia de densidad de siembra 1 pez/15 L.

TRATAMIENTOS				
Respuesta	T3	T6	T9	TOTAL
Éxito	22	21	24	67
Fracaso	2	3	0	5
Total	24	24	24	72
Pi	0,9	0,9	1,0	0,93
Pi*a _i	20,17	18,38	24	62,54

n = 3

n - 1 = 2

Alfa = 0,05

1 - alfa = 0,95

p = 0,93

q = (1 - p) = 0,07

X²c = 3,01

X²t = 5,99

Decisión: No hay diferencias significativas.