

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA Y SUSTRATOS
PARA EL LEVANTE DE ALEVINOS DE CUCHA REAL *Panaque nigrolineatus*
(Peters en 1877), COMO RECURSO ORNAMENTAL NATIVO DE LA CUENCA
AMAZÓNICA**

HERNÁN ARTEAGA ARMERO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2010**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA Y SUSTRATOS
PARA EL LEVANTE DE ALEVINOS DE CUCHA REAL *Panaque nigrolineatus*
(Peters en 1877), COMO RECURSO ORNAMENTAL NATIVO DE LA CUENCA
AMAZÓNICA**

HERNÁN ARTEAGA ARMERO

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

**Presidente:
WILMER RENE SANGUINO ORTIZ
Ingeniero en Producción Acuícola
Docente del Programa Ingeniería en Producción Acuícola**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA EN PRODUCCION ACUICOLA
PASTO, COLOMBIA
2010**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1° del acuerdo N°324 del 11 de octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

WILMER RENE SANGUINO ORTIZ
Presidente

MARIO DAVID DELGADO GÓMEZ
Jurado

YOLANDA GOMEZ NIEVES
Jurado

San Juan de Pasto, Septiembre de 2010.

DEDICO A:

DIOS, porque me dio la vida y me ha permitido asumir grandes retos y propósitos sin desanimarme en el camino, día a día me instruye y prepara para ser un servidor de corazón humilde y sencillo. Él está siempre en nuestros aciertos y fracasos, en las dificultades y debilidades, él nos motiva y nos da esa fuerza para seguir su ejemplo de Fe, Amor, Perdón, Humildad, Justicia, Servicio, Esfuerzo, Esperanza y Superación.

Gracias DIOS, porque tu haz estado conmigo en los momentos más difíciles de mi vida, enseñándome a ser persistente y superar todos los obstáculos que se me han presentado en la vida, sin dejarme llevar por el miedo ni el temor.

A mi madre Carmen Armero, por su apoyo incondicional, por enseñarme a llevar una vida con dignidad y respeto, por sus sabios consejos que me han permitido esforzarme por seguir un mejor camino, como también llenarme de valor y enfrentarme a cualquier desafío sin importar que tan lejos esté la meta.

A mi hermana Estella le expreso mis agradecimientos por brindarme su ayuda cuando en muchos momentos la necesite, por haber confiado en mí aun en los momentos de crisis y dificultad, siempre estuvo presente con sus palabras de ánimo y esperanza.

A mi hijo Andrés Felipe quien se convirtió en esencia y parte de mi vida, él es la razón y la motivación más grande para avanzar con insistencia en todos mis proyectos de vida, y así conseguir mis objetivos y hacerlos realidad, él hizo que me llenara de fuerzas y fue quien me motivó a seguir en la ardua lucha por lograr tan anhelada meta y poder cumplir un propósito de un comienzo y largo camino que nos unirá por siempre.

Quiero manifestar mi gratitud a mis hermanas Liliana, Marcela, a toda mi Familia y amigos que de una u otra manera hicieron posible tan añorado sueño que fue alcanzado por el aporte de todas aquellas personas que se unieron en esta noble y valiosa causa.

“Un hombre tenía una higuera plantada en su viñedo, y fue a ver si daba higos, pero no encontró ninguno. Así que le dijo al hombre que cuidaba el viñedo: mira, por tres años seguidos he venido a esta higuera en busca de fruto, pero nunca lo encuentro. Córdala, pues; ¿para qué ha de ocupar terreno inútilmente? Pero el que cuidaba el terreno le contestó: señor, déjala todavía este año; voy a aflojarle la tierra y a echarle abono. Con eso tal vez dará fruto; y si no, ya la cortarás.

Jesucristo

AGRADECIMIENTOS

EL AUTOR EXPRESA SU AGRADECIMIENTO A:

Leonel Ceballos Ruiz	Zoot., Esp. Director Territorial Putumayo CORPOAMAZONIA
Mario David Delgado Gómez	Ingeniero en Producción Acuícola
Yolanda Gómez Nieves	Bióloga.
Marco Antonio Imuez Figueroa	Zoot., Esp.
Viviana del Carmen Cárdenas	Ingeniera en Producción Acuícola
Wilmer René Sanguino Ortiz	Ingeniero en Producción Acuícola.
Piedad Mejía Santacru	Secretaria programa de Ingeniería en Producción Acuícola.
Oscar Mejía Santacruz	Economista, Universidad de Nariño.
Luis Alfonso Solarte Portilla	Secretario Académico Facultad de Ciencias Pecuarias.

La Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía
CORPOAMAZONIA.

A todo el personal del Centro Experimental Amazónico a Jaime Gonzáles, Dilia Botina, Miguel Adarme, Raúl Vargas y Sabino Imbachi, Oliva, David, Fernando, como también a todas las personas que en una u otra forma apoyaron el desarrollo de esta investigación.

Al programa de Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	24
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	27
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	28
3. OBJETIVOS	29
3.1 OBJETIVO GENERAL	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
4. MARCO TEÓRICO	30
4.1 FAMILIA LORICARIIDAE	30
4.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	32
4.2.1 Hábitat	33
4.2.2 Generalidades de la especie	33
4.2.3 Características morfológicas de la especie	33
4.2.4 Comportamiento	35
4.2.5 Dimorfismo sexual	35
4.2.6 Alimentación	36
4.2.7 Alimentación de juveniles en loricáridos	36
4.2.8 Alimentación de alevinos	37
4.2.9 Reproducción	37
4.3 NUTRICIÓN	38

	Pág.
4.3.1 Proteínas	39
4.3.2 Evaluación del desempeño productivo	39
4.3.2.1 Criterios de evaluación.	39
4.4 DENSIDAD DE SIEMBRA	40
4.5 USO DE INVERNADEROS EN ACUACULTURA	41
4.6 SUSTRATO PARA LA FAMILIA LORICARIIDAE	42
4.7 CALIDAD DEL AGUA	42
5. DISEÑO METODOLÓGICO	45
5.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO	45
5.2 MATERIAL BIOLÓGICO	46
5.3 INSTALACIONES	47
5.4 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS	49
5.4.1 Equipos	49
5.4.2 Materiales	49
5.4.3 Insumos	50
5.5 PERIODO DE ESTUDIO	50
5.6 PLAN DE MANEJO	52
5.6.1 Construcción de invernaderos	52
5.6.2 Construcción de las unidades experimentales para los tratamientos	53
5.6.3 Instalación de los sustratos en el estanque del ensayo	54
5.6.4 Preparación de los estanques	55
5.6.5 Aclimatación y siembra de los alevinos de cucha real	57

	Pág.
5.6.6 Muestreo	59
5.6.7 Tratamiento profiláctico	60
5.6.8 Reposición de agua	61
5.7 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	61
5.8 ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN	62
5.8.1 Tipo de alimento	62
5.8.2 Alimentación	62
5.9 TRATAMIENTOS	63
5.10 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	65
5.11 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	65
5.12 VARIABLES EVALUADAS	66
5.12.1 Incremento de peso	66
5.12.2 Incremento en longitud	66
5.12.3 Conversión alimenticia aparente	66
5.12.4 Tasa de Mortalidad	67
5.12.5 Tasa de crecimiento simple	67
5.12.6 Relación costo Beneficio	67
6. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	68
6.1 VARIABLES EVALUADAS	68
6.2 PESO INICIAL DE SIEMBRA	68

	Pág.
6.3 INCREMENTO DE PESO	68
6.4 INCREMENTO DE TALLA	77
6.5 CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE	85
6.6 TASA DE CRECIMIENTO SIMPLE	92
6.7 MORTALIDAD	97
6.8 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	101
6.9 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA	106
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
7.1 CONCLUSIONES	107
7.2 RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	111
ANEXOS	116

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Parámetros físico-químicos óptimos para la especie	44
Tabla 2. Parámetros físico-químicos del agua quebrada Anayaco	47
Tabla 3. Frecuencia del número de veces en que se midieron los parámetros físico-químicos promedio del agua	61
Tabla 4. Incremento de peso diario para los diferentes tratamientos	70
Tabla 5. Incremento de longitud total y quincenal para los diferentes tratamientos	78
Tabla 6. Conversión alimenticia aparente promedio para cada tratamiento	87
Tabla 7. Tasa de crecimiento simple	92
Tabla 8. Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad de los animales en los tratamientos	98
Tabla 9. Costos e ingresos de producción durante el periodo experimental	102
Tabla 10. Costos parciales de producción por tratamiento de cucha real (<i>Panaque nigrolineatus</i>)	103

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Ubicación y distribución de los tratamientos	63
Cuadro 2. Distribución de las unidades experimentales y los sustratos en el estanque de ensayo	64
Cuadro 3. Distribución de los sustratos y tratamientos	63

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución geográfica de la familia loricariidae	32
Figura 2. Morfología de la especie	34
Figura 3. Ejemplar de cucha real	35
Figura 4. Localización geográfica del Centro Experimental Amazónico "CEA"	45
Figura 5. Estación piscícola del Centro Experimental Amazónico "CEA" - CORPOAMAZONÍA	46
Figura 6. Transporte y arribo de Alevinos de cucha real (<i>Panaque nigrolineatus</i>), procedentes de Puerto Leguizamo Putumayo	46
Figura 7. Estanques excavados tipo invernadero para el ensayo y preensayo	48
Figura 8. Captación y distribución del agua de la quebrada Anayaco a los estanques de estudio	48
Figura 9. Equipos, Materiales e Insumos utilizados para el desarrollo de la investigación	50
Figura 10. Aclimatación y siembra de los animales y toma de parámetros físicoquímicos del agua	51
Figura 11. Adecuación de las instalaciones	51
Figura 12. Construcción del invernadero en el estanque de ensayo	52
Figura 13. Montaje de la estructura, puntales y el techo	52
Figura 14. Techado del estanque excavado para el ensayo	53
Figura 15. Construcción de las divisiones en el estanque	53
Figura 16. Unidades experimentales adecuadas para los tratamientos	54
Figura 17. Distribución de unidades experimentales	54

	Pág.
Figura 18. Construcción y preparación de los sustratos, guadua y PVC para los tratamientos	55
Figura 19. Ubicación de sustratos dentro de los respectivos tratamientos	55
Figura 20. Adecuación y limpieza de los estanques	55
Figura 21. Encalado de estanques	56
Figura 22. Preparación del abono orgánico (Gallinaza)	56
Figura 23. Preparación del abono orgánico (Bovinaza)	57
Figura 24. Preparación del abono inorgánico (Triple15)	57
Figura 25. Distribución y vertimiento de los fertilizantes al agua de los estanques	57
Figura 26. Aclimatación de alevinos	58
Figura 27. Siembra de alevinos de cucha real (<i>Panaque nigrolineatus</i>) en los tratamientos	58
Figura 28. Muestreo quincenal para determinar peso, talla y calcular la ración de alimento	59
Figura 29. Medición de ejemplares de cucha real con el ictiómetro (<i>Panaque nigrolineatus</i>)	59
Figura 30. Tratamiento profiláctico durante el muestreo	60
Figura 31. Aplicación de sal y azul de metileno	60
Figura 32. Reposición de agua quincenal del estanque de ensayo	61
Figura 33. Medición de temperatura, oxígeno disuelto y pH en el agua del estanque	62
Figura 34. Preparación y pesaje del alimento	62
Figura 35. Alimentación y distribución del alimento a los alevinos	63

	Pág.
Figura 36. Comportamiento del incremento de peso quincenal para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo	71
Figura 37. Comportamiento del incremento de peso quincenal para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo	72
Figura 38. Comportamiento del incremento de peso quincenal para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo	72
Figura 39. Comportamiento del incremento de peso quincenal para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo	73
Figura 40. Incremento de peso quincenal para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo	73
Figura 41. Incremento de peso quincenal para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo	74
Figura 42. Incremento de peso quincenal para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo	74
Figura 43. Incremento de peso quincenal para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo	75
Figura 44. Incremento de peso total para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo	75
Figura 45. Incremento de peso total para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo	76
Figura 46. Incremento de peso total para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo	76
Figura 47. Incremento de peso total para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo	77
Figura 48. Incremento de longitud total en cm/quincenal para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo	79
Figura 49. Incremento de longitud total en cm/quincenal para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo	80

	Pág.
Figura 50. Incremento de longitud total en cm/quincenal para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo	80
Figura 51. Incremento de longitud total en cm/quincenal para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo	81
Figura 52. Incremento de longitud promedio quincenal para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo	81
Figura 53. Incremento de longitud promedio quincenal para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo	82
Figura 54. Incremento de longitud promedio quincenal para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo	82
Figura 55. Incremento de longitud promedio quincenal para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo	83
Figura 56. Incremento de longitud promedio total para la densidad uno en los tres sustratos, durante el ensayo	83
Figura 57. Incremento de longitud promedio total para la densidad dos en los tres sustratos, durante el ensayo	84
Figura 58. Incremento de longitud promedio total para la densidad tres en los tres sustratos, durante el ensayo	84
Figura 59. Incremento de longitud promedio total para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo	85
Figura 60. Conversión alimenticia aparente para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo	88
Figura 61. Conversión alimenticia aparente para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo	88
Figura 62. Conversión alimenticia aparente para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo	89
Figura 63. Conversión alimenticia aparente para el sustrato dos con las tres densidades, durante el ensayo	89

	Pág.
Figura 64. Conversión alimenticia aparente promedio para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo	90
Figura 65. Conversión alimenticia aparente promedio para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo	91
Figura 66. Conversión alimenticia aparente promedio para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo	91
Figura 67. Conversión alimenticia aparente promedio para el sustrato dos con las tres densidades, durante el ensayo	92
Figura 68. Tasa de crecimiento simple para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo	93
Figura 69. Tasa de crecimiento simple para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo	93
Figura 70. Tasa de crecimiento simple para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo	94
Figura 71. Tasa de crecimiento simple para el sustrato dos con las tres densidades, durante el ensayo	94
Figura 72. Tasa de crecimiento simple promedio para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo	95
Figura 73. Tasa de crecimiento simple promedio para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo	96
Figura 74. Tasa de crecimiento simple promedio para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo	96
Figura 75. Tasa de crecimiento simple promedio para el sustrato dos con las tres densidades, durante el ensayo	97
Figura 76. Porcentaje de sobrevivencia para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo	99
Figura 77. Porcentaje de sobrevivencia para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo	99

	Pág.
Figura 78. Porcentaje de sobrevivencia para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo	100
Figura 79. Porcentaje de sobrevivencia para el sustrato uno con las tres densidades, durante el ensayo	100
Figura 80. Relación beneficio costo para el sustrato uno y sus tratamientos	104
Figura 81. Relación beneficio costo para el sustrato dos y sus tratamientos	104
Figura 82. Relación beneficio costo para el sustrato tres y sus tratamientos	105
Figura 83. Relación beneficio costo para los diferentes sustratos con la densidad tres	105

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Fotografía con coordenadas planas de la estación Piscícola del “CEA”.	116
Anexo B. Registro de peso promedio en cada muestreo por tratamiento durante el ensayo	117
Anexo C. registro de talla promedio en cada muestreo por tratamiento durante el ensayo	116
Anexo D. Registro de los parámetros físico-químicos promedio para el periodo de de evaluación	117
Anexo E. Registro de la cantidad total de alimento suministrado durante el ensayo	118
Anexo F. Registro de peso promedio a la siembra en el ensayo	119
Anexo G. Registro de incremento de peso promedio quincenal y total durante el ensayo	120
Anexo H. Registro de talla promedio a la siembra en el ensayo	121
Anexo I. Registro de incremento de talla promedio total durante el ensayo	122
Anexo J. Conversión alimenticia aparente promedio en cada muestreo por tratamiento durante el ensayo	123
Anexo K. Tasa de crecimiento simple promedio por tratamiento durante el ensayo	124
Anexo L. Análisis de varianza para peso inicial de siembra	125
Anexo LL. Análisis de varianza para incremento de peso quincenal	125
Anexo M. Análisis de varianza para incremento de talla quincenal	126
Anexo N. Análisis de varianza para conversión alimenticia aparente	126
Anexo O. Análisis de varianza para tasa de crecimiento simple	127
Anexo P. Análisis de sobrevivencia de Brand Snedecor	127

GLOSARIO

BIOMASA: cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie o volumen por organismos de un tipo específico.

DENSIDAD DE SIEMBRA: relación del número de organismos hidrobiológicos con la superficie o volumen de un cuerpo de agua y varía según los requerimientos de la especie a cultivar y las características físico-químicas del agua.

SUSTRATO: el sustrato son los objetos o materiales que se agregan en el suelo y que recubren el fondo del estanque con el fin de que los peces se fijen o adhieran a ellos.

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

PLANCTÓFAGOS: Peces que se alimentan mediante filtración de formas microscópicas del fitoplancton y zooplancton.

DETRITÍVOROS: Peces que se alimentan de la materia orgánica que cae al fondo de las quebradas o ríos o el fitoplacton que se adhieren a la superficie de los sustratos, y que es aprovechada por estos peces raspando y chupando los nutrientes de los sustratos como la madera y las piedras.

ESPECIES ORNAMENTALES: Son aquellos ejemplares vivos de la ictiofauna que por su belleza, colorido o rareza, se capturan o cultivan con fines decorativos.

PESCA ORNAMENTAL: Actividad productiva realizada por pescadores artesanales, con la utilización de artes diversas para la obtención de especies acuáticas con finalidad ornamental.

LORICARIIDAE: Esta es la familia más numerosa del orden Siluriforme, con cerca de 600 especies que se encuentran desde Centro America y Sur América. Se pueden encontrar ejemplares de escasos 2 cm de longitud como el otocinco (*Otocinclus sp.*) o individuos que superan los 50 cm como los corronchos (*Pterygoplichyhys sp*), la gran mayoría de estas especies son de uso ornamental.

BALANCEADO COMERCIAL: alimentos elaborados en pellets extrurizados, flotantes y sumergibles, con un porcentaje de proteína que depende de la fase en crecimiento.

INVERNADERO: sistema que se construye utilizando cubiertas principalmente plásticas que ayudan a elevar y mantener la temperatura en un determinado sistema.

RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada en la Estación Piscícola del Centro Experimental Amazónico CEA, con el apoyo técnico, logístico y financiero de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía CORPOAMAZONIA.

La investigación se desarrollo durante 9 meses, previo a la selección de los peces y dar inicio a la fase experimental del periodo de estudio, se inicio con el preensayo durante 30 días, en un estanque excavado con invernadero donde se adapto a la especie a nuevas condiciones ambientales en un sistema controlado, logrando que los peces aceptaran el alimento artificial.

El desarrollo de la investigación evaluó tres densidades de siembra y tres sustratos en la fase de alevinaje y levante de cucha real (*Panaque nigrolineatus*) durante tres meses, en estanques excavados con un sistema de invernadero para disminuir las fluctuaciones de temperatura en el agua. La alimentación de los animales fue a base de balanceado comercial al 38 % de proteína, con una tasa de alimentación fue del 6,0 %.

Se utilizaron 216 alevinos de cucha real (*Panaque nigrolineatus*), con un peso inicial de 4,22 gramos, talla 5,95 centímetros y una edad aproximada de 35 días los cuales fueron distribuidos en 27 unidades experimentales cada una con un área de 4,0 m²

Se utilizó un Diseño completamente al azar, con un arreglo factorial 3², en el cual se evaluaron dos factores: densidad y sustrato, cada factor tiene tres niveles de la siguiente forma:

Nivel 1: Densidad 1: 1 animal/m²

Nivel 2: Densidad 2: 2 animal/m²

Nivel 3: Densidad 3: 3 animal/m²

Nivel 1: suelo desnudo.

Nivel 2: sustrato en guadua.

Nivel 3: sustrato en PVC.

Se efectuaron siete muestreos quincenales con el fin de evaluar las variables de importancia productiva como: ganancia de peso, incremento de longitud, conversión alimenticia aparente, tasa de crecimiento simple, sobrevivencia y relación beneficio-costos de los diferentes tratamientos.

Según el análisis de varianza ($p > 0,05$) con un 95 % de confianza, se detectó que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables ganancia de peso, y de longitud.

Según los datos arrojados para las variables conversión alimenticia aparente, tasa de crecimiento simple y sobrevivencia no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, por consiguiente estas variables no fueron afectadas por la densidad de siembra. Sin embargo los tratamientos donde hubo mayor sobrevivencia mostraron mejores resultados en cuanto a la relación beneficio-costo: T3: 2.49, T6: 2.42 y T9: 2.30.

Los resultados de la presente investigación pretenden aportar al conocimiento básico y al desarrollo del paquete tecnológico de esta especie, porque es un recurso ornamental de alto valor biológico, para programas de repoblamiento en los recursos hídricos donde esta especie tiene peligro de desaparecer por la alta presión en su medio natural y para adaptar esta especie al cultivo en recintos acuícolas para piscicultura en la región de la amazonía colombiana, y permitir que este recurso sea sostenible y rentable.

ABSTRACT

This research was funded by Corpoamazonía. The study was conducted at the Experimental Station Fish Amazon CEA Center, owned by the Corporation for the sustainable development of the southern Amazon Corpoamazonía, during the months of August to December 2009. A time when there were two stages: the Pretested in 30 days, where the animals adapted to a controlled environment, manage conditions and acceptance of artificial feed. The second stage was the evaluation of the study period with their respective treatments that lasted 105 days.

This research evaluated three plant densities and three substrates of production of natural food in Alevinaje phase and release of real cucha (*Panaque nigrolineatus*) dug pond with a greenhouse to reduce temperature fluctuations in the water. Animals were fed with commercial balanced 38% protein, feeding rate was 6.0%.

216 alevinos were used in real cucha real (*Panaque nigrolineatus*), with a starting weight of 4.22 grams, Size 5.95 centimeters and an approximate age of 35 days which were distributed in 27 experimental units each with an area of 4 0 m² that was built in a pond dug on the ground with a greenhouse.

We used a completely at random design with a 32 factorial arrangement were evaluated two treatment factors (density and substrate), each factor has three levels as follows:

Level 1: Density 1: 1 animal/m²

Level 2: Density 2: 2 animal/m²

Level 3: Density 3: 3 animal/m²

Level 1: bare soil.

Level 2: bamboo substrate.

Level 3: PVC substrate.

Seven samplings were conducted bimonthly to evaluate the productive and important variables: weight gain, increased length, apparent feed conversion, simple growth rate, survival and cost-benefit ratio of different treatments.

According to the analysis of variance ($p > 0.05$) with 95% confidence, it was found that no significant differences between treatments for weight gain variables, and length. The results in the average weight gain and final bimonthly report as follows: for T1, 1.36 g bimonthly 9.53 gm final , T2: 1.21 g, and 8.50 g, T3: 1.32 g, 9 , 21 g, T4: 1.53 g and 10.74 g, T5: 1.52 g and 10.61 g, T6: 1.46 g and 10.23 g, T7: 1.39 g and 9.72 g, T8: 1.42 g and 9.94 g, T9: 1.34 g and 9.45 g.

The results of this research contributed to the knowledge base and development of the technology package of this specie because it is a resource of high biological value ornamental, for restocking programs on water resources where this species

INTRODUCCIÓN

En Colombia, el comercio de peces ornamentales está centrado principalmente en la extracción de ejemplares de especies de agua dulce, lo cual ha generado desequilibrios en las poblaciones naturales y ha repercutido deteriorando los ecosistemas hídricos. Según el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder) afirma que: “las exportaciones realizadas durante el 2004 fueron de 26’587.740 unidades de ejemplares vivos, para el año 2005 de 29’512.391 de ejemplares vivos”²⁴. Rodríguez y Álvarez, asegura que: “las principales especies exportadas son el cardenal, *Paracheiroduon axelrodi*, las corredoras *Corydoras* sp. (22 especies), y las cuchas (32 especies diferentes), el otocinco *Otocinclus* sp., el tetra neón *Paracheiroduon innesi*, el tetra brillante *Hemigrammus arstrongi*, y el tetra rodostomo *Hemigrammus rhodostomus*, las cuales representaron más del 70% de las exportaciones del 2002”²⁵.

En 1975, Colombia fue el tercer exportador de peces ornamentales del mundo y para 1978 se movilizaban cerca de 3’150.000 ejemplares provenientes del río Amazonas, 850.000 del río Putumayo y 4’600.000 de la zona de Inírida. Galvis y Mojica²⁶, destaca que la exportación a finales de la década de los 70 llegó a producir cerca de ocho millones de dólares anuales que en términos actuales correspondería aproximadamente a 12 millones de dólares y la exportación total de peces ornamentales del país entre 1995 y 2005 representó ingresos de 49,2 millones de dólares, de los cuales el 88% proviene de peces extraídos de la Orinoquia con un promedio anual de 2,2 millones de dólares para esta región. Sin embargo, hoy día la comercialización de peces ornamentales desde Colombia se encuentra muy al margen de un mercado internacional de millones de dólares al año.

²⁴ INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural). Sistema de información sectorial pesquero productos pesqueros-Amazonas. Boletín mensual No. 3. Abril de 2010. Bogotá, Colombia. p. 5-6. [citado el 26 de mayo de 2010]. Disponible en internet:<URL: http://www.incoder.gov.co/Archivos/Informe_de_gestion201062511831/_BoIMayo2010.pdf>. ISSN 2011 – 8139.

²⁵ RODRÍGUEZ, J. y ÁLVAREZ, R. Comercio de peces ornamentales en Colombia. Grupo Ecología y Conservación de Fauna Silvestre. Departamento de Ciencias Forestales. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER y Universidad Nacional de Colombia Boletín mensual No. 4. Marzo de 2009. Medellín, Colombia. p. 23-25. [citado el 20 de enero de 2010]. Disponible en internet:<URL: <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF/s/v13n1/v13n1a2.pdf>>.

²⁶ GALVIS, V y MOJICA, C. Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER y Universidad Nacional de Colombia Primera edición. Febrero de 2009. Bogotá, Colombia. p.7-9 [citado el 28 de febrero de 2010]. Disponible en internet:<URL: <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol>>

Adicionalmente, los ríos de la Amazonía y Orinoquía Colombiana se caracterizan por presentar altos niveles de diversidad de especies de peces en donde las poblaciones de estas especies suelen presentar un número relativamente bajo de ejemplares. Esto hace que la extracción de un elevado número de ejemplares, tenga un impacto fuerte sobre sus poblaciones, mucho más cuando las capturas se realizan sobre ejemplares que no han alcanzado su madurez sexual, como sucede con algunas especies de la familia Loricariidae.

De acuerdo con los registros pesqueros tomados por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del sur de la Amazonía, CORPOAMAZONIA sostiene que: “entre 1999 y 2001 se calcula que entre noviembre y abril de cada año se capturan aproximadamente entre 10 y 12 millones de ejemplares de peces ornamentales, de los cuales sobreviven aproximadamente el 50%”²⁷. Según el Incoder²⁸ manifiesta que los principales problemas que afectan la actividad extractiva y comercial de los peces ornamentales en la Amazonía son: el bajo nivel económico y cultural de los pescadores, la falta de tecnología postcaptura, la carencia de cualquier tipo de organización básica, la falta de recursos económicos, la ausencia de lugares de desembarque, de centros de acopio y vías de comunicación y servicios adecuados.

Según Mancera y Álvarez²⁹ la cuenca del río Amazonas en Colombia tiene gran importancia para el sector pesquero y piscícola nacional, dado que de ella se extraen anualmente importantes cantidades de peces de consumo y ornamentales, estos últimos para exportación, siendo del 88% para el 2005, con un poco más de 29.500.000 ejemplares.

De acuerdo a lo reportado por Petrak: “dentro de las más de 150 especies de peces de acuario que se capturan y exportan de la región de la Amazonía, los loricaridos con gran demanda en el mercado eucarístico por el aspecto exótico del rostro en los machos adultos, el cual es especialmente ornado, siendo ejemplares

²⁷ CORPOAMAZONIA (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía). Información estadística de Puerto Asís y Puerto Leguízamo y plan de Gestión Ambiental Regional “Amazonía Sostenible”. Noviembre de 2002. Mocoa, Putumayo. p. 22-23. Centros Experimentales [online]. [citado el 27 de mayo de 2009]. Disponible en internet:<URL: http://www.corpoamazonia.gov.co/ce_mocoa.htm.

²⁸ INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural), Op. Cit., p. 6-7.

²⁹ MANCERA, R. y ÁLVAREZ, L. Comercio de peces ornamentales en Colombia. En: Memorias VIII Simposio Colombiano de Ictiología. Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba-ACICTIOS, Quibdó (Chocó). 2008. p.87-93.

raros (en el sentido estético de la palabra) y también por la utilidad que prestan en el acuario como peces limpiadores gracias a sus hábitos alimenticios algofágos³⁰.

De igual manera Arias afirma que: “siendo entonces una especie con potencial para piscicultura por su relativa fácil adaptación al cautiverio, los corronchos, panaques, agujas, tablas, cuchas, plecós y xenocaras, son de especial importancia, pues a más de la gran diversidad (cerca del 20% del total de las especies comercializadas)”³¹.

El mismo autor establece que los hábitos de vida y tácticas y estrategias reproductivas hacen posible su crianza en confinamiento. El mismo autor confirma que estas especies son omnívoras con tendencias vegetarianas o fitoplanctofagas o detritofagas, lo cual explica el tamaño del intestino y las adaptaciones bucales.

Suzuki³² manifiesta que encontró que la mayoría de estos peces son territoriales, asincrónicas lo cual le da la ventaja potencial de podersele reproducir en cautiverio en cualquier momento durante la época invernal en la región, con huevos grandes y adherentes y cuidado parental.

Sin embargo las investigaciones referentes a esta especie íctica ornamental son mínimas y están ajustadas a estadísticas pesqueras o ensayos reproductivos y de alimentación, sin profundizar en protocolos que pretendan la conservación y explotación en condiciones acuícolas sostenibles.

Por lo anteriormente expuesto, y considerando que hasta el momento no existe en el mercado oferta alguna de reproductores, ni criados ni silvestres, pues la captura de alevinos y juveniles es inmediatamente comercializada para la exportación, lo cual genera una dificultad para iniciar paquetes que conlleven a su producción. La presente investigación pretende evaluar la conducta de la cucha real en estanques excavados en tierra con invernadero a diferentes densidades de siembra y sustratos, con el propósito de establecer el número óptimo de peces de esta especie por metro cuadrado a partir de alimento artificial y natural, cuantificando distintas variables de crecimiento y producción.

³⁰ PETRAK, J. Apuntes sobre aspectos sanitarios y manejo de los peces ornamentales importados de Suramérica. XIV jornada de acuicultura. Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos. ISBN: 978-958-97780-7-4. Villavicencio, Meta, Colombia. 2008. p. 48-49.

³¹ ARIAS, C. y COLLAZOS, L. Avances en el cultivo de seis especies de peces ornamentales de los llanos de Colombia. XIII Jornada de Acuicultura. ISBN: 978-958-97780-3-6. Villavicencio, Meta, Colombia. 2007. p. 50-54.

³² SUZUKI, H. y AGOSTINHO, A. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Paraná River. Archivos de Biología. Vol. 64. Journal of fish biology. Brazil: 2000. p.57-59.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Landines³³, menciona que Colombia se caracteriza por tener gran variedad de especies ornamentales en sus aguas. El 95 % de los peces que se exportan son extraídos del medio natural, tan solo el 5 % de estas especies se cultivan en sistemas artesanales.

Rodríguez y Álvarez³⁴ afirman que en Colombia este comercio está basado en la intensa actividad en la captura indiscriminada de ejemplares extraídos del medio natural.

El mismo autor manifiesta Esto ha generado que los pescadores tengan como única opción la sobrepesca y explotación no controlada de estos recursos, y que para ellos se ha convertido en otra alternativa de subsistencia que genera ingresos para mejorar su calidad de vida, lo cual muestra claramente que no se ejerce un control adecuado, lo que conlleva a que este recurso puede estar generando desequilibrios en las poblaciones naturales y teniendo consecuencias sobre la dinámica de los ecosistemas hídricos, ya que si bien, este recurso posee una dinámica de regeneración constante, no es inagotable y sí, muy susceptible a desaparecer.

Los estudios que han realizado en Colombia sobre la cucha real (*Panaque nigrolineatus*) se han limitado a estudios en manejo de reproductores y evaluación de diferentes dietas alimenticias, pero no se ha cuantificado el potencial acuícola de este recurso pesquero en condiciones de cautiverio. Uno de los aspectos fundamentales de la Investigación es definir cuantos ejemplares se pueden sembrar por metro cuadrado y cuál sería el mejor sustrato, que ayude a contribuir a la elaboración de un paquete tecnológico que permita adaptar al cultivo a esta especie y de esta manera contribuir a un programa de desarrollo sostenible de conservación.

³³ LANDINES, P. Producción de peces ornamentales de la Orinoquia Colombiana. Memorias del IV Seminario Nacional de Ingeniería en Producción Acuícola. ISBN: 1909-8138. San Juan de Pasto, Colombia. 2007, p. 27-28.

³⁴ RODRÍGUEZ y ÁLVAREZ, Op. cit., p. 24.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las investigaciones que se han realizado sobre cucha real (*Panaque nigrolineatus*) en el mundo son escasos. En consecuencia, este proyecto plantea el siguiente problema:

¿Cuál es la densidad de siembra y el tipo de sustrato apropiado para el levante de alevinos de cucha real (*Panaque nigrolineatus*), cultivados en estanques excavados con invernadero, que genere las mejores conversiones alimenticias, incrementos de peso, longitud y excelentes tasas de sobrevivencia?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar tres densidades de siembra y tres sustratos para el levante de alevinos de cucha real *Panaque nigrolineatus* (Peters, 1877), en estanques excavados tipo invernadero como recurso ornamental nativo de la cuenca amazónica, en el Centro Experimental Amazónico (CEA) Mocoa Putumayo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Determinar los incrementos quincenales de peso y longitud para cada uno de los tratamientos.
- ❖ Calcular la conversión alimenticia aparente para los tratamientos
- ❖ Establecer el porcentaje de mortalidad al finalizar la investigación en los tratamientos
- ❖ Calcular la tasa de crecimiento simple
- ❖ Realizar un análisis parcial de costos para los diferentes tratamientos

4 MARCO TEÓRICO

4.1 FAMILIA LORICARIIDAE

Según Reis y Kullander³⁵, hay cuatro subfamilias de loricariidae reconocidas: Hypoptopomatinae, Hypostominae, Loricariinae, y la que va a ser tenida en cuenta en esta revisión Ancistrinae con 217 especies. Dentro de la subfamilia Ancistrinae se encuentra el género *Panaque*.

Para Santos y Jegu³⁶, la familia Loricariidae es la más numerosa de los siluriformes, con cerca de 600 especies y unos 92 géneros de Centro América y Sur América. Ramírez y Ajiaco aseguran que: “el cuerpo está cubierto completamente por escudos óseos dispuestos de 3 a 5 series longitudinales, solo están libres los nostriles, los ojos, los poros sensoriales y las inserciones de las aletas”³⁷. De igual manera dicen que la boca es inferior, en algunas especies con los labios; formando una ventosa. Ángel menciona que: “las aletas dorsal, pectoral, anal y adiposa (cuando está presente), con un radio fuerte”³⁸.

El mismo autor afirma que en los piedemonte amazónico, donde los cursos de agua son menos rápidos, predominan las formas alargadas, de cuerpo robusto, de mayor tamaño como *Panaque* y que la mayoría de los loricaridos, particularmente los que habitan aguas claras, son de actividad nocturna.

Machado³⁹ sostiene que en esta familia se incluyen las especies conocidas como corronchos, panaques, agujas, tablas. Se caracterizan por tener el cuerpo cubierto por cuatro series de placas óseas espinosas.

³⁵ REIS, R. y KULLANDER, S. Check list of the freshwater fishes of south and Central America. Edipucrs. Vol. 25. s.l.: Amer. Zool. Porto Alegre, Brasil. 2003, p. 318 - 378.

³⁶ SANTOS, G. y JEGU, M., MERONA B. Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins. Vol. 25. Manaus, Brasil. 1984. p.83-84.

³⁷ RAMÍREZ, H. y AJIACO, R. La pesca en la baja Orinoquía Colombiana: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, una visión integral. Bogotá, Colombia. 2001. p.197-198.

INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural). Sistema de información sectorial pesquero productos pesqueros. Amazonas. Boletín mensual No. 3. Abril de 2010. Bogotá, Colombia. p. 5-6. [citado el 26 de mayo de 2010]. Disponible en internet:<URL: http://www.incoder.gov.co/Archivos/Informe_de_gestion201062511831/_BoIMayo2010.pdf>. ISSN 2011. 8139.

³⁸ ÁNGEL, J. boletín informativo de la asociación acuaristas de Venezuela. Aquaven. Boletín N° 0013. Marzo de 2008. Caracas, Venezuela. p. 15-16. [citado el 26 de diciembre de 2009]. Disponible en internet: <URL: <http://www.acuaristasdevenezuela.com>>.

³⁹ MACHADO, A. Los peces de los ríos Caris y Pao estado Azoategui En: Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola año II, Vol. 2. Pasto: Universidad de Nariño, 2007. p. 70-73.

De la misma forma establece que el primer radio de las aletas pectorales y dorsal, están endurecidos y al igual les sirve de protección contra predadores, además de poseer un sistema de bloqueo de las aletas que les permite fijarse al sustrato en el cual se encuentran.

Mattias y Rantin⁴⁰, sostiene que como otros Loricaridos, los Ancistrus exhiben mecanismos para la respiración de aire atmosférico, lo que los habilita para vivir en ambientes de hipoxia, así mismo, muchas de las especies de esta familia tienen respiración accesoria, que se realiza por medio del estomago, permitiéndoles sobrevivir en aguas de baja concentración de oxígeno disuelto y mantenerse por varias horas fuera del agua o en el barro.

Para Bianchini y Bruno⁴¹, se le captura en pequeños afluentes correntosos del piedemonte (quebradas y caños), en sitios con piedras y troncos sumergidos a los que se fija por la boca, este comportamiento es similar en cautiverio donde son solitarios e intolerantes a la proximidad de otro individuo de la misma especie, aunque son pacíficos con otras especies.

También expresan los autores que estas especies están acostumbrados a vivir en aguas rápidas, la forma de su cuerpo evita que sean arrastrados debido a que tienen un disco oval hueco, el dorso ligeramente arqueado y el vientre cóncavo, al pasar el agua crea corrientes que aprisiona al animal contra el fondo, en el acuario permanecen fijos a rocas u otros objeto, adheridos mediante su ventosa bucal succionando la superficie, los dientes sobre las mandíbulas son espatulados.

Así mismo Arias y Collazos⁴² afirman que por la utilidad que presta esta especie en el acuario como peces limpiadores gracias a sus hábitos alimenticios algofágos, siendo entonces una especie con potencial para piscicultura por su relativa fácil adaptación al cautiverio.

De acuerdo con Woynarovich y Horvath⁴³, la aceptación de los peces a las condiciones de espacio que se les ofrezca es para muchos esencial en tanto que para otros secundarios. Pero los aspectos relacionados con el mantenimiento de

⁴⁰ MATTIAS, A. y RANTIN, F. Gill respiratory parameters during progressive hypoxia in the facultative airbreathing fish, *Hypostomus regani* (Loricariidae). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*. 1998. p. 120-124.

⁴¹ BIANCHINI, F., BRUNO, S. Guía de peces y plantas de acuario. Grijalbo, España, 1979. p.76-102.

⁴² ARIAS y COLLAZOSL, Op. cit., p. 50.

⁴³ WOYNAROVICH, E. y HORVÁTH, L. Propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão. En: Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola. Memorias Seminario Internacional de Producción Acuícola. Pasto, Colombia. 2004. Año 1. No. 1. p. 1-9.

la calidad del agua (dentro de los rangos de confort de la especie) y las prácticas de manejo y cultivo tales como la densidad de siembra, la oferta de refugios y la alimentación son para todos fundamentales.

4.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Wojnarovich y Horvath⁴⁴, mencionan que la familia Loricariidae está distribuida en el neotrópico extendiéndose desde Costa Rica en el norte hasta Argentina en el sur. Presenta una amplia distribución geográfica, la vasta mayoría de especies se las puede encontrar en toda la cuenca Amazónica y del Orinoco, y en países suramericanos que conforman la selva amazónica como Brasil, Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú (Figura. 1).

Figura 1. Distribución geográfica de la familia loricariidae



Disponibile en internet: <URL: [http:// www.viajeros.com](http://www.viajeros.com)

⁴⁴ Ibid., p.17-18.

4.2.1 Hábitat. García y Santamaría⁴⁵, aseguran que los Loricáridos utilizan sustratos muy específicos para vivir, a continuación se presenta una comparación entre hábitats de algunas especies:

❖ **Ancistrus triradiatus.** Se hallan sobre troncos sumergidos en aguas de corrientes rápidas con bajos contenidos de materia orgánica. Sus posturas son colocadas en huecos de los mismos troncos.

❖ **Chaetostoma thomsoni.** Posee gran afinidad por el sustrato rocoso donde fija y oculta sus posturas.

❖ **Hypostomus plecostomus.** Se encuentra a profundidades de 1 a 1.5 m. Sobre abundante materia en descomposición, construye nidos escarbonados huecos en los bordes verticales del cauce del río.

❖ **Hypostomus watwata.** Se adapta bien a aguas lenticas, ocupa la zona bentónica con fondos de arcilla donde permanece la mayor parte del tiempo, hace nido en el fondo y orillas del lecho.

❖ **Loricaria maculata.** De aguas someras con abundancia de troncos y de materia orgánica en descomposición.

4.2.2 Generalidades de la especie. Según Salas y Garrido⁴⁶, la clasificación taxonómica del género Panaque es la siguiente:

Orden: Siluriformes

Familia: Loricariidae

Clase: Actinopterygios

Subfamilia: Hypostominae

Género: Panaque

Nombre científico: Panaque nigrolineatus

Nombre común: cucha real

4.2.3 Características morfológicas de la especie. Rodríguez y Álvarez afirman que: "su cuerpo es de forma aplanada en su porción ventral, con una cabeza ancha, cubierto por tres filas de placas óseas dispuestas en forma compactada a lo largo de sus costados.

⁴⁵ GARCÍA, H. y SANTAMARÍA, C. Biología reproductiva de la cucha *Ancistrus triradiatus* (Pisces, Siluriformes, Loricariidae), un pez ornamental de la parte alta del río Yucao. Meta, Colombia. 2001. p. 100-115.

⁴⁶ SALAS, J. y GARRIDO, C. Boletín Informativo de Biología del género Panaque. Boletín N° 11. Junio de 2007. Sevilla, España. p. 5-6. [citado el 20 de Abril de 2010]. Disponible en internet: <URL: <http://www.elacuario.net/foro/index.php?showtopic=2365>.

La cabeza es muy ancha y su boca se encuentra dispuesta hacia abajo y está rodeada de fuertes labios suctores con los que pueden sujetarse a las rocas y evitar que la corriente los arrastre⁴⁷.

Los mismos autores establecen que ésta especie presenta grandes hileras de dientes en forma de gancho en la mandíbula correspondiente. Presenta líneas color canela, y negro-grisáceas; que atraviesan su cuerpo longitudinalmente partiendo desde su boca hasta la base de su aleta caudal, su coloración varía en grosor y tamaño, así que no posee un color patrón específico. Los patrones de la aleta caudal también varían en coloración y forma.

Así mismo explican que la parte inferior de la boca de ventosa está dividida en cuatro partes formando un rombo y cada una de estas cuatro partes muestra entre 6 y 8 dientes en forma de cuchara. Estos dientes son muy efectivos y están diseñados para raer las algas de cualquier tipo de superficie o sustrato. Estos dientes pueden destrozarse plantas o incluso desgastar visiblemente las paredes de la maderas.

De igual manera, todas las aletas salvo la caudal, llevan una espina de refuerzo. La boca, que se encuentra en posición inferior, está rodeada de fuertes labios suctores con los que pueden sujetarse a las rocas y evitar que la corriente los desplace de su hábitat. Asegura que poseen pequeños dientes cutáneos rascadores para arrancar las algas de las piedras. Las hendiduras branquiales están muy desplazadas hacia la región ventral: cuando se han sujetado a un sustrato, no respiran a través de la boca sino por las hendiduras branquiales (Ver figura 2).

Figura 2. Morfología de la especie



Fotografía de un ejemplar de cucha real tomada en el Centro Experimental Amazónico

⁴⁷ RODRÍGUEZ y ÁLVAREZ, Op. cit., p. 12.

Bianchini y Bruno afirman que: “se han encontrado en diferentes sustratos a ésta especie, como son en zonas arenosas, rocosas y leñosas de los ríos sudamericanos”⁴⁸.

De igual manera el mismo autor expresa que en cuanto a su tamaño el autor reporta que en cautiverio ésta especie puede llegar a una longitud de 34 cm, pero se reportan ejemplares de hasta 40 cm en estado silvestre (Figura 3).

Figura 3. Ejemplar de cucha real



Fotografía de un alevino del proyecto de cucha real registrada en el Centro Experimental Amazónico

4.2.4 Comportamiento. De igual manera los autores establecen que ésta especie suele ser pacífica con otras especies, con la excepción de que es algo agresivo y territorial con su propia especie o con otros loricáridos de su misma talla que compartan el mismo espacio o lugar; pero si las condiciones de espacio y nidos son las adecuadas las riñas no pasaran a mayores. Así, es imprescindible que siempre cuente con un escondite de acuerdo a su talla.

4.2.5 Dimorfismo sexual. Landines⁴⁹ sostiene que la papila genital de la hembra es redonda y gruesa, en cambio la del macho es más pequeña y acentuada.

⁴⁸ BIANCHINI y BRUNO, Op. cit., p. 76.

⁴⁹ LANDINES, M. Manejo y cultivo de peces ornamentales amazónicos. Boletín informativo N° 23. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2005. p. 15-16. Disponible en Internet :<URL: <http://www.arcoiris.org.ec/uploads/File/pdf/PSUR/Manejo.pdf>.

Sin embargo, los métodos para identificar sexualmente esta especie aun suelen ser complejos, si no se cuenta con ejemplares de una talla mediana a su máximo potencial de desarrollo.

4.2.6 Alimentación. Landines⁵⁰ indica que ésta especie es omnívora, pero preferentemente basa su dieta en algas; también se puede agregar a su dieta vegetales, asimismo acepta proteína en pequeñas porciones de origen animal como moluscos, crustáceos, peces y algunos insectos, al igual que todo alimento comercial de calidad que se hunda es totalmente aceptable y recomendable.

El mismo autor señala que esta especie siempre deberá contar con un tronco para raspar; ya que a partir de ahí obtiene celulosa para usar posteriormente como una fuente energética gracias su flora bacteriana.

Nelson⁵¹ argumenta que en dos géneros de Loricáridos, Panaque y Cochliodon, se cree que toman energía de una fuente muy difícil de digerir, la madera, ambos géneros poseen dientes en forma de cuchara, los que se cree, son adaptaciones para alimentarse de madera y han sido recolectados en temporadas secas con tractos digestivos llenos únicamente de restos de madera, además algunos loricáridos son los únicos peces que han alcanzado la habilidad de subsistir con una dieta basada en madera sin limitar su gasto de energía, en todas las especies el intestino es muy largo y enroscado, característico de una dieta vegetariana.

Para Ureña y Ávila⁵², sus adaptaciones bucales están diseñadas especialmente para la succión de fitoplancton, detritus y pequeños crustáceos, que principalmente obtienen de la superficie de rocas y plantas sumergidas, en algunos casos se ha reportado el consumo de macrófitas acuáticas.

4.2.7 Alimentación de juveniles en loricáridos. Ureña y Ávila⁵³ manifiestan que estos peces captan bien el alimento balanceado con un 36% de proteína y para ello es muy importante que éste sea peletizado y no extrudizado para garantizar que se hunda rápidamente y llegue al fondo de los estanques.

⁵⁰ Ibid., p. 5-6.

⁵¹ NELSON, J. Metabolism of three species of herbivorous loricariid Catfishes: influence of size and diet. *Journal of Fish Biology*. 2002. p. 62.

⁵² UREÑA, F. y ÁVILA, E. Guías de producción de peces ornamentales de la Orinoquia Colombiana Loricaridos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bogotá, Colombia. 2005. p. 4-5.

⁵³ Ibid., p. 7-8.

El mismo autor indica que se debe alimentar una vez al día tratando de distribuir las partículas homogéneamente sobre toda la superficie del estanque.

4.2.8 Alimentación de alevinos: Ureña y Ávila⁵⁴ reporta que desde el día de la eclosión de la puesta, el saco vitelino les dura de 5 a 8 días aproximadamente, éste es el momento preciso para empezar a alimentarles. La alimentación será a base de pastillas de spirulina, es muy importante la trituración de las pastillas, ya que se ha demostrado un crecimiento mucho más rápido comparado con el uso de pastillas sin triturar, se les puede complementar su dieta con los alimentos frescos, recordando siempre suministrar la cantidad justa que se vayan a comer, evitando contaminar el agua, también se aconseja dar una primera alimentación con nauplios de *Artemia salina* y después de una semana adicionar espinaca.

De igual manera los autores dicen que los loricáridos cuando están en estanques en tierra, para la alimentación se debe tener en cuenta que tienen gran afinidad por alimento vivo, es por esto que los alevinos se deben mantener inmersos en sustratos enriquecidos con algas; la técnica más sencilla para ofrecer estas condiciones es inocular algas en los tanques donde se almacenarán los alevinos. También es importante abonar una vez a la semana con 10 gramos de gallinaza por cada 100 litros de agua, es importante una exposición permanente a la luz y no realizar ningún tipo de recambio. Vale la pena ofrecer alimento concentrado en polvo con un 45% de proteína con el fin de acostumbrar a los animales al consumo de alimento balanceado.

4.2.9 Reproducción. Baldisserotto⁵⁵ menciona que la mayoría de las especies de las zonas tropicales no son migratorias, la estacionalidad climática marcada por periodos de lluvia que aumentan los niveles de agua de los afluentes y depósitos naturales, son determinantes para recibir estímulos que responden a cambios ambientales de la época invernal para la reproducción de estos peces, tales como temperatura, pH, dureza y conductividad eléctrica que son cambios de concentración de sales e iones, y estos peces son capaces de completar todo su proceso reproductivo en cautiverio si se les brinda las condiciones similares, parecidos a las condiciones naturales.

Así mismo, se desconoce mucho acerca de su biología reproductiva, pero se han reportados casos de desove con el método de imitación de lluvias. Como otros *Panaque*, desova en cuevas y el macho se hace cargo de la custodia de los huevos.

⁵⁴ Ibid., p. 8-9.

⁵⁵ BALDISSEROTTO, B. Fisiología de la reproducción de peces ornamentales. En: Memorias XII Jornada de Acuicultura. Unillanos, IALL. Villavicencio-Colombia. 2006. p. 32-33.

También aseguran que los hábitos reproductivos son bastante variados, las posturas son siempre de un número reducido de huevos, ricos en vitelo (yema) y de gran tamaño (2 o más milímetros de diámetro). El cuidado suele estar a cargo de los machos y la estrategia depende del tipo de ambiente en que vivan la especie.

Suzuki y Agostinho⁵⁶ revelaron en las observaciones directas, que los hábitos reproductivos en el campo para algunas especies en Loricáridos los huevos pueden ser adhesivos *Loricariichthys* sp y *Loricaria* sp, otras pueden ser no adhesivos pero después de 10-15 minutos de hidratación se vuelven adhesivos.

Según los autores en Loricáridos se presentan cuidado parental, el cual puede ser clasificado en tres grupos: criadores externos, en los cuales el macho transporta la masa de huevos; los vigilantes en los cuales el macho cuida los huevos, las larvas al interior de alguna clase de cavidad o nido y sin cuidado paterno.

Ureña y Ávila⁵⁷ sostienen que para algunas especies de loricáridos, las larvas son bastante sensibles a la manipulación ya que su única defensa con el medio exterior (coraza ósea) aun no se ha formado. Una inadecuada manipulación podría ocasionar una mortalidad hasta del 100%.

De la misma forma argumentan que las larvas no deben ser retiradas de los nidos o del cuidado de los padres, hasta que se produzca la reabsorción del saco vitelino. Para efectos prácticos, se debe realizar la cosecha mínimo una semana después de haberse producido el desove pues para entonces los pequeños individuos ya habrán reabsorbido el vitelo y endurecido su cuerpo.

De acuerdo con García⁵⁸ algunas de estas especies muestran territorialismo, cuando dice que este territorialismo ofrece el acceso fácil a las hembras, áreas exclusivas de alimentación.

4.3 NUTRICIÓN

Para López⁵⁹ los nutrientes requeridos por los peces para crecimiento, reproducción, renovación de tejidos, hormonas, enzimas y otras funciones fisiológicas son similares al de los animales terrestres, debido a que necesitan proteína, minerales, vitaminas, factores de crecimiento y fuentes energéticas.

⁵⁶ SUZUKI y AGOSTINHO, Op. cit., p.57.

⁵⁷ UREÑA y ÁVILA, Op. cit., p.7.

⁵⁸ GARCÍA y SANTAMARÍA, Op. cit., p.115.

⁵⁹ LOPEZ, J. Nutrición Acuícola. Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia 1997. p. 9.

Diferentes investigadores han demostrado, que los requerimientos de los peces no varían considerablemente entre las especies de aguas frías, medias y cálidas, con excepción de la necesidad de algunos ácidos grasos y esteroides. Además los requerimientos nutricionales de varios organismos hidrobiológicos se han extrapolado a partir de las necesidades cuantificativas en especies como la trucha arcoíris.

4.3.1 Proteínas. López⁶⁰ manifiesta que son componentes esenciales, que ejecutan un papel fundamental en la estructura y funcionamiento de todos los organismos vivos, además llegan a constituir hasta el 75% de los tejidos orgánicos, con base en materia seca. Por lo tanto los animales deben consumir proteínas con el fin de llenar los requerimientos de aminoácidos.

Según Hopher⁶¹ a nivel de mantenimiento, el pez requiere proteína para reponer tejidos desgastados y productos proteínicos como células del epitelio intestinal, enzimas y hormonas, esenciales para el funcionamiento correcto del organismo, y las cuales se reciclan con bastante rapidez. La capacidad del pez de sintetizarla de nuevo a partir de esqueletos de carbono es limitada, de modo que la mayor parte de ella debe obtenerse del alimento.

4.3.2 Evaluación del desempeño productivo. Hopher⁶² sostiene que los requerimientos de proteína se correlacionan con muchos factores, como condiciones ambientales, procesos fisiológicos específicos y hábitos de alimentación, así como edad y etapa de desarrollo del pez, los resultados de un experimento realizado en una asociación de condiciones ambientales no necesariamente se aplican a otras condiciones. Mientras no se comprendan mejor las relaciones entre los requerimientos de proteínas y los factores que los afectan no podrá darse una explicación general a los resultados de los experimentos. Existe además el problema de cómo evaluar el efecto de la proteína.

4.3.2.1 Criterios de evaluación. En la proteína suelen emplearse varios criterios para su evaluación. A fin de evaluar mejor las dietas es importante comprender más acerca de la naturaleza de estos criterios y la forma en que son afectados por el nivel de proteína y otros factores relativos al alimento y el ambiente.

❖ **Incremento de peso.** Según Hopher⁶³, este es uno de los criterios más comunes para evaluar la dieta y el nivel de proteína de ésta. Dado que los

⁶⁰ *Ibid.*, p.47.

⁶¹ HEPHER, B. Nutrición de peces comerciales en estanques. México: Editorial Limusa, 1993. p. 193.

⁶² *Ibid.*, p.195.

⁶³ *Ibid.*, p.197.

piscicultores desean un mayor crecimiento de los peces, este concepto es el mas practico y por ello el mas usado. Sin embargo, el crecimiento no siempre es el resultado de las síntesis de proteínas. Muy frecuentemente se debe a un aumento en el contenido de grasa en los tejidos.

La proteína causa la acumulación de grasa y en consecuencia el crecimiento, por lo tanto también se puede lograr con dietas que contengan un alto contenido de carbohidratos.

❖ **Tasa de conversión alimenticia aparente (TCAA).** La razón entre el peso del alimento consumido y la ganancia de peso del pez a menudo es útil como una medida de la eficiencia de la dieta. Mientras más adecuada es la dieta para el crecimiento, menor cantidad de alimento es necesario para producir una unidad de ganancia de peso; es decir menor conversión alimenticia como lo ratifica Hepher⁶⁴.

❖ **Tasa de crecimiento simple.** Hepher⁶⁵ dice que la tasa de crecimiento esta determinada por la especie del pez, las características genéticas dentro de esa especie y las condiciones ambientales como temperatura o calidad de agua que prevalecen durante el crecimiento. De este modo puede emplearse para comparar el grado de crecimiento entre distintos grupos de peces o, en el mismo pez, el efecto de factores ambientales. El crecimiento diario promedio (crecimiento simple) por lo general es expresado como porcentaje.

4.4 DENSIDAD DE SIEMBRA

Para Sanguino y Lucero⁶⁶ la densidad de siembra es un término manejado en acuicultura que relaciona el número de individuos con la superficie o volumen del reservorio y está sujeta a muchos casos de características físico-químicas e hidrobiológicas del agua. El término permite la valoración del cultivo en relación con el crecimiento y supervivencia de los organismos y los rendimientos que se obtienen. La población de peces al aumentar la biomasa establece una competencia de mayor fortaleza por todos los elementos vitales que deben ser compartidos (oxígeno disuelto, alimento, espacio, etc.)

⁶⁴ *Ibíd.*, p.198.

⁶⁵ *Ibíd.*, p.201.

⁶⁶ SANGUINO, W y LUCERO, R. Evaluación del Potencial Acuícola de Pirarucú (*Arapaima gigas*) a diferentes densidades de siembra en el centro experimental amazónico (CEA) Mocoa, departamento del Putumayo, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Ingeniería en Producción Acuícola. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia 2005. p 67.

De igual manera los mismos autores afirman que altas densidades de siembra altera moderadamente el comportamiento de los peces, provocando contaminación de agua por exceso de excreción nitrogenada, principalmente cuando se trata de especies carnívoras. Una densidad elevada puede también ser considerada un potencial de estrés en los peces y consecuentemente, reducir la capacidad productiva de los mismos.

Así mismo sustentan que bajas densidades de siembra en ambientes confinados pueden llevar al subaprovechamiento de espacio permitiendo un crecimiento homogéneo de los peces, que son la consecuencia de diversos factores que influyen el desempeño de la población.

También expresan que el crecimiento homogéneo de los peces, en ambientes confinados, es la consecuencia de diversos factores que influyen el desempeño de la población.

Según Kestemont⁶⁷ densidades de siembra inadecuada pueden traer complicaciones para un criadero afectando la supervivencia, el crecimiento y la conducta de los animales.

Lo anterior lo ratifica Lefrançois⁶⁸ en el cual menciona que densidades de siembra inadecuadas aumenta el estrés manifestadas por alteraciones provocadoras en agresividad, perjudicando el crecimiento de los peces.

4.5 USO DE INVERNADEROS EN ACUACULTURA

Calderón y Sonnenholzner⁶⁹ revelan que aún falta mucho para que la industria pueda contar con un modelo aceptable de invernaderos aptos para la acuicultura. Entre los retos que se debe enfrentar están: El control de la temperatura del agua, control de las pérdidas de calor y conocer el efecto de la radiación que penetra en el invernadero en la dinámica del estanque. Dentro de la gama de invernaderos los más económicos de construir son los que tienen estructura en guadua; pero aun están lejos de tener un diseño estándar que garanticen una operación adecuada del sistema con una amortización razonable en la inversión. En

⁶⁷ KESTEMONT, P. Size heterogeneity, cannibalism and competition in culture predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. London: Aquaculture amsterdam. 1997. p. 227.

⁶⁸ LEFRANÇOIS, C.; CLAIREAUXA, G y MERCIERA, C. Effect of density on the routine metabolic expenditure offarmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Bras. Zootec. Brasil. V.1995. p. 270.

⁶⁹ CALDERON, J y SONNENHOLZNER, R Cultivo De Camarón. Experiencias y desafíos en el uso de invernaderos. Panorama de acuicultura. 2002. p. 68. [citado el 11 de junio de 2009]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.camaradaacuiculturadelecuador.ec>.

especies acuícolas, en el cultivos de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) se han hecho algunos ensayos con el fin de probar el beneficio de cultivo con temperaturas del agua relativamente altas, incremento que se logra utilizando invernaderos.

4.6 SUSTRATO PARA LA FAMILIA LORICARIIDAE

Ángel⁷⁰ argumenta que en el estanque el sustrato son los objetos o materiales que se agregan en el suelo, siendo el componente que recubre el fondo del estanque, con el fin de que los peces se fijen o adhieran a ellos. También es el material donde se desenvuelven los diversos seres vivos del ecosistema tanto terrestre como acuático. En los afluentes o ríos donde habitan estas especies, el sustrato que utilizan para su refugio, protección y alimentación lo componen zonas arenosas y troncos en madera.

4.7 CALIDAD DEL AGUA

Argumedo y Rojas⁷¹ describen que la calidad del agua está dada por el conjunto de propiedades físicas, químicas y su interacción con los organismos vivos. Cualquier característica del agua que afecte el comportamiento, la reproducción, el crecimiento, los rendimientos por unidad de área, la productividad primaria y el manejo de las especies acuáticas, es una variable de calidad de agua.

❖ **Temperatura.** La temperatura incide sobre algunos parámetros físicos, químicos y biológicos, tales como la evaporación y la solubilidad de los gases.

Bianchini y Bruno⁷² establecen que los peces son organismos poiquilotermos, la temperatura influye directamente sobre el metabolismo de los peces y demás organismos acuáticos que cohabitan en el estanque de cultivo; cambios bruscos de temperatura puede ocasionar enfermedad o grandes mortalidades por estrés térmico. La temperatura óptima para esta especie está en el rango de 26°C a 28°C.

⁷⁰ ÁNGEL, Op. cit., p.11.

⁷¹ ARGUMEDO, E. y ROJAS, H. Manual de piscicultura con especies nativas: Asociación de piscicultores del Caquetá "ACUICA". Bogotá, Colombia: Plan nacional de desarrollo alternativo "Colombia siembra paz, 2005, p. 85.

⁷² BIANCHINI y BRUNO, Op. Cit., p.105.

❖ **pH.** El valor del pH está dado por la concentración del ión hidrógeno e indica si el agua es ácida o básica. Como lo indica Díaz⁷³ que es un parámetro de mucha importancia en acuicultura, ya que tiene un marcado efecto sobre el metabolismo y los procesos fisiológicos de los peces, crustáceos y otros organismos acuáticos. Los cambios de pH en un cuerpo de agua están relacionados con la concentración del dióxido de carbono. El valor de pH para la especie oscila entre 6.5 y 7.5.

❖ **Oxígeno.** En el agua la concentración de oxígeno disuelto está cambiando constantemente por causas de procesos biológicos, físicos y químicos. Boyd⁷⁴ manifiesta que es un parámetro físico-químico crítico en calidad de aguas, el oxígeno disuelto es esencial para la vida de los organismos acuáticos, ya que las bajas concentraciones de este elemento en el agua puede causar retardo en el crecimiento y reducción de la eficiencia alimenticia, los cuales se ven reflejados en una considerable disminución de la productividad en la producción de peces y crustáceos. El contenido de oxígeno disuelto de los estanques es el factor más crítico para el control de la calidad de agua en piscicultura. La concentración de oxígeno disuelto para la especie es de 5,0 mg/L.

❖ **Amonio.** Arredondo⁷⁵ menciona que el amonio es el producto final más importante del catabolismo de las proteínas excretadas por los peces, crustáceos y moluscos, el cual es tóxico para los organismos hidrobiológicos en concentraciones de 0,3 mg/l. Las concentraciones de amonio pueden incrementarse en estanques de cultivo que tienen altas densidades de organismos, pudiendo llegar a aumentar hasta los niveles altos e indeseables. El nivel óptimo máximo de amonio para esta especie es de 0.1 mg/l.

❖ **Alcalinidad total.** El término se refiere a la concentración total de bases en el agua, expresada en miligramos por litro de equivalentes de carbonato de calcio. En la mayoría de las aguas que se utilizan para fines acuícolas, los bicarbonatos y carbonatos son las bases más abundantes. Igualmente Cortez⁷⁶ señala que el nivel óptimo para el cultivo de algunos silúridos es de 25 mg/l.

⁷³ DIAZ, R. Factores físico-químicos del agua en la productividad acuícola. En: memorias del seminario Practico Sobre Acuicultura, Bogotá: Sociedad de Acuicultores y Ganaderos del Valle del Cauca. 1998. p.33.

⁷⁴ BOYD, C. Water quality for Pond Aquaculture, London: Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, 1998, p. 37.

⁷⁵ ARREDONDO, J. y PONCE, J. Calidad de Agua en Acuicultura, Conceptos y Aplicaciones. México: Editorial AGT. S.A. 2001. p. 18.

⁷⁶ CORTEZ, G. Guía para el manejo y conservación del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) En: Rev. Ciencia y tecnología Convenio Andrés bello. Bogotá: SECAB. Vol. 1, No. 125. 2003. p.12.

❖ **Dureza total.** El término se refiere a la concentración de iones metálicos divalentes en el agua, expresados como miligramos por litro de equivalentes de carbonato de calcio. Así mismo Cortez⁷⁷ afirma que el nivel óptimo para loricáridos es de 20 mg/l.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos óptimos para la especie

Parámetro	Rango optimo
Temperatura en °C	26 a 28
pH	6.5 a 7.5
Oxígeno en mg/l	5.0
Amonio mg/l	0.1
Alcalinidad total mg/l	25
Dureza total mg/l	20

⁷⁷ Ibid., p.46.

5 DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO

La investigación se realizó en la Estación Piscícola del Centro Experimental Amazónico CEA, de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur la Amazonía (CORPOAMAZONÍA), ubicado en el sur occidente de Colombia; en la Vereda San Carlos a 8,0 km de la ciudad de Mocoa, vía Villagarzón departamento del Putumayo (Figura 4).

Según Corpoamazonía⁷⁸ la estación (Figura 5) se encuentra a una altura de 453 metros sobre el nivel del mar con unas coordenadas geográficas: latitud N 01°05'16" y de longitud W 76°37'53", con una humedad relativa promedio de 87,91% en un bosque húmedo tropical, una temperatura ambiente promedio de 24 °C y una precipitación anual promedio de 4932,8 mm anuales (Anexo. A).

Figura 4. Localización geográfica del Centro Experimental Amazónico “CEA”



Fuente: Global digital imagen 2008

⁷⁸ Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía - CORPOAMAZONIA. Centro Experimental Amazónico. Centros Experimentales [online]. (Putumayo - Colombia), 2002 (citado el 17 de Abril de 2009). Disponible en internet: URL: <http://www.corpoamazonia.gov.co/ce/mocoa.htm>.

Figura 5. Estación piscícola del Centro Experimental Amazónico “CEA” – CORPOAMAZONÍA



5.2 MATERIAL BIOLÓGICO

Se seleccionaron y evaluaron 216 ejemplares de cucha real (*Panaque nigrolineatus*) provenientes del municipio de Puerto Leguízamo Putumayo (Figura 6) con un peso inicial promedio de 4,22 gramos con un coeficiente de variación de 5,36 % y una longitud inicial promedio de 5,95 centímetros con un coeficiente de variación de 1,98 %, permitiendo en lo posible que el lote experimental fuera lo más uniforme en peso y tamaño.

Figura 6. Transporte y arribo de Alevinos de cucha real (*Panaque nigrolineatus*), procedentes de Puerto Leguízamo Putumayo



5.3 INSTALACIONES

Para el desarrollo del ensayo se uso un estanque excavado en tierra de 28,80 m de largo por 13,80 m de ancho, y un área de 397.44 m², con una columna de agua promedio de 0,90 m, el volumen de agua aproximado fue de 317.95 m³. El talud de los estanques con pendientes de 2,0:1,0 y el fondo con una inclinación del 5,0%.

En el estanque se construyo el invernadero cubierto de plástico transparente calibre 6x8m de ancho y estructura en guadua con el propósito de mantener la temperatura del agua entre 26 a 28 °C, proteger a los animales de posibles depredadores, garantizar un mejor manejo y control del sistema. De igual manera se instalo un sistema de puentes o plataforma para el desplazamiento o acceso a cada uno de los tratamientos.

El estanque utilizado para el estudio se dividió en 27 compartimentos o unidades experimentales que abarcaron un área de 108 m² del total del estanque que fue de 397,44 m². De esta manera se implemento nueve tratamientos a cada uno le correspondió tres replicas (Figura 7).

El agua que se suministro a los estanques se capto de la quebrada Anayaco, cuyos parámetros físico-químicos del agua de este afluente estuvieron dentro de los rangos permisibles para la especie (Tabla 1), con un caudal promedio de 1.5 L/min la captación del agua se hizo a una distancia de 1500 m, por medio de una bocatoma sumergida a una caja de recolección donde se deriva una tubería de conducción a presión (Figura 8), la cual inicia con un diámetro de 6" para finalizar en la reducción de 4" y 2" para el suministro a los estanques respectivamente, la distribución del agua en el estanque del ensayo se hizo mediante el sistema de caída libre, el desagüe se efectuó con tubo de PVC de cuatro pulgadas anclado a un codo fijo.

Para la investigación se tuvo en cuenta los parámetros fisicoquímicos del agua de captación que alimentó el estanque del ensayo, obteniéndose los siguientes valores promedios (Tabla.2):

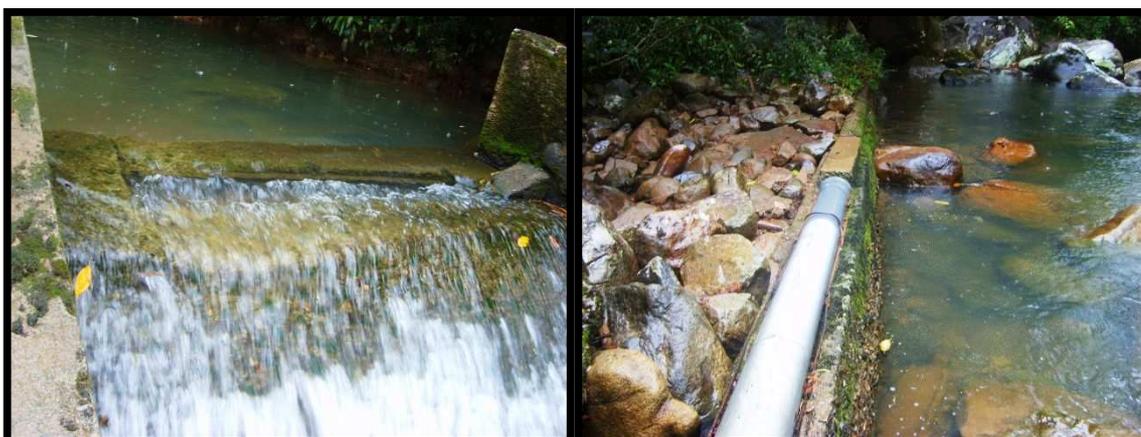
Tabla 2. Parámetros físico-químicos del agua quebrada Anayaco

Parámetros físico-químicos de la fuente de agua	Valor
Temperatura en °C	25,54
Oxígeno mg/L	6,23
pH	6,55
Alcalinidad mg/L	17,25
Dureza mg/L	21,53

Figura 7. Estanque excavado tipo invernadero para el ensayo



Figura 8. Captación y distribución del agua de la quebrada Anayaco a los estanques de estudio



5.4 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

5.4.1 Equipos. Para desarrollar la fase experimental del estudio se utilizaron los siguientes equipos (Figura 9) que se emplearon para el desarrollo de las actividades durante la ejecución del proyecto de investigación.

- Balanza eléctrica de precisión, de hasta 200 g, marca Ohaus®, ref. 1385: para determinar el peso de los ejemplares en los muestreos y el alimento
- Oxímetro digital multiparámetros: para la toma y medición del oxígeno disuelto
- Equipo Hatch FF2- A (para análisis de agua): para la toma de parámetros físico-químicos del agua (pH, dureza, alcalinidad y amonio)
- Cámara Fotográfica: para el registro de las actividades de la investigación
- Molino eléctrico con un motor de ½ HP: para el molido o trituración del alimento, para obtener partículas más pequeñas

5.4.2 Materiales. Para desarrollar la fase experimental del estudio se utilizaron los siguientes materiales (Figura 9) que se emplearon para el desarrollo de las actividades durante la ejecución del proyecto de investigación.

- Nasas de 1/8" de ojo de malla, sin nudo con mango de aluminio: para la captura de alevinos en la siembra y muestreos
- Plástico transparente Agrolene C6 X 8 m de ancho para invernadero: se utilizó en el techado y recubrimiento del invernadero
- Baldes y recipientes plásticos de 5, 20, 40 y 100 litros: se emplearon para mantener los animales en los muestreos, para la preparación de los abonos y tratamientos profilácticos
- Malla nilón sin nudo para división con un ojo de ¼": utilizada para realizar las divisiones en las unidades experimentales
- Ictiómetro de 100 cm con precisión al mm: se usó para realizar las mediciones a los animales en los muestreos
- Bolsas plásticas calibre 6 con una capacidad de 15 L: para el transporte y aclimatación de los ejemplares
- Tubería PVC de 3", 2" y 1": para la construcción de uno de los sustratos y el suministro de agua
- Alambre de amarre galvanizado Número 14: se utilizó para amarrar y sujetar la estructura del invernadero
- Guadua: Se empleó para construir la estructura del invernadero y para elaborar sustratos
- Velo suizo: para captura de animales en los muestreos
- Termómetro: para medir la temperatura
- Aireador eléctrico para acuarios de 2 salidas – 2 potencias: para proporcionar oxígeno al agua

5.4.3 Insumos. Para desarrollar la fase experimental del estudio se utilizaron los siguientes insumos (Figura 9) que se emplearon para el desarrollo de las actividades durante la ejecución del proyecto de investigación.

- Alimento artificial: para la alimentación de los alevinos
- Sal marina industrial: se uso como tratamiento profiláctico
- Azul de metileno: se uso como tratamiento profiláctico
- Cal dolomita: para estabilizar el pH del agua
- Gallinaza: para abonar y fertilizar el agua donde se hizo el estudio a los peces
- Fertilizante triple 15: para fertilizar el agua y producir alimento natural

Figura 9. Equipos, materiales e insumos utilizados para el desarrollo de la investigación



5.5 PERIODO DE ESTUDIO

La investigación se desarrollo durante 9 meses, tiempo en el cual se llevo a cabo un preensayo experimental, adecuación de las instalaciones, adquisición del material biológico y la evaluación durante tres meses de las diferentes densidades de siembra y sustratos para el levante de alevinos de cucha real.

Previo a la selección de los peces y dar inicio a la fase experimental del periodo de estudio, se inicio con el preensayo durante 30 días en un estanque excavado con invernadero para adaptar a la especie a las nuevas condiciones ambientales. (Figura 10).

Figura 10. Aclimatación y siembra de los animales al periodo de adaptación



La adecuación de las instalaciones tuvo una duración de tres meses, correspondientes a la construcción del invernadero y las unidades experimentales (Figura 11). De igual manera la adquisición del material biológico se llevo a cabo en periodo de 30 días.

Figura 11. Adecuación de las instalaciones



La investigación se desarrolló por un periodo de 105 días comenzando desde el mes de Agosto hasta inicio del mes de Noviembre del 2008 que consistió en evaluar y comparar los diferentes sustratos y densidades de siembra para el levante de la especie íctica Cucha Real *Panaque nigrolineatus*, en estanques escavados en tierra con sistema de invernadero, alimentados con concentrado comercial de 38% de proteína con el propósito de evaluar el crecimiento durante las fases de levante.

5.6 PLAN DE MANEJO

Para el desarrollo de la investigación se requirió que los 216 alevinos estén homogéneos en cuanto a talla y peso, así mismo se diseñó y estandarizó las diferentes prácticas a ejecutar, para el cumplimiento del objetivo propuesto, de la siguiente manera.

5.6.1 Construcción del invernadero. La construcción del invernadero se realizó en un estanque excavados en tierra para la etapa del periodo de estudio, la estructura fue elaborada con guadua material que se encuentra en la región (Figura 12), la estructura fue instalada y sujeta con alambre galvanizado (Figura 13), se cubrió con plástico transparente calibre seis por ocho metros de ancho (Figura 14), cuyo propósito fue disminuir las fluctuaciones de temperatura en el agua, especialmente en las horas críticas que fueron en la madrugada y los periodos continuos de lluvia que se presentaron. La altura que se manejó en el invernadero fue de 5,5 m.

Figura 12. Construcción del invernadero en el estanque de ensayo



Figura 13. Montaje de la estructura, puntales y el techo



14. Techado del estanque excavado para el ensayo



5.6.2 Construcción de las unidades experimentales para los tratamientos del ensayo. Para este propósito se implementaron 27 compartimentos o unidades experimentales que se construyeron en un área de 108 m², cada uno de ellos con un área de 4,0 metros cuadrados (2,0 m de largo x 2 m de ancho) y una altura de 1,0 m elaborados por medio de soportes tales como listones o pilares de madera de 1,60 m de longitud (Figura 15-16), que se ubicaron en el piso a una profundidad de 50 cm, cada división se cubrió con malla plástica de ¼” de ojo de malla que se aseguro sobre el suelo con arcilla y piedra (Figura 17).

Figura 15. Construcción de las divisiones en el estanque



Figura 16. Unidades experimentales adecuadas para los tratamientos



Figura 17. Distribución de unidades experimentales



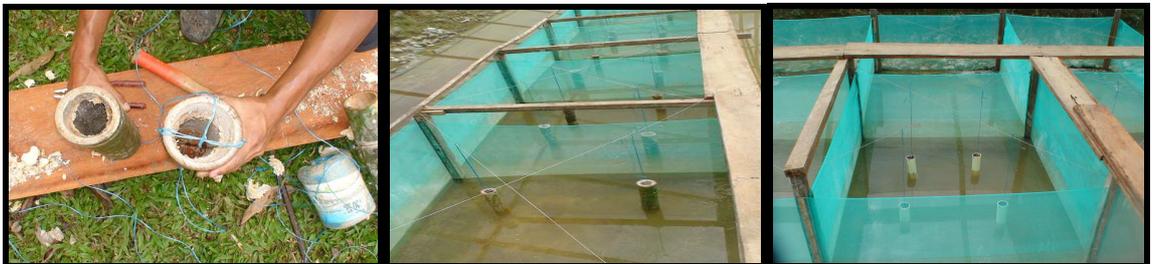
5.6.3 Instalación de los sustratos en el estanque del ensayo. La implementación de los dos tipos de sustratos que se adecuaron en los respectivos tratamientos fueron elaborados en guadua con un diámetro aproximado de 15 cm y tubería en PVC de tres pulgadas en forma de cubos, cada uno tenía 40 cm de largo (Figura 18).

Se ubicaron 4 sustratos para cada unidad experimental que estaban suspendidos de la parte superior de las divisiones donde se entrelazo alambre para ser sujetados en el extremo de cada compartimento o divisiones quedando entrecruzados de forma vertical y sin tocar el suelo permaneciendo a una distancia libre de 5 cm desde el suelo (Figura 19).

Figura 18. Construcción y preparación de los sustratos, guadua y PVC para los tratamientos



Figura 19. Ubicación de sustratos dentro de los respectivos tratamientos



5.6.4 Preparación de los estanques. La preparación de los estanques para el preensayo y periodo de estudio (ensayo) se realizó con el propósito de permitir la producción de alimento natural y el procedimiento que se llevo a cabo fue el mismo para las dos etapas.

❖ **Limpieza y desinfección de los estanques.** Los estanques se lavaron con el fin de retirar el lodo y la materia orgánica depositada en el fondo, además se rastrillaron y para su desinfección se dejo secar al sol por dos días (Figura 20).

Figura 20. Adecuación y limpieza de los estanques



❖ **Encalado de los estanques.** En el estanque se adicionó cal dolomita que se aplico al voleo, se esparció por todo el estanque específicamente en las paredes del suelo y taludes durante dos días de exposición, la proporción que se suministro fue de 25 g/m^2 con el fin de neutralizar la acidez y estabilizar el pH (Figura 21).

Figura 21. Encalado de estanques



❖ **Fertilización de los estanques.** Esta actividad se realizó diez días antes de la siembra de los animales en el estanques donde se llevó a cabo el periodo de estudio, que se hizo inicialmente utilizando abono orgánico gallinaza a razón de 200 g/m^2 y bovinaza 150 g/m^2 (Figura 22)

Otro de los componentes para la fertilización fue el uso de abono inorgánico como el triple quince diluido en agua 20 g/m^2 (Figura 23), cada ocho y quince días durante dos meses se suministro estas sustancias que fueron disueltas y mezcladas por separado en agua en recipientes plásticos (Figura 24), para luego vaciar el liquido compuesto al agua del estanque del ensayo (Figura 25), la cantidad se estableció teniendo en cuenta el área del estanque. Con el disco Sechii se realizó la medición de la productividad primaria al introducirlo al agua del estanque dando como resultado que a los 30 cm de profundidad el objeto de control desapareció de vista, indicando que el estanque se encuentra bien fertilizado.

Figura 22. Preparación del abono orgánico (Gallinaza)



Figura 23. Preparación del abono orgánico (bovinaza)



Figura 24. Preparación del abono inorgánico (Triple15)



Figura 25. Distribución y vertimiento de los fertilizantes al agua de los estanques



5.6.5 Aclimatación y siembra de los alevinos de cucha real. Se lleno el estanque y se dejo madurar durante diez días para permitir la estabilización de los parámetros físico-químicos para evitar problemas por choque térmico en los animales e impedir mortalidades a la siembra.

Antes de introducir los alevinos en el agua en sus respectivas divisiones, se dejaron los animales en sus bolsas plásticas flotando en la superficie del agua equilibrando la temperatura, cuyo valor del agua contenida fue de 27,22 °C (Figura 26), la aclimatación se hizo prolongadamente introduciendo agua del estanque a la bolsa hasta que la temperatura sea igual a la del estanque que fue de 28,45 °C esto se realizó a razón de 15 minutos.

Posteriormente se hizo la siembra o liberación de los ejemplares a cada sustrato con sus tratamientos y sus tres replicas (Figura 27), donde el primer sustrato suelo desnudo se sembró para T1: densidad (1 animal/m²) le correspondo 4 ejemplares para las tres replicas fueron 12 animales, T2: densidad (2 animales/m²) correspondieron 8 ejemplares para las tres replicas fueron 24 animales y para T3: densidad (3 animales/m²) fueron 12 ejemplares para las tres replicas fueron 36 animales, de la misma manera se hizo para los dos siguientes sustratos Guadua y PVC, lo que dio un número de 72 animales para cada sustrato y un total de 216 animales sembrados en los nueve tratamientos para los tres sustratos y las 27 unidades experimentales.

Figura 26. Aclimatación de alevinos



Figura 27. Siembra de alevinos de cucha real (*Panaque nigrolineatus*) en los tratamientos

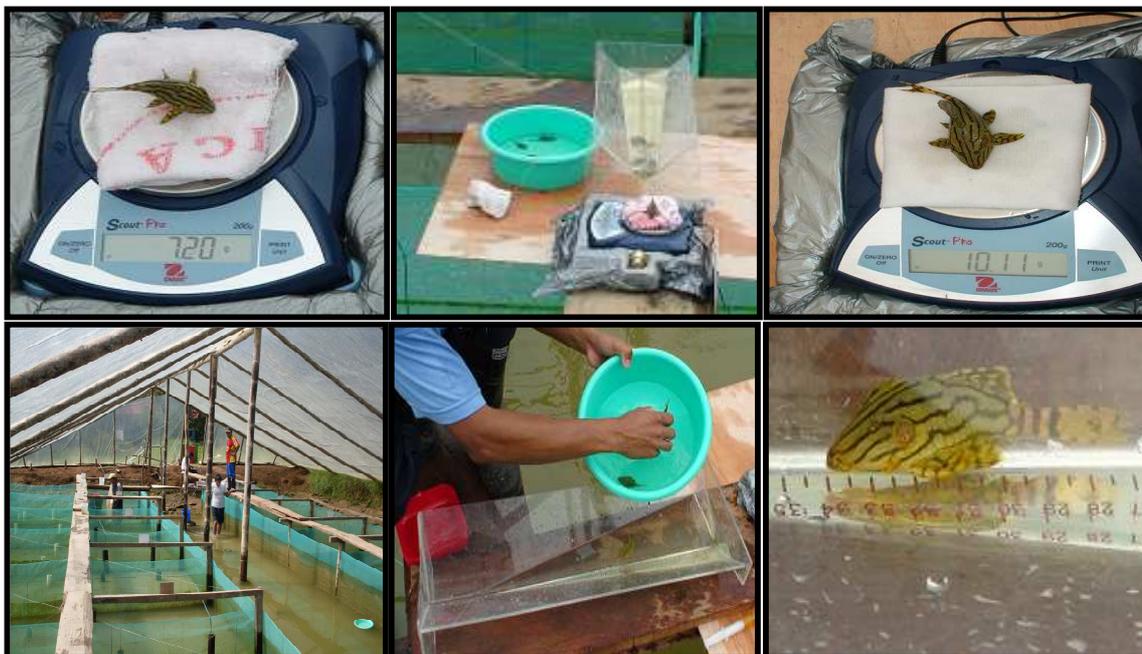


5.6.6 Muestreo. Se realizaron muestreos cada quince días del 75 % de la población en los diferentes tratamientos (Figura 28). Se llevó un registro del incremento de peso y longitud. Para lo cual se utilizó un Ictiómetro de 50 cm con precisión al mm para medir el incremento de longitud quincenal, una balanza eléctrica de precisión de 200 g, para determinar el incremento de peso para cada muestreo, a cada ejemplar capturado y muestreado se le tomaron los datos respectivos para llevar el registro y control de estas variables (Figura 29), con el fin de reducir el estrés en los animales se dejaron en ayuno el día anterior al muestreo (Anexo B-C).

Figura 28. Muestreo quincenal para determinar peso, talla y calcular la ración de alimento



Figura 29. Medición de ejemplares de cucha real con el ictiómetro (*Panaque nigrolineatus*)



5.6.7 Tratamiento profiláctico. Los ejemplares se sometieron después de cada muestreo a baños de inmersiones cortas con una solución de 30 mg/L de azul de metileno durante 5 minutos y 5,0 g/L de sal común industrial, durante 5,0 minutos en baldes plásticos de 5 L, con aireación necesario para prevenir cualquier problema de anoxia en los animales (Figura 30-31).

Figura 30. Tratamiento profiláctico durante el muestreo



Figura 31. Aplicación de sal y azul de metileno



5.6.8 Reposición de agua. La reposición de agua fue del 10 % cada quince días que equivale a 31,79 m³ del volumen total de agua del estanque, la reposición del agua se hizo a razón de 2,11 m³ por día, esto se hizo con el propósito de disminuir la concentración de amonio en el agua, compensar las pérdidas por evaporación y filtración, el caudal que entraba al estanque era de 1,5 L/min (Figuran 32).

Figura 32. Reposición de agua quincenal del estanque de ensayo



5.7 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

El monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del agua, se llevó a cabo mediante el uso de equipos para acuicultura tales como un oxímetro digital, un pH-metro digital y un kit comercial de análisis de agua, y se midieron cada tres días durante tres veces al día en horarios de las siete de la mañana, tres de la tarde y siete de la noche para el caso de la temperatura y el oxígeno, para el pH se determinó una vez en semana (Tabla 3) (Figura 33); alcalinidad, dureza y amonio cada quince días (Anexo D).

Tabla 3. Frecuencia del número de veces en que se midieron los parámetros físico-químicos promedio del agua

Parámetro	Frecuencia	Etapa en que se midió
Oxígeno disuelto en mg/L	Cada tres días	Durante el periodo de estudio
Temperatura °C	Cada tres días	Durante el periodo de estudio
Ph	Cada siete días	Durante el periodo de estudio
Alcalinidad mg/L	Cada quince días	Durante el periodo de estudio
Dureza mg/L	Cada quince días	Durante el periodo de estudio
Amonio mg/L	Cada quince días	Durante el periodo de estudio

Figura 33. Medición de temperatura, oxígeno disuelto y pH en el agua del estanque



5.8 ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN

5.8.1 Tipo de Alimento. Se utilizó alimento seco (concentrado comercial) peletizado para los peces ornamentales con 38 % de proteína, 12.0 % de humedad, 6 % de grasa, 6 % de fibra, y 12 % de ceniza, según datos consignados en etiqueta por la casa comercial, de acuerdo a las necesidades nutricionales para especies de peces de aguas cálidas.

5.8.2 Alimentación. Los animales se adaptaron al alimento comercial, se alimentaron diariamente, la cantidad y ración de alimento se calculó y ajusto para cada réplica con una tasa de alimentación del 6 % del peso vivo total de los animales para los 105 días⁷⁹.

Los peces fueron alimentados dos veces al día, distribuidas en dos comidas una a las siete de la mañana y la otra a las cinco de la tarde debido a sus hábitos alimenticios omnívoros, bentónicos y nocturnos (Figura 34-35) (Anexo E).

Figura 34. Preparación y pesaje del alimento



⁷⁹ SOLER, M. y RODRIGUEZ, H. Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura. Niveles de alimentación y tablas a utilizar en alimentación a temperaturas entre los 25-30 °C, adaptada de la NRC. 1993. Bogotá, Colombia. 1993, p. 281-283.

Figura 35. Alimentación y distribución del alimento a los alevinos



5.9 TRATAMIENTOS

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 3^2 con nueve tratamientos. En la presente investigación se evaluaron 2 factores de tratamiento con tres niveles cada uno, que para el primero le correspondió las tres densidades de siembra, en el segundo los tres sustratos.

➤ **Factor 1: Densidad de siembra.** Para la evaluación de la densidad de siembra se hizo en tres niveles, y para cada tratamiento fueron diferentes.

- Nivel 1: Densidad 1: 1 animal/m²
- Nivel 2: Densidad 2: 2 animales/m²
- Nivel 3: Densidad 3: 3 animales/m²

➤ **Factor 2: Sustratos.** Para la evaluación del sustrato se distribuyó de la siguiente manera.

- Nivel 1: suelo desnudo.
- Nivel 2: sustrato en guadua.
- Nivel 3: sustrato en PVC.

De la combinación de los factores se tuvieron nueve tratamientos, con tres replicas para cada tratamiento distribuidos de la siguiente manera (Cuadro.1):

Cuadro 1. Ubicación y distribución de los tratamientos.

Factor S (sustrato)	Factor D (densidad)		
	1	2	3
1	D1S1T ₁	D2S1T ₂	D3S1T ₃
2	D1S2T ₄	D2S2T ₅	D3S2T ₆
3	D1S3T ₇	D2S3T ₈	D3S3T ₉

Según esto, la nomenclatura de los tratamientos es la siguiente (Cuadro.2):

T ₁ : Densidad 1 (1 animal/m ²) y sustrato 1 (suelo desnudo)	T ₁ = D1S1
T ₂ : Densidad 2 (2 animales/m ²) y sustrato 1 (suelo desnudo)	T ₂ = D2S1
T ₃ : Densidad 3 (3 animales/m ²) y sustrato 1 (suelo desnudo)	T ₃ = D3S1
T ₄ : Densidad 1 (1 animal/m ²) y sustrato 2 (sustrato en guadua)	T ₄ = D1S2
T ₅ : Densidad 2 (2 animales/m ²) y sustrato 2 (sustrato en guadua)	T ₅ = D2S2
T ₆ : Densidad 3 (3 animales/m ²) y sustrato 2 (sustrato en guadua)	T ₆ = D3S2
T ₇ : Densidad 1 (1 animal/m ²) y sustrato 3 (sustrato en PVC)	T ₇ = D1S3
T ₈ : Densidad 2 (2 animales/m ²) y sustrato 3 (sustrato en PVC)	T ₈ = D2S3
T ₉ : Densidad 3 (3 animales/m ²) y sustrato 3 (sustrato en PVC)	T ₉ = D3S3

Cuadro 2. Distribución de las unidades experimentales y los sustratos en el estanque de ensayo

T6: D2S1R3	T17: D3S2R2	T26: D3S3R2
T8: D3S1R2	T11: D1S2R2	T25: D3S3R1
T3: D1S1R3	T16: D3S2R1	T27: D3S3R3
T9: D3S1R3	T15: D2S2R3	T21: D1S3R3
T2: D1S1R2	T18: D3S2R3	T20: D1S3R2
T4: D2S1R1	T14: D2S2R2	T22: D2S3R1
T7: D3S1R1	T13: D2S2R1	T23: D2S3R2
T1: D1S1R1	T10: D1S2R1	T19: D1S3R1
T5: D2S1R2	T12: D1S2R3	T24: D2S3R3
SUSTRATO 1: SUELO DESNUDO	SUSTRATO 2: GUADUA	SUSTRATO 3: PVC

5.10 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial 3^2 , con tres réplicas por tratamiento, para un total de nueve tratamientos y de 27 unidades experimentales.

El diseño experimental que se utilizó está representado por el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + S_j + (DS)_{ij} + \varepsilon_{k(ij)} + \eta_{l(ijk)}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Variable respuesta

μ = Media poblacional

D_i = Efecto de la i-ésima densidad

S_j = Efecto del j-ésimo sustrato

$DS_{(ij)}$ = Efecto de la interacción entre densidad y sustrato

$\varepsilon_{k(ij)}$ = Error experimental asociado a la k-ésima unidad experimental

$\eta_{l(ijk)}$ = Error de muestreo asociado a la l-ésima muestra.

Con los datos recolectados para cada variable evaluada se realizó un análisis de varianza, en aquellas variables que cumplan los supuestos estadísticos, con el fin de establecer diferencias significativas entre los tratamientos.

Para aquellas variables que no cumplieron los supuestos estadísticos se realizó las transformaciones matemáticas de raíz y logaritmo natural. Para la variable mortalidad se aplicó la prueba de Brand-Snedecor.

5.11 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS:

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

H₀: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H₀: $\mu_i = \mu_j$; ($i \neq j$); $i, j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$. Los resultados obtenidos para cada valor medio de las diferentes variables evaluadas son iguales en todos los tratamientos.

H₁: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$

H₁: $\mu_i \neq \mu_j$; $i \neq j$; $i, j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$. Existe por lo menos un tratamiento que presenta un resultado medio diferente de las variables evaluadas.

5.12 VARIABLES EVALUADAS.

Se analizaron las variables, ganancia de peso en gramos, incremento de longitud total quincenal y diaria en centímetros, tasa de conversión alimenticia aparente, tasa de crecimiento simple en porcentaje, porcentaje de sobrevivencia. Para evaluar la viabilidad económica de cada tratamiento se calculó mediante la relación beneficio costo.

5.12.1 Incremento de peso. Se midió cada quince días. Se define como la ganancia de peso del individuo o la población en un determinado periodo de tiempo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$IP = Wf - Wi$$

Donde:

IP = Incremento de peso

Wf = Peso final en gramos

Wi = Peso inicial en gramos

5.12.2 Incremento en longitud. Se refiere al aumento de longitud en un determinado periodo de tiempo, estimado en ciento cinco días, se calcula mediante las diferencias de longitud (longitud final – longitud inicial)

$$IL = Lf - Li$$

Donde:

IL = Incremento de longitud

Lf = Longitud final en centímetros

Li = Longitud inicial en centímetros

5.12.3 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:

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

Donde:

CAA = Conversión alimenticia aparente

As = Alimento suministrado (g)

Ip = Incremento de peso (g)

5.12.4 Tasa de Mortalidad. Se expresa como la relación entre el número de animales muertos y la población total.

$$M(\%) = \left[\frac{Ni - Nf}{Ni} \right] x 100$$

Donde:

M (%) = Mortalidad

Nf = Número final de animales

Ni = Número inicial de animales

Para determinar si existieron diferencias estadísticas significativas con relación a esta variable se utilizó la prueba de Brand Snedecor.

5.12.5 Tasa de crecimiento simple. Es el incremento de peso expresado en porcentaje de un individuo en un determinado lapso de tiempo.

$$TCS(\%) = \left[\frac{Wt - Wi}{Wi} \right] x 100$$

Donde:

TCS (%) = Porcentaje de crecimiento mensual

Wt = Peso final

Wi = Peso inicial

5.12.6 Relación costo Beneficio. Es el índice que resulta de dividir los costos variables, entre el ingreso bruto, calculados de acuerdo a la siguiente fórmula:

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

Donde:

RCB = Relación costo- beneficio

C V= Costos variables

IB = Ingreso bruto

6 PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 VARIABLES EVALUADAS

6.2 PESO INICIAL DE SIEMBRA.

El peso promedio en los tratamientos a la siembra no presentó diferencias estadísticas significativas según el análisis de varianza ($p>0,05$) (Anexo L) lo que me permite aceptar la hipótesis nula ya que todos los tratamientos fueron iguales; lo que se explica por qué la distribución de los animales se hizo totalmente al azar disminuyendo de esta manera el error experimental, asegurando uniformidad de los peces entre los tratamientos (Anexo F).

6.3 INCREMENTO DE PESO

El análisis de varianza ($p<0,05$) demuestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo. LL). Se registraron los siguientes valores quincenales: para la densidad de 1 animal/m²: T1: 1,36 g, T4: 1,53 g, T7: 1,39 g (Figura 40); para la densidad de 2 animales/m²: T2: 1,21 g, T5: 1,52 g, T8: 1,42 g (Figura 41); para la densidad de 3 animales/m²: T3: 1,32 g, T6: 1,46 g, T9: 1,34 g (Figura 42).

Se pudo establecer que la implementación de los sustratos orgánicos o vivos como la guadua ayudó para que los animales aprovecharan algunos de los nutrientes que en ellos se desarrollaban, encontrándose que el incremento de peso promedio quincenal en el sustrato dos (guadua) con los tratamientos: T4, T5 y T6 los alevinos obtuvieron una mejor respuesta en ésta variable (Figura 43), a comparación con el sustrato uno (suelo desnudo) y tres (PVC) (Anexo. G). Esto se debe a que esta especie aprovecha los sustratos de madera para sustraer y captar detritus y fitoplancton que se adhieren en las paredes de los mismos para alimentarse.

En cuanto al incremento de peso promedio total en el periodo experimental del ensayo se encontró que el tratamiento 4 del sustrato dos de 1 animal/m², presento un incremento de peso promedio total en el periodo experimental del ensayo de 10,74 g y un incremento de peso diario de 0,102 g (Figura 44), en comparación con el tratamiento 5 sustrato dos de 2 animales/m², con un incremento de peso promedio total de 10,61 g, un incremento de peso diario de 0,101 g (Figura 45) y el tratamiento 6 sustrato dos de 3 animales/m² 10,23 g y el incremento diario de 0,097 g (Figura 46) (Tabla 4).

Los resultados del ensayo son superiores a los logrados por Collazos⁸⁰ en loricárido *Ancistrus triradiatus* de 0.0014 g/día a una densidad de 50 larvas / L en acuarios de vidrio de 10 L, durante 10 días de evaluación, alimentados con concentrado comercial para loricáidos, 35,4% de proteína, hojuelas pulverizadas, y a una temperatura promedio del agua de 25,90 °C.

Los resultados arrojados en esta evaluación en cuanto a incremento de peso con cucha real (*Panaque nigrolineatus*) fueron óptimos en el sustrato dos con guadua, confirmando así lo reportado por Nelson⁸¹ en dos géneros de Loricáridos, Panaque y Cochliodon, donde afirma que toman energía de una fuente muy difícil de digerir (madera) y que ambos géneros poseen dientes en forma de cuchara que les permite raspar para alimentarse de madera, algunos ejemplares han sido recolectados en temporadas secas con tractos digestivos llenos únicamente de madera.

Así mismo con las observaciones que se realizaron durante los muestreos al retirar los sustratos se pudo comprobar que los ejemplares tenían una mejor preferencia por la guadua, ya que en estos los animales se adherían permanentemente para raspar las paredes ya que los sustratos orgánicos o vivos facilita la colonización de fitoplancton, corroborando lo encontrado por Collazos⁸², quien reporta que el loricárido *Ancistrus triradiatus* que se capturaron en el medio natural en pequeños ríos y caños, mediante el uso de trampas fabricadas en canutos de guadua angustifolia a los cuales se les hizo ventanas en cada sección o tramo, donde los animales utilizaron el sustrato como refugio, sitio de anidación y para raer fitoplancton para su alimentación, las guaduas fueron colocadas en el sentido de la corriente.

Según lo Observado en el contenido estomacal a lo largo del tracto digestivo de los animales del sustrato dos con guadua se encontró la presencia de algunas partículas de este componente, así como también abundantes algas diatomeas y en menores cantidades cladóceros, copépodos y rotíferos. Esto demostró el comportamiento que demostraron los ejemplares de cucha real, al pasar la mayor parte del tiempo adheridos a los sustratos orgánicos o vivos.

Según Ureña⁸³, afirma que los géneros pertenecientes a la familia loricariidae son omnívoros (tendencia vegetarianos, detritívoros, fitoplanctofagas, zooplanctofagas

⁸⁰ COLLAZOS, L. Aspectos generales de la biología reproductiva de *Ancistrus triradiatus*. Instituto de Acuicultura de los Llanos "IALL". Villavicencio, departamento del Meta. Maestría en Acuicultura de aguas continentales. Universidad de los Llanos, 2009.p. 74.

⁸¹ NELSON, Op. cit., p. 8.

⁸² COLLAZOS, Op. cit., p. 22.

⁸³ UREÑA, F. Y ÁVILA, E. Op. cit., p.68.

y macrofitas acuáticas) esto por el tamaño de su intestino y sus adaptaciones bucales que están diseñadas especialmente para la succión de fitoplancton y detritus que principalmente obtuvieron de la superficie de sus sustratos como madera, rocas y plantas sumergidas.

De igual modo, contrastan con los resultados de incremento de peso obtenidos por Collazos⁸⁴ al conseguir buenos rendimientos en la ganancia de peso, al implementar el uso de alimento balanceado con alto nivel de proteína para suministrar a loricáridos *Ancistrus triradiatus*.

El mismo autor establece que la ganancia de peso es aceptado como de baja importancia para la producción de peces ornamentales en los cuales es más importante de manera general la sobrevivencia y la talla.

Para Nelson⁸⁵ los animales en estado de ayuno y aun sin alimentarse varios días, pueden ganar longitud pero no peso, que se pueden explicar por los detritos o alimento natural (fitoplancton y zooplancton) que se adhiere en los sustratos, y que es el preferencial régimen alimenticio de la especie, permitiéndole aprovechar dichos nutrientes.

Tabla 4. Incremento de peso diario para los diferentes tratamientos

Tratamiento	Densidad de siembra	Incremento de peso promedio g/día	Incremento de peso promedio en g/quincenal	Incremento de peso total durante el ensayo
T1:D1S1	1animal/m ²	0,091 ± 0,02	1,36 ± 0,36	9,53
T2:D2S1	2animales/m ²	0,081 ± 0,02	1,21 ± 0,32	8,50
T3:D3S1	3animales/m ²	0,088 ± 0,03	1,32 ± 0,50	9,21
T4:D1S2	1animal/m ²	0,102 ± 0,03	1,53 ± 0,44	10,74
T5:D2S2	2animales/m ²	0,101 ± 0,02	1,52 ± 0,30	10,61
T6:D3S2	3animales/m ²	0,097 ± 0,03	1,46 ± 0,41	10,23
T7:D1S3	1animal/m ²	0,093 ± 0,03	1,39 ± 0,42	9,72
T8:D2S3	2animales/m ²	0,095 ± 0,03	1,42 ± 0,43	9,94
T9:D3S3	3animales/m ²	0,089 ± 0,02	1,34 ± 0,37	9,35

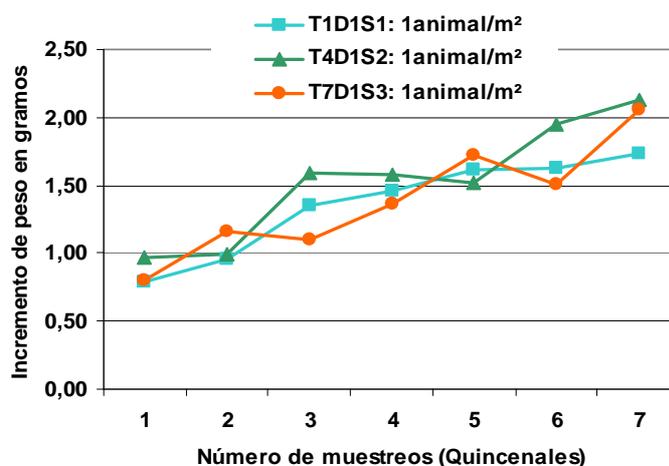
⁸⁴ COLLAZOS, Op. cit., p.56.

⁸⁵ NELSON, Op. cit., p.75.

Los resultados logrados en incremento periódicos de peso están de acuerdo a los hallados por López⁸⁶, Sanguino y Lucero⁸⁷ quienes determinaron respectivamente en tilapia rendalli y Pirarú (*Arapaima gigas*) que a menor densidad de siembra, se dispone de más espacio, menos estrés de cultivo, mejor calidad fisicoquímica del agua y mejor utilización del alimento que asegura un mejor crecimiento por individuo, teniendo en cuenta que la cucha real siendo una especie nativa son altamente territoriales.

La presente investigación demostró según el comportamiento del incremento del peso vs tiempo de cultivo, que hubo un mejor respuesta a esta variable por parte de la especie íctica cucha real (*Panaque nigrolineatus*) en el sustrato dos con el tratamiento 4 (Figura 36), seguido del tratamiento 5 (Figura 37) y tratamiento 6 (Figura 38) en el primer mes de evaluación. En contraste con el segundo mes del experimento donde se observa un leve descenso.

Figura 36. Comportamiento del incremento de peso quincenal para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo



⁸⁶ LÓPEZ, J; PALACIOS, P.; CORAL, I. Y ZAMBRANO, A. Evaluación comparativa de prebiótico, probiótico e inmunopotenciadores en especies ícticas nativas y foráneas. En: IV Seminario Nacional de Ingeniería en Producción Acuícola. Modulo de Sanidad e Inmunoestimulantes. 2007.

⁸⁷ SANGUINO y LUCERO, Op. cit., p.67.

Figura 37. Comportamiento del incremento de peso quincenal para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo

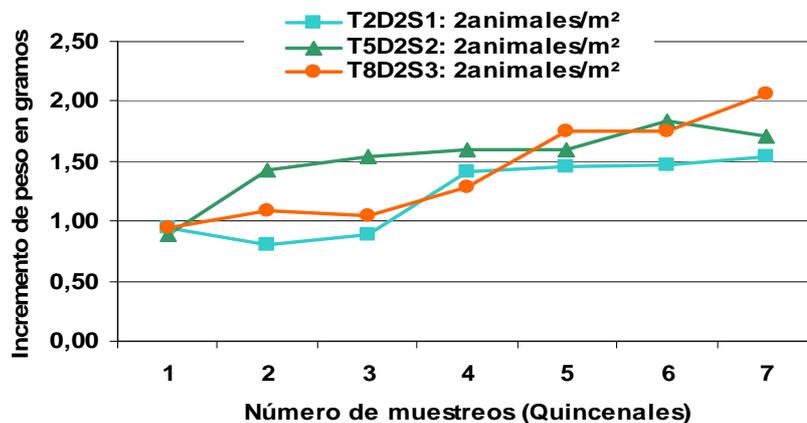


Figura 38. Comportamiento del incremento de peso quincenal para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo

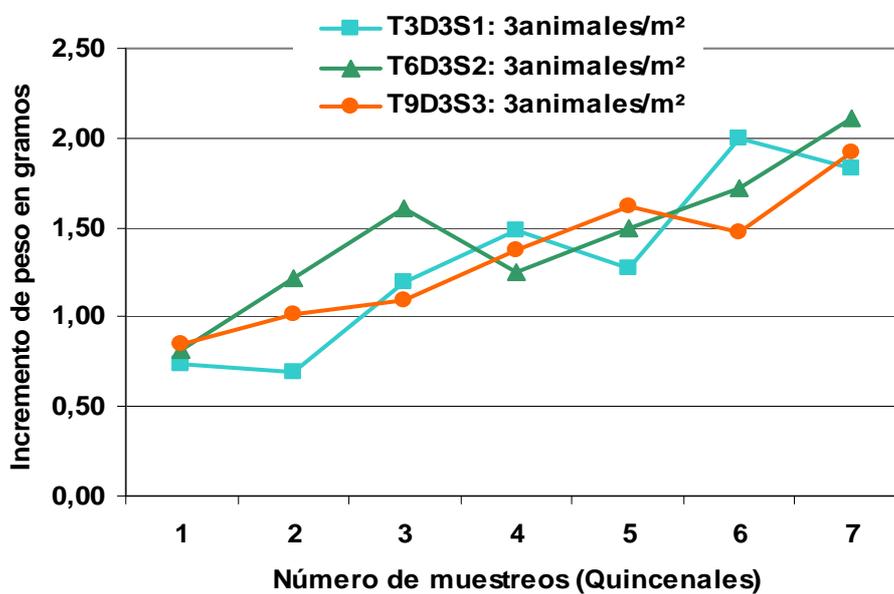


Figura 39. Comportamiento del incremento de peso quincenal para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo

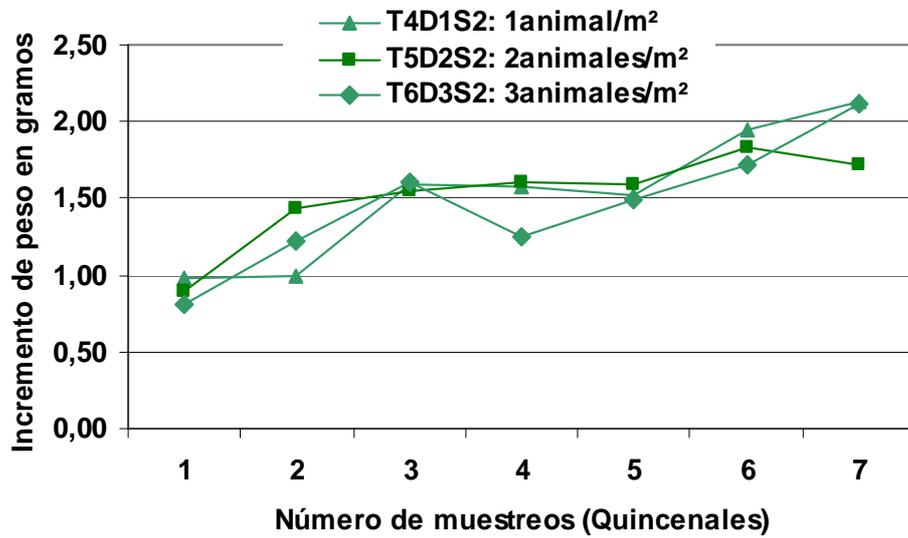


Figura 40. Incremento de peso quincenal para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo

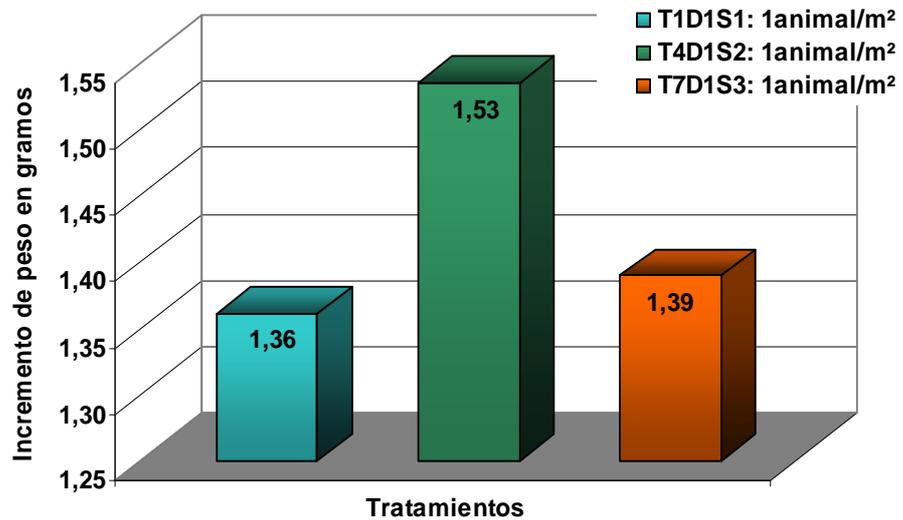


Figura 41. Incremento de peso quincenal para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo

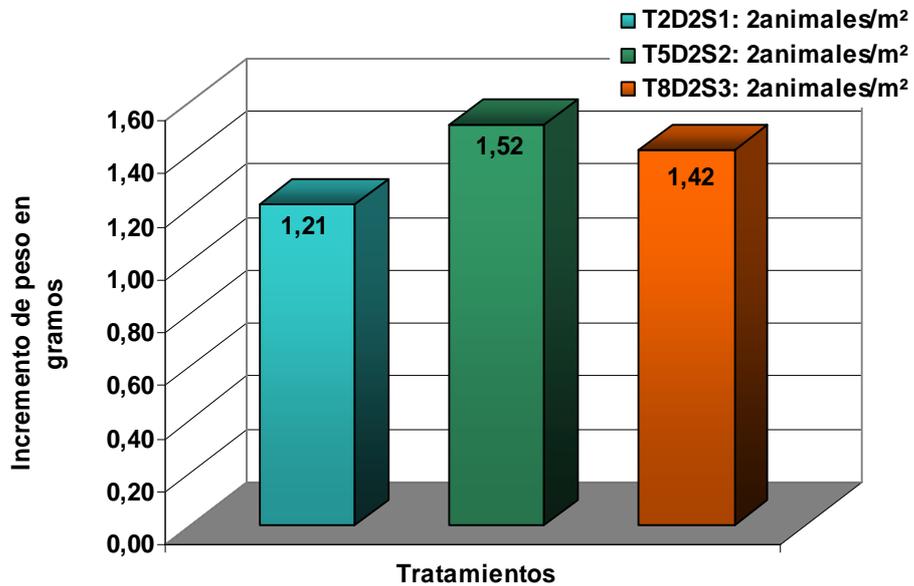


Figura 42. Incremento de peso quincenal para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo

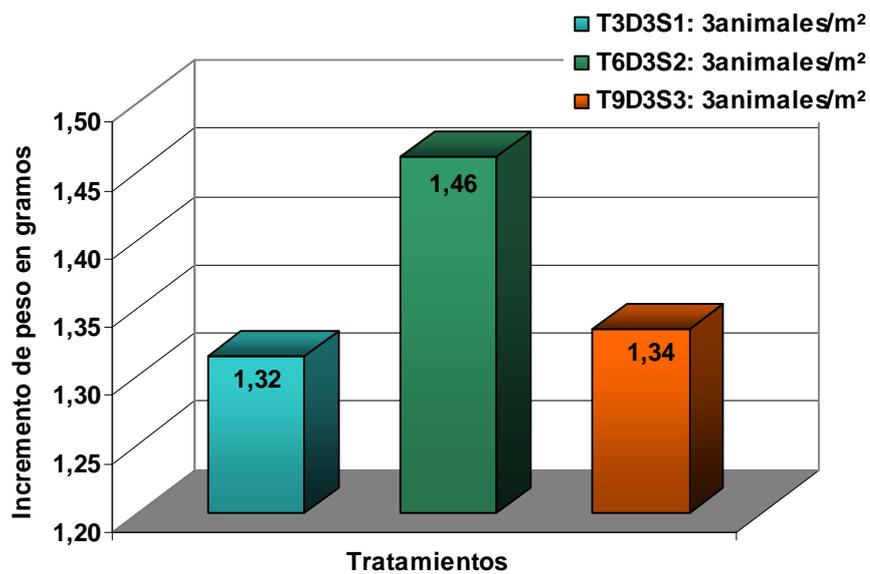


Figura 43. Incremento de peso quincenal para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo

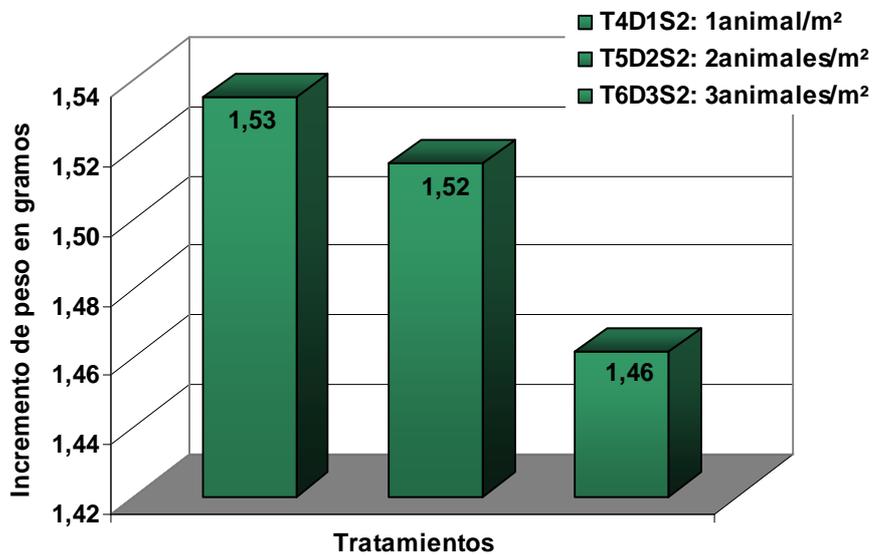


Figura 44. Incremento de peso total para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo

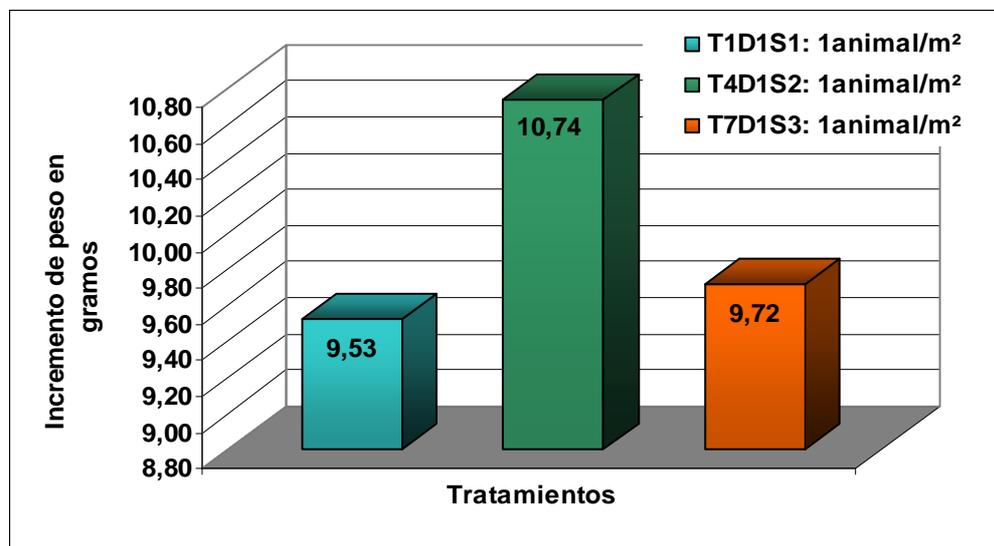


Figura 45. Incremento de peso total para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo

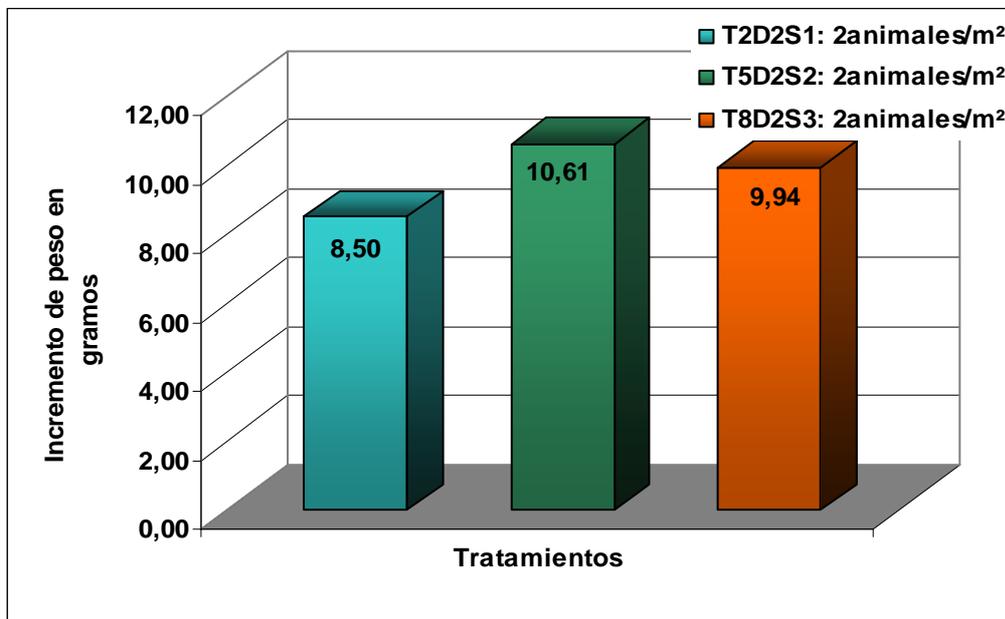


Figura 46. Incremento de peso total para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo

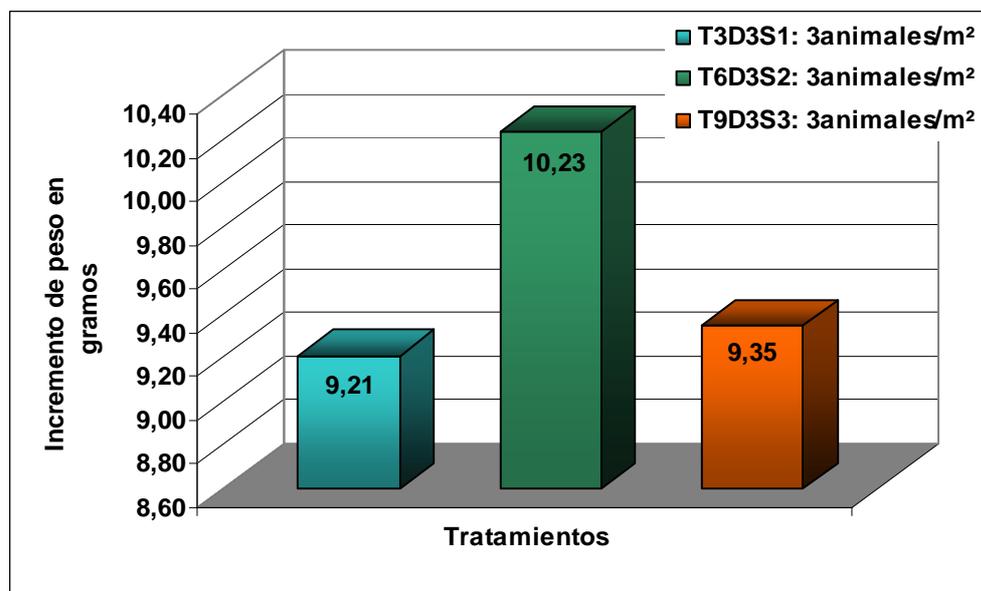
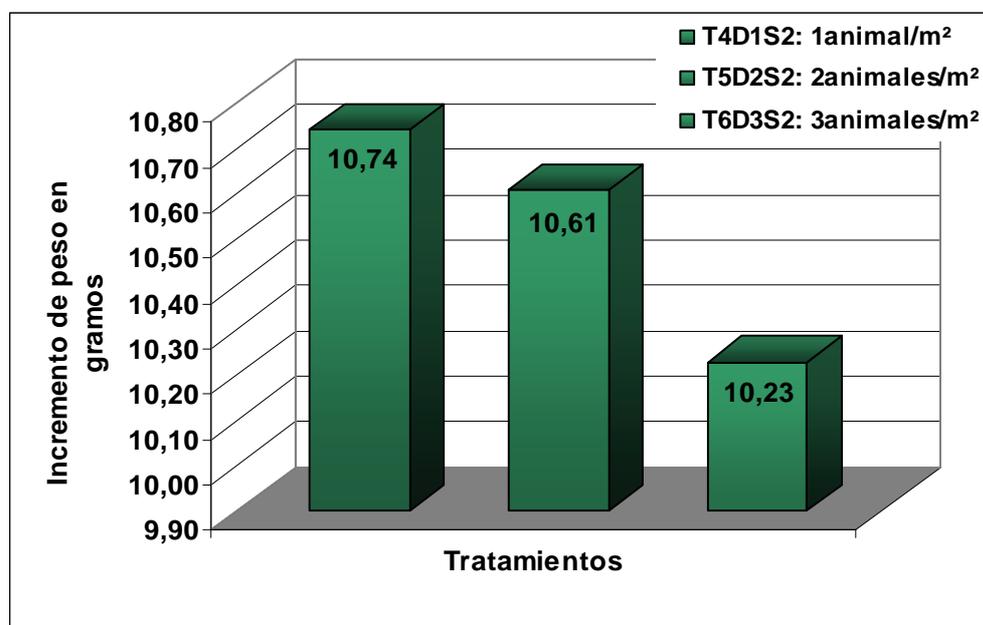


Figura 47. Incremento de peso total para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo



6.4 INCREMENTO DE TALLA

El análisis de varianza ($p < 0,05$) demuestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo. M). Los alevinos de cucha real (*Panaque nigrolineatus*) mantienen la misma tendencia que se observó en los incrementos de peso. Se estableció que el sustrato dos (guadua), presentó buenos rendimientos en cuanto al incremento de longitud, encontrados en el T4, T5 y T6 a comparación con el sustrato uno (suelo desnudo) y tres (PVC) (Anexo. H-I). Se registraron los siguientes valores quincenales: para la densidad de 1 animal/m²: T1: 0,32 cm, T4: 0,43 cm, T7: 0,36 cm (Figura 52); para la densidad de 2 animales/m²: T2: 0,32 cm, T5: 0,37 cm, T8: 0,37 cm (Figura 53); para la densidad de 3 animales/m²: T3: 0,35 cm, T6: 0,37 cm, T9: 0,38 cm (Figura 54).

De igual manera se pudo comprobar por medio de las observaciones que se hicieron durante los muestreos al revisar los sustratos, que los ejemplares tenían una mejor predilección por la guadua ya que en estos los animales se adherían permanentemente para raspar las paredes de dichos materiales, determinándose que el acondicionamiento de los sustratos permitió que los animales respondieran mejor a ésta variable, obteniéndose satisfactoriamente un incremento de longitud promedio total favorable en el periodo experimental del ensayo demostrándose así que el sustrato dos (guadua) con el tratamiento 4 de 1 animal/m², se obtuvo un

incremento de longitud total en el periodo de estudio de 3,00 cm, con un incremento de longitud diario de 0,029 cm (Figura 56), en comparación con el tratamiento 5 del sustrato dos de 2 animales/m² , con un incremento de talla promedio total de 2,62 cm, un incremento de longitud diario de 0,025 cm (Figura. 57) y el tratamiento 6 del sustrato dos de 3 animales/m² con 2,57 cm de talla promedio total y el incremento de longitud diario de 0,024 centímetros. (Figura 58) (Tabla 5).

Tabla 5. Incremento de longitud total y quincenal para los diferentes tratamientos

Tratamiento	Densidad de siembra	Incremento de longitud cm/día	Incremento de longitud cm/quincenal	Incremento de longitud total periodo de estudio en cm
T1:D1S1	1animal/m ²	0,021 ± 0,015	0,32 ± 0,21	2,24
T2:D2S1	2animales/m ²	0,021 ± 0,015	0,32 ± 0,20	2,23
T3:D3S1	3animales/m ²	0,023 ± 0,010	0,35 ± 0,14	2,45
T4:D1S2	1animal/m ²	0,029 ± 0,021	0,43 ± 0,29	3,00
T5:D2S2	2animales/m ²	0,025 ± 0,029	0,37 ± 0,40	2,62
T6:D3S2	3animales/m ²	0,024 ± 0,024	0,37 ± 0,33	2,57
T7:D1S3	1animal/m ²	0,024 ± 0,012	0,36 ± 0,17	2,52
T8:D2S3	2animales/m ²	0,025 ± 0,022	0,37 ± 0,31	2,62
T9:D3S3	3animales/m ²	0,025 ± 0,015	0,38 ± 0,21	2,67

El estudio demostró que el cultivo de cucha real (*Panaque nigrolineatus*) se ve afectado por la densidad de siembra, de tal manera que a una densidad menor, el incremento de talla es mayor.

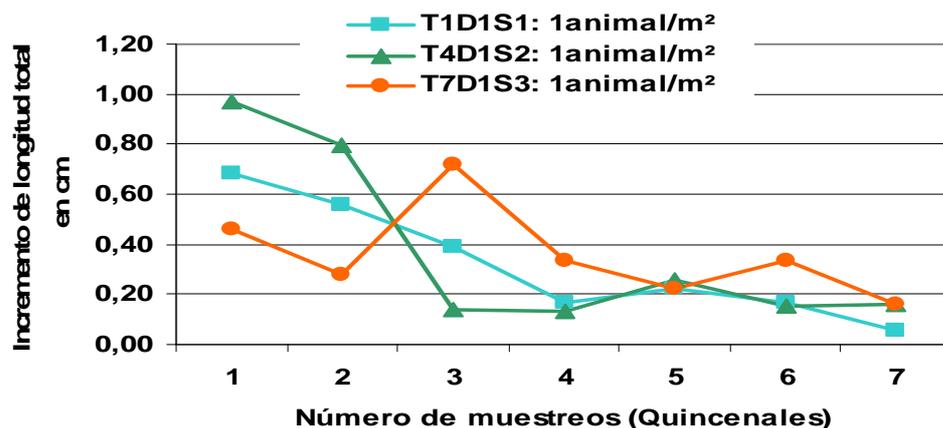
En las observaciones realizadas en el ensayo la especie presento un comportamiento particular al evidenciarse que demuestran cierto grado de territorialismo y agresividad con los de su misma especie ya que compiten por alimento, espacio, sustrato y refugio, lo que dificultó que los animales de menor talla no puedan acceder a sus fuentes de alimento, limitándolos a obtener y capturar su propio alimento afectando así las variables productivas como fue en el incremento de talla y peso.

De la misma manera Arias y Aya, citado por Collazos⁸⁸ establecen que la oferta de primera elección para la primera alimentación de la mayoría de larvas de peces nativas se ha llevado a cabo con alimento natural (naúplios del microcrustáceo *Artemia salina* recién eclosionados), pero se ha comprobado que hay buenos resultados para la ganancia de talla suministrando alimento artificial.

Los resultados hallados en esta investigación en cuanto a incremento de longitud corrobora lo encontrado por Carneiro, citado por Collazos⁸⁹ al comprobar el lento crecimiento de la familia Loricariidae en cuanto a talla si se le compara con el crecimiento de otras especies de silúridos los que para el mismo periodo de experimentación consiguen ganancias de talla hasta seis veces mayores que las de la especie.

El comportamiento del incremento de longitud mes vs tiempo de cultivo, permite observar el periodo en el cual se generan las mayores ganancias de dicha variable evaluada para los tratamientos de los tres sustratos, encenrándose que los óptimos incrementos de longitud registrados que se reportaron fue en el sustrato dos con guadua con el tratamiento 4 (Figura 48), seguido del tratamiento 5 (Figura 49) el tratamiento 6, con estos resultados obtenidos en el ensayo se pudo establecer que la mejor respuesta se halló en los primeros meses (Figura 50). Por tanto, los incrementos de talla de la especie son exponenciales y se expresan con mayor capacidad durante los primeros dos meses.

Figura 48. Incremento de longitud total en cm/quincenal para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo



⁸⁸ COLLAZOS, Op. cit., p.74.

⁸⁹ Ibid., p.77.

Figura 49. Incremento de longitud total en cm/quincenal para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo

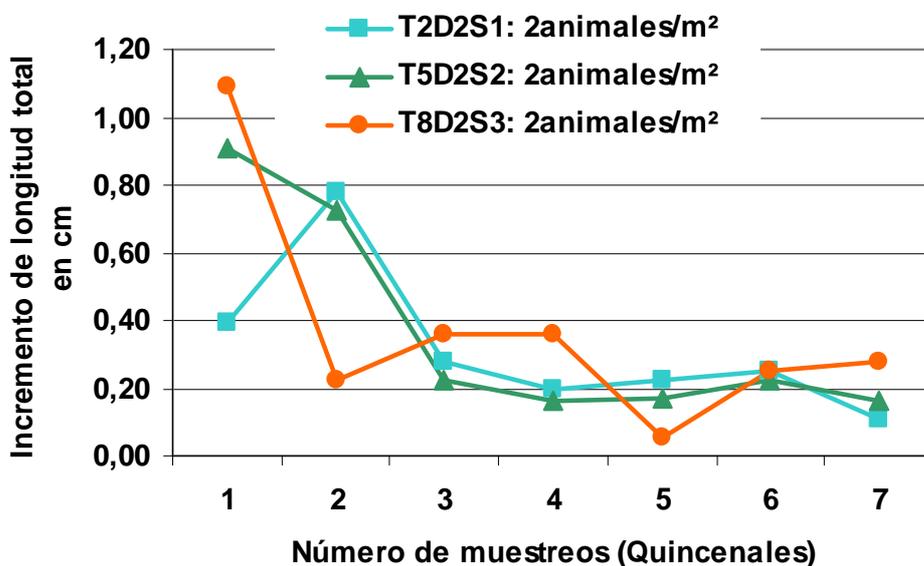


Figura 50. Incremento de longitud total en cm/quincenal para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo

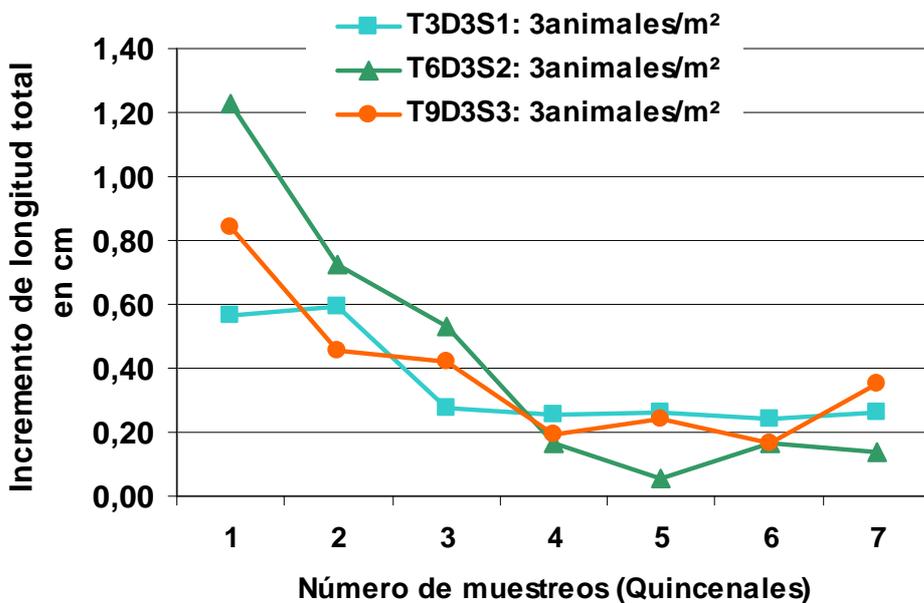


Figura 51. Incremento de longitud total en cm/quincenal para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo

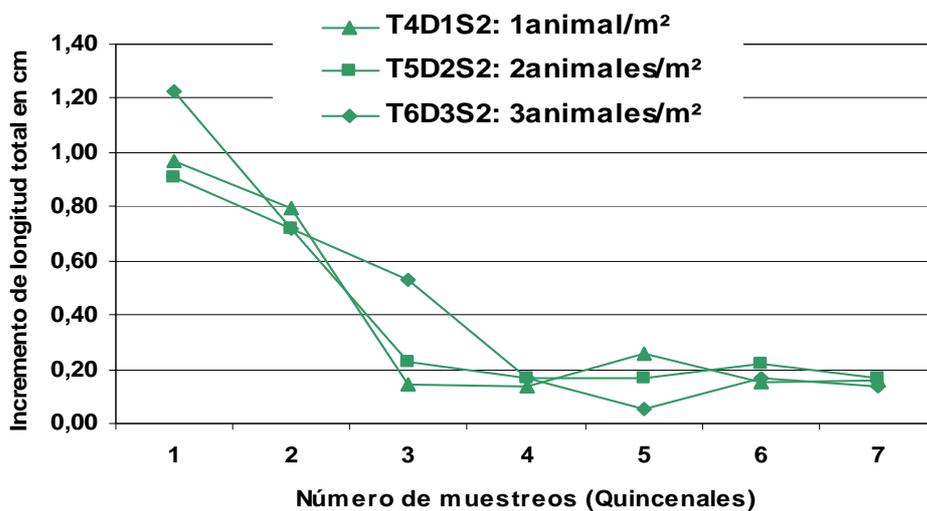


Figura 52. Incremento de longitud promedio quincenal para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo

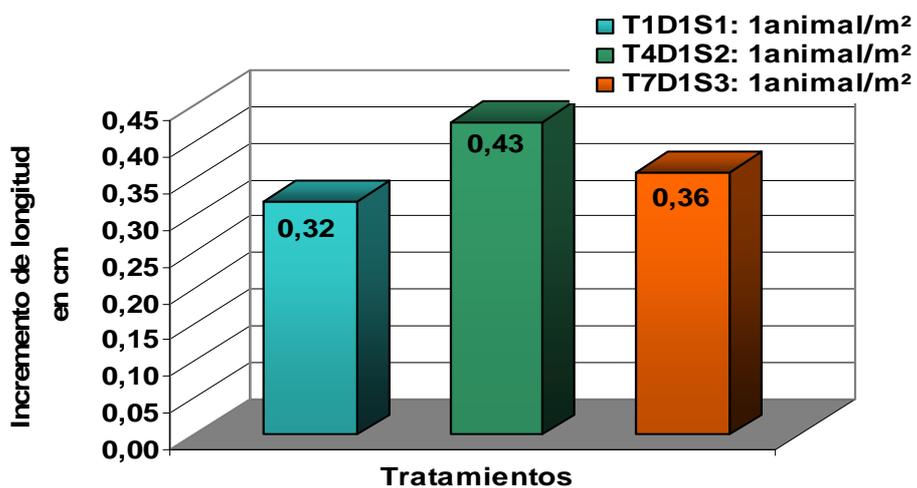


Figura 53. Incremento de longitud promedio quincenal para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo

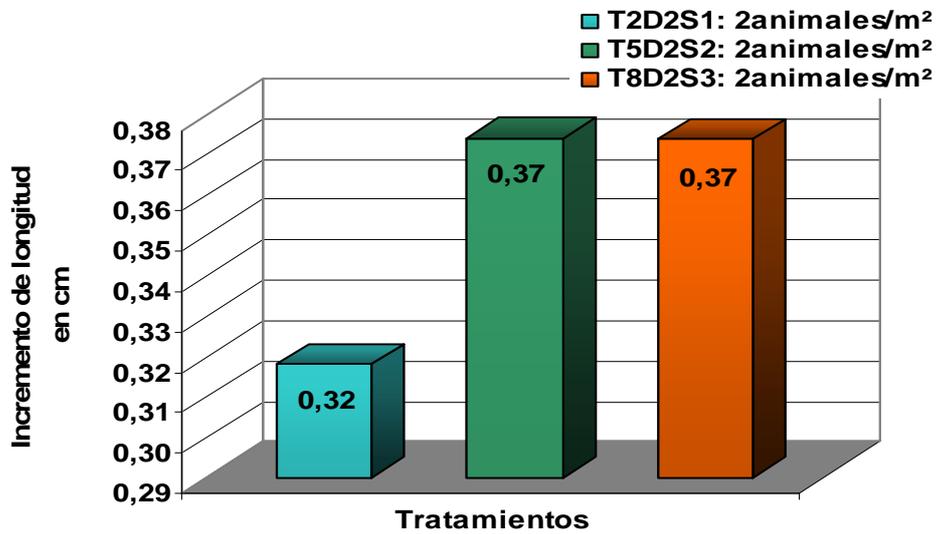


Figura 54. Incremento de longitud promedio quincenal para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo

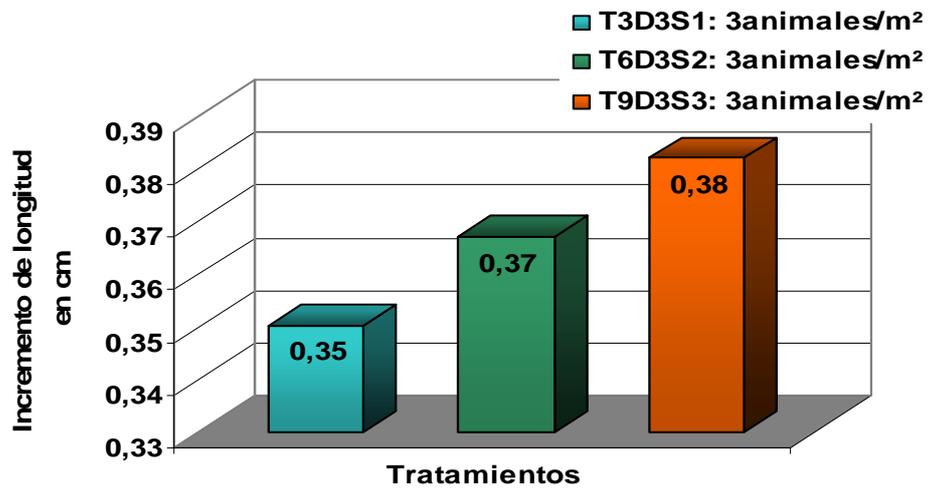


Figura 55. Incremento de longitud promedio quincenal para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo

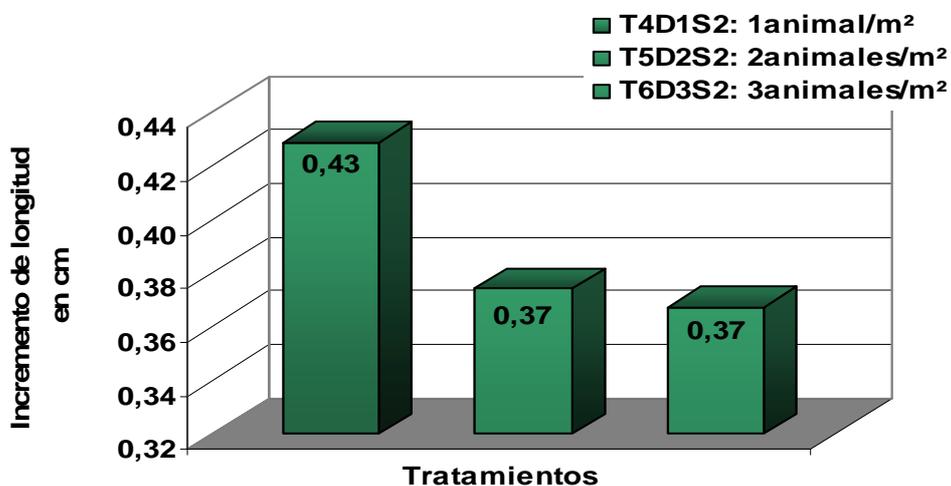


Figura 56. Incremento de longitud promedio total para la densidad uno en los tres sustratos, durante el ensayo

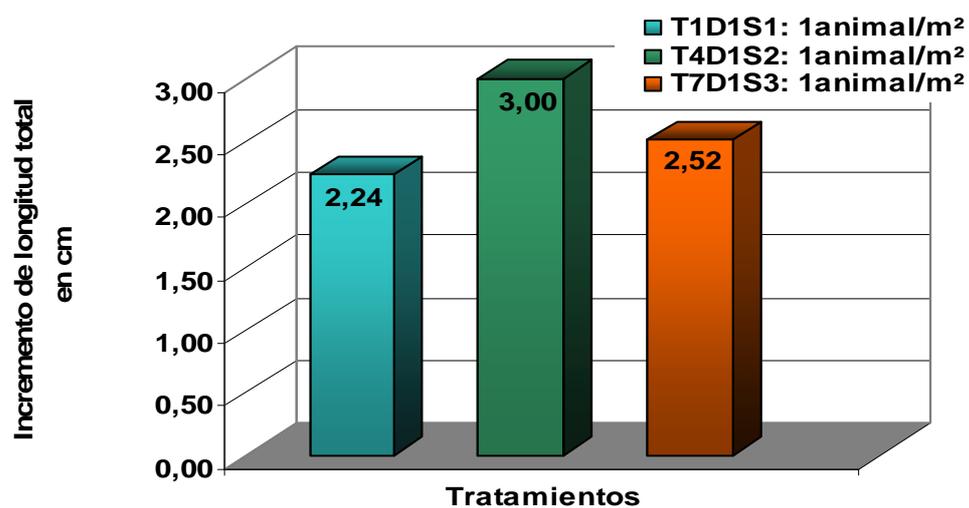


Figura 57. Incremento de longitud promedio total para la densidad dos en los tres sustratos, durante el ensayo

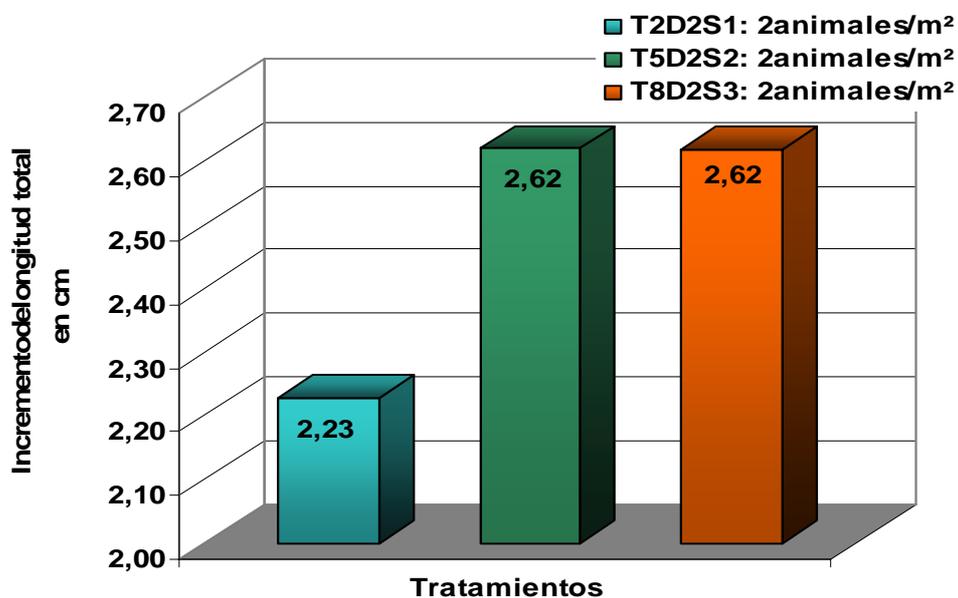


Figura 58. Incremento de longitud promedio total para la densidad tres en los tres sustratos, durante el ensayo

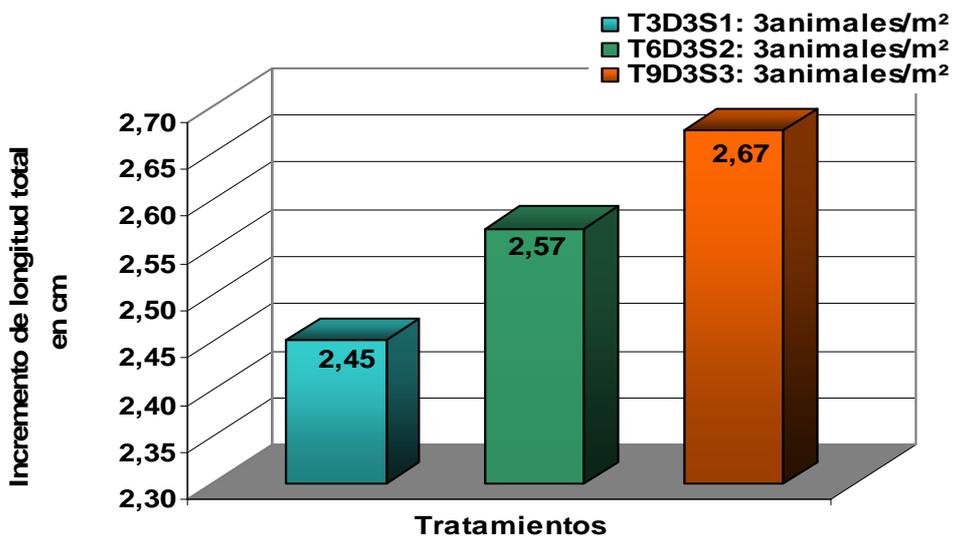
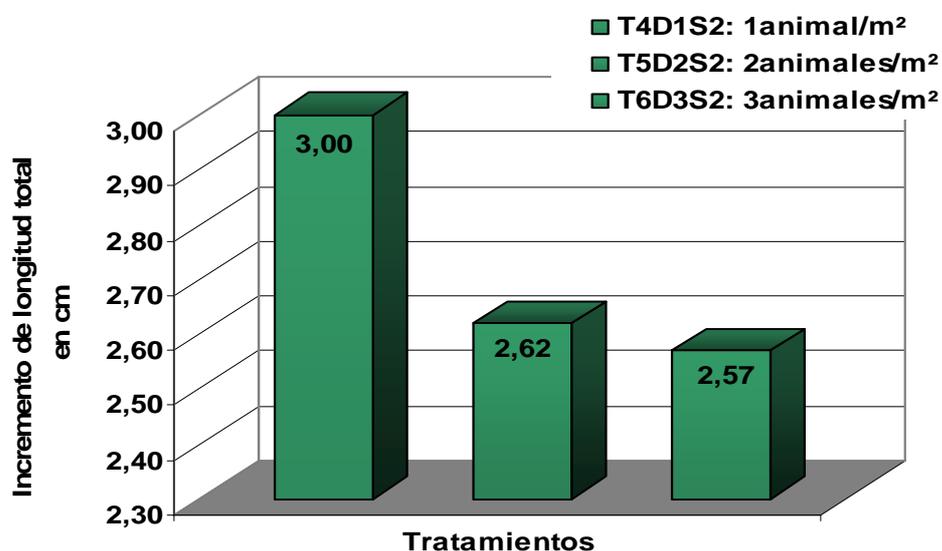


Figura 59. Incremento de longitud promedio total para el sustrato dos con las diferentes densidades, durante el ensayo



6.5 CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE

Los resultados presentados por esta variable, no presentaron diferencias estadísticas significativas según el análisis de varianza ($p > 0,05$) (Anexo N), por lo tanto la densidad de siembra no afecta la conversión alimenticia en los tratamientos de los tres sustratos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el ensayo con los tres sustratos, se encontró que estos valores de conversiones alimenticias tuvieron mejor comportamiento en el sustrato dos (guadua), con el tratamiento 4 (1 animal/m²) de 4,32 (Figura 64), seguido del tratamiento 5 (2 animales/m²) de 4,65 (Figura 65) y para el tratamiento 6 (3 animales/m²) de 4,70 (Figura 66), teniendo en cuenta que se suministro alimento balanceado con un 38 % de proteína (Anexo J). Para López y Palacios⁹⁰ estos valores de conversión alimenticia aparente son adecuados comparados con tortas oleaginosas que presentan conversiones de 5 en especies tropicales como la tilapia.

⁹⁰ LÓPEZ, J.; PALACIOS, P.; CORAL, I. y ZAMBRANO, A. Op. cit. p 41.

De igual manera las investigaciones realizadas por López⁹¹ al igual que Sanguino y Lucero⁹² corroboran que la densidad de siembra generalmente no afecta la conversión alimenticia, lo que indica que los animales aprovecharon el alimento eficientemente (Tabla 6).

Estos valores de conversión alimenticia aparente no se ajustan a los reportados por Ibarra y Ortega⁹³ quienes encontraron conversiones 3.38 durante 7 meses, iniciando con animales de 24.92 gramos y finalizando con animales de 128,09 gramos, con una densidad de siembra de 1 pez/4m² y una temperatura de 26,7 grados como mínima, alimentados con pescado troceado (tilapia) y alimento seco (concentrado comercial al 45%).

Los obtenidos en este ensayo fueron significativamente altos, esto se presentó porque a los alevinos de esta especie se alimentaron con una tasa del 6 %, lo que indica que no consumieron o aprovecharon parte del alimento comercial suministrado y que pudo existir o se presentó una posible sobrealimentación en los animales.

Esto se debió posiblemente a que la especie se adapta de manera eficiente a cualquier oferta alimenticia, y de manera especial se ajusta al alimento artificial, madera y alimento natural como lo expresan Arias y Aya⁹⁴, mostrando así su condición omnívora.

Muñoz y Tobar⁹⁵, sostienen que los factores que más influyen para que se presente problemas a la hora de la captura del alimento y por ende afecte la conversión alimenticia son: movilidad de la partícula para la captura, tamaño de la partícula para la ingesta, atractibilidad y pulido de la partícula, cuestiones que deben tenerse en cuenta en alimentos inertes preparados, lo que constituye uno de los más importantes problemas para la larvicultura en general y en especial para la primera alimentación de siluridos.

⁹¹ LÓPEZ, J. Op. cit., p. 99.

⁹² SANGUINO y LUCERO, Op.cit., p. 67.

⁹³ IBARRA y ORTEGA, Op. cit., p.72.

⁹⁴ ARIAS, C. y AYA, B. Respuesta a la primera alimentación de larvas de *Rhamdia sebae* cf. (Pisces: Siluriformes: Pimelodidae). En Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola. Memorias II Congreso Colombiano Acuicultura. Pasto, Colombia. 2004. Año 1. No. 1. p. 3-9.

⁹⁵ MUÑOZ, F., TOBAR, M. Respuestas a la primera alimentación de larvas de *Rhamdia sebae* c.f. Rev Fac Cien Agropecuarias, Popayán. 2007. p. 50-52.

Tabla 6. Conversión alimenticia aparente promedio para cada tratamiento

Tratamiento	Densidad de siembra	Conversión alimenticia Aparente
T1:D1S1	1 animal/m ²	4,58
T2:D2S1	2 animales/m ²	4,61
T3:D3S1	3 animales/m ²	4,78
T4:D1S2	1 animal/m ²	4,32
T5:D2S2	2 animales/m ²	4,65
T6:D3S2	3 animales/m ²	4,70
T7:D1S3	1 animal/m ²	4,50
T8:D2S3	2 animales/m ²	4,54
T9:D3S3	3 animales/m ²	4,93

Sin embargo los valores de conversión alimenticia obtenidos en los diferentes tratamientos, presentaron valores superiores a los reportados por Mojica, citado por Ibarra y Ortega⁹⁶ de 1:1 iniciado con animales de 15 g hasta llegar 250 g, con una densidad de siembra de 1 pez / m² y una temperatura de 27 grados como mínima, con animales de 250 g a 1500 g reporto 1,3:1 a una densidad de 0,3 pez / m² con temperatura de 27 °C promedio en ambos casos alimentados con raciones secas con alto contenido de proteína.

Así mismo los datos reportados por Campos⁹⁷ establece conversiones de 1,7 con una densidad de siembra de 1 pez / m² a una temperatura promedio de 25,3 °C alimentados con balanceados de 42% de proteína bruta.

⁹⁶ IBARRA y ORTEGA, Op. cit., p.72.

⁹⁷ CAMPOS, J y KUBITZA. El cultivo del Surubí *Pseudoplatystoma spp.* (Pimelodidae). (presentación Microsoft Office PowerPoint) En: memorías del Simpósio Internacional de Acuicultura. Bariloche. Argentina. sne, 2004. (Referencia de e-mail: (crebasa@Hotmail.com). p. 49.

Figura 60. Conversión alimenticia aparente para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo

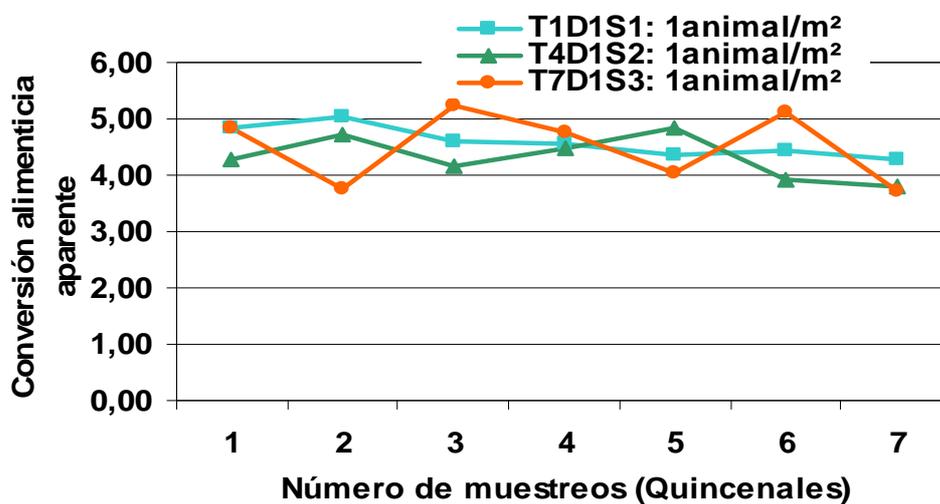


Figura 61. Conversión alimenticia aparente para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo

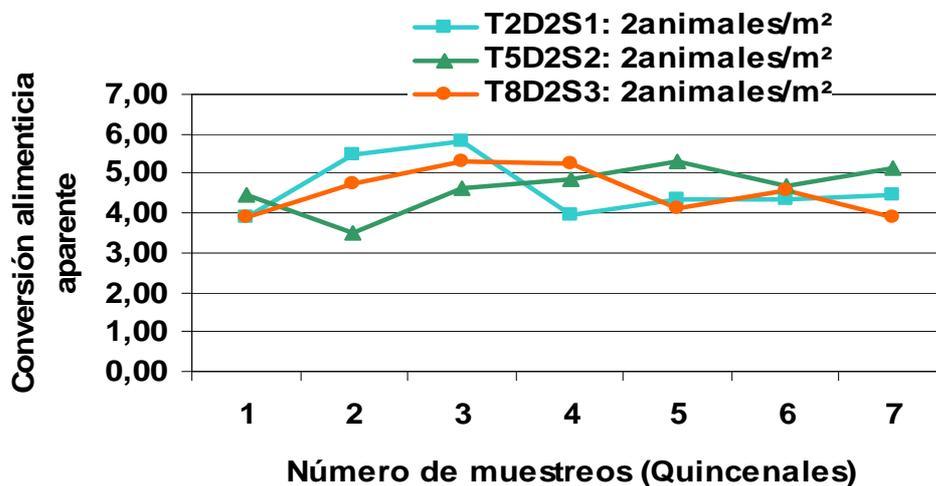


Figura 62. Conversión alimenticia aparente para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo

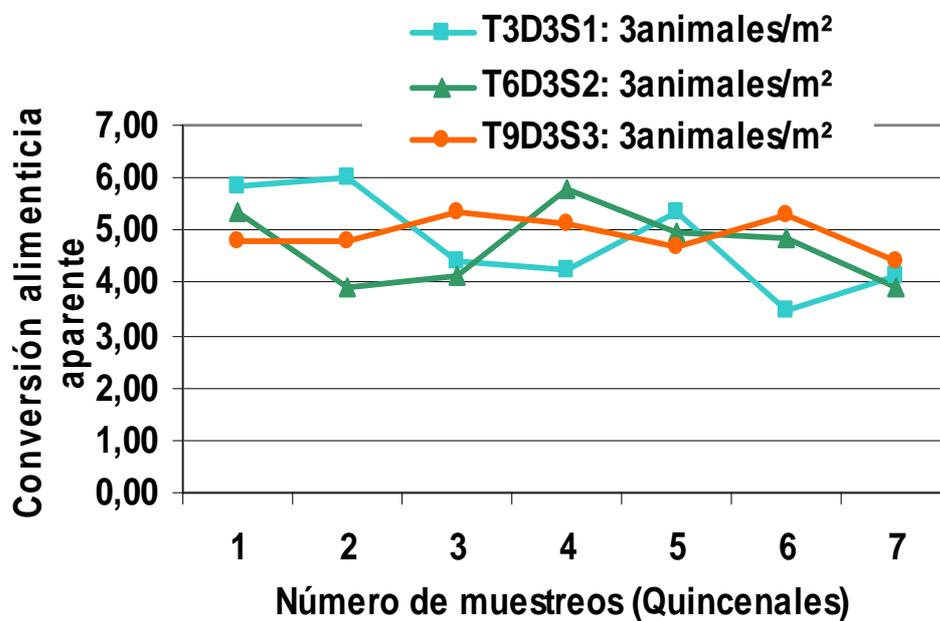
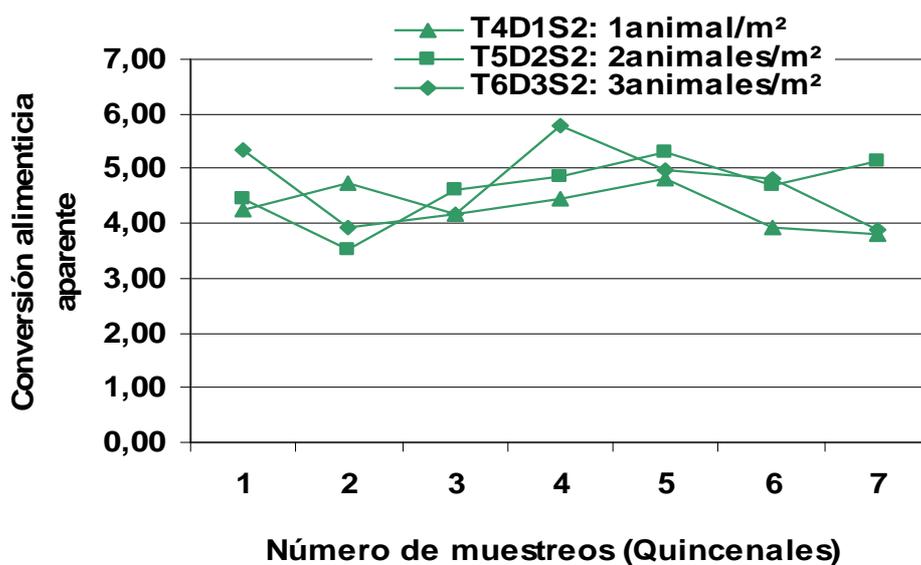


Figura 63. Conversión alimenticia aparente para el sustrato dos con las tres densidades, durante el ensayo

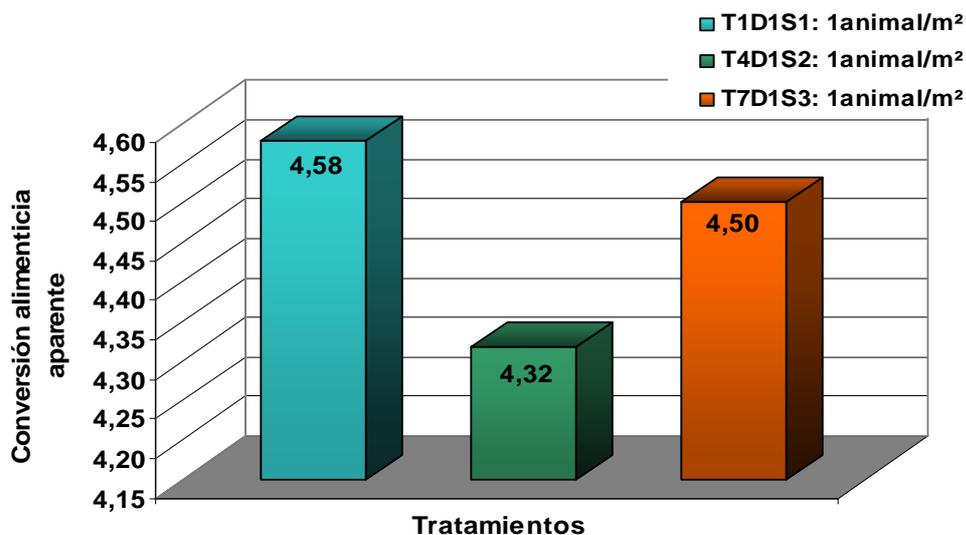


Observando la curva de conversión alimenticia aparente se establece que los tratamientos T4 (Figura 60), T5 (Figura 61) y T6 (Figura 62) del sustrato dos (guadua) se obtuvieron buenos rendimientos, en especial en animales jóvenes.

Esto explica lo encontrado por López⁹⁸, debido a que en esta fase de inicio los alevinos son más eficientes en los procesos de digestión, absorción y metabolismo del alimento mientras que en animales de mayor edad los procesos de catabolismo y destrucción de tejidos, supera los procesos de construcción.

Corroborando lo expuesto en los resultados encontrado por Palacios⁹⁹ en su ensayo con Sábalo amazónico *Brycon melanopterus*, quien explica porque los peces de menor edad aprovechan el alimento con mayor eficiencia que los adultos.

Figura 64. Conversión alimenticia aparente promedio para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo



⁹⁸ LOPEZ, et. al., Op. cit., p. 89-98.

⁹⁹ PALACIOS, P. 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 (CEA), Mocoa, departamento del putumayo. Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño., Facultad de Ciencias Pecuarias; Programa de Ingeniería en Producción Acuícola, 2007. p. 107.

Figura 65. Conversión alimenticia aparente promedio para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo

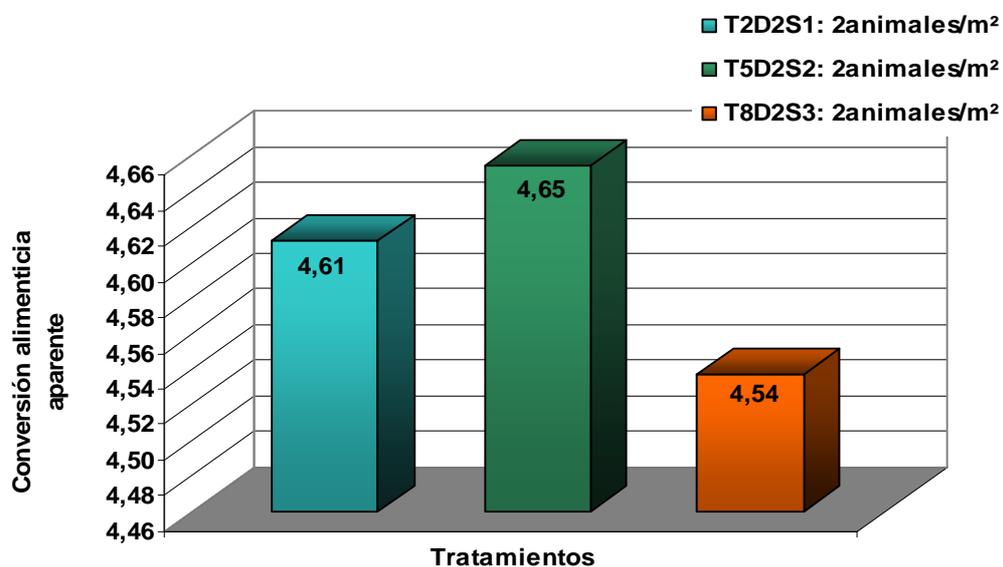


Figura 66. Conversión alimenticia aparente promedio para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo

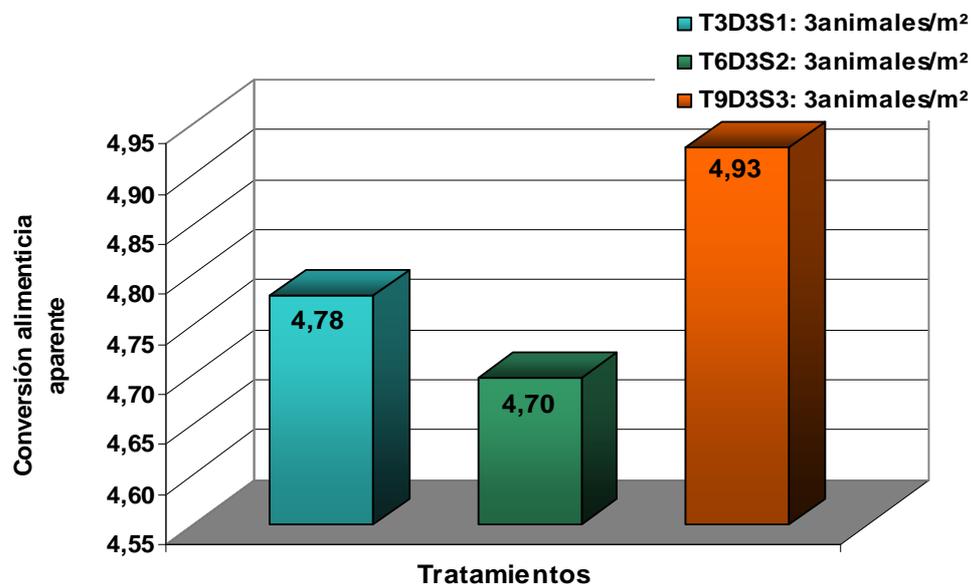
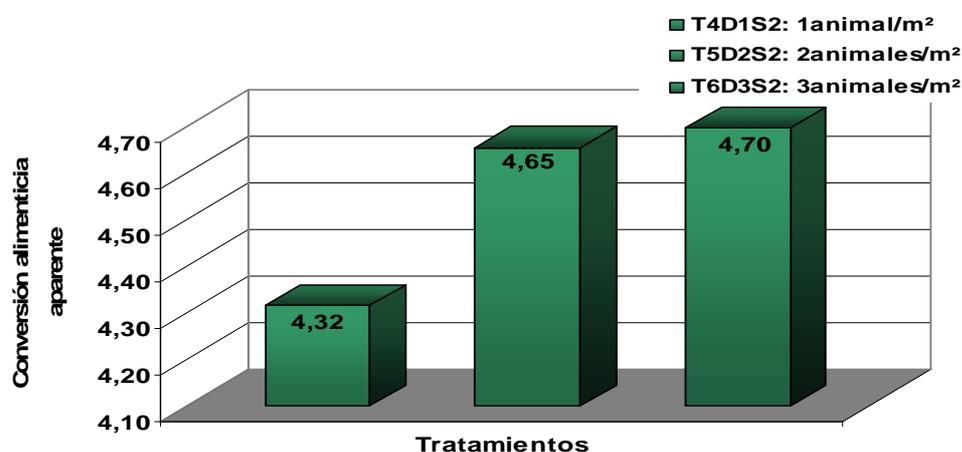


Figura 67. Conversión alimenticia aparente promedio para el sustrato dos con las tres densidades, durante el ensayo



6.6 TASA DE CRECIMIENTO SIMPLE

La tasa promedio de crecimiento simple para los alevinos de cucha real (*Panaque nigrolineatus*), obtuvo buena respuesta en el sustrato dos (guadua), registrándose que presento un efecto favorable en el T4 de 1 animal/m², de 20,48 % (Figura 72) seguido del T5 de 2 animales/m², de 20,03 % (Figura 73) y por último el T6 de 3 animales/m², de 18,54% (Figura 74) (Tabla 7) (Anexo K).

Los resultados presentados por esta variable, no presentaron diferencias estadísticas significativas según el análisis de varianza ($p > 0,05$) (Anexo O).

Tabla 7. Tasa de crecimiento simple

Tratamiento	Densidad de siembra	Tasa de crecimiento simple en %
T1:D1S1	1 animal/m ²	18,57
T2:D2S1	2 animales/m ²	17,77
T3:D3S1	3 animales/m ²	17,31
T4:D1S2	1 animal/m ²	20,48
T5:D2S2	2 animales/m ²	20,03
T6:D3S2	3 animales/m ²	18,54
T7:D1S3	1 animal/m ²	18,80
T8:D2S3	2 animales/m ²	19,56
T9:D3S3	3 animales/m ²	17,48

La diferencia proporcional entre los tratamientos indica que el Tratamiento 4 con una menor densidad de siembra 1 animal/m² obtiene del 3,17 % más a la obtenida con el tratamiento 3 y de 0.17 % de la registrada por el tratamiento 9 (Anexo J), lo cual está de acuerdo a lo demostrado por López¹⁰⁰ y Sanguino¹⁰¹.

Figura 68. Tasa de crecimiento simple para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo

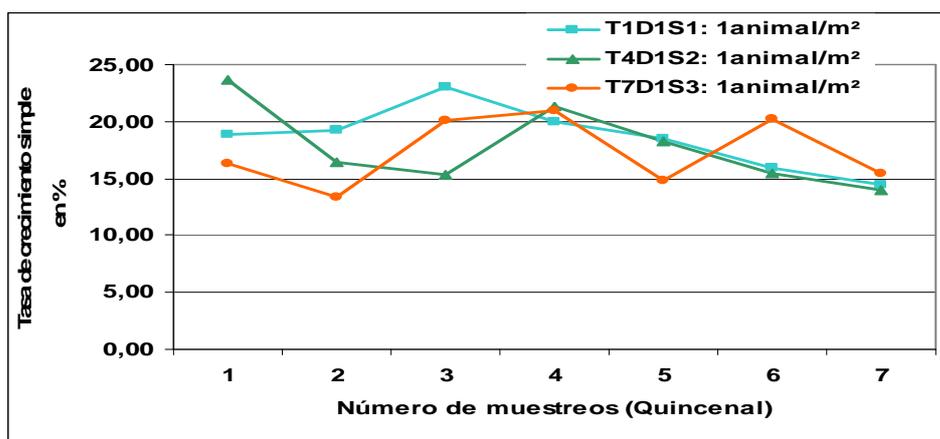
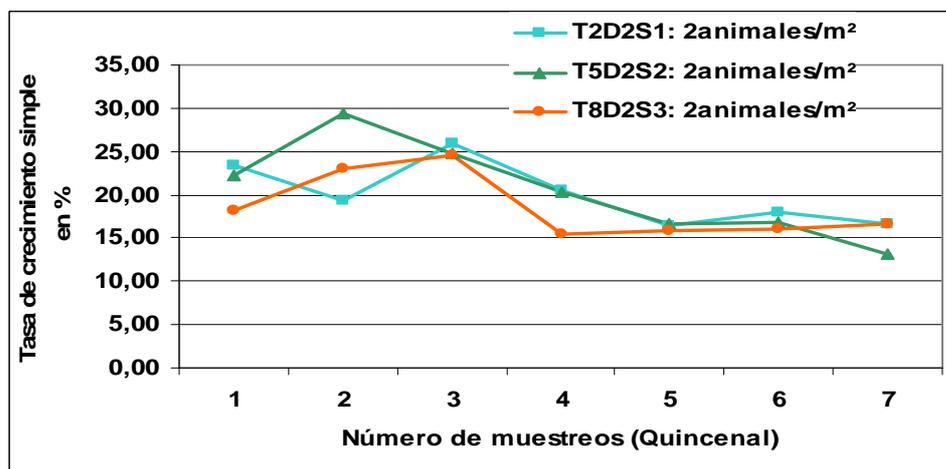


Figura 69. Tasa de crecimiento simple para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo



¹⁰⁰ LOPEZ, et. al., Op. cit., p. 89-98.

¹⁰¹ SANGUINO y LUCERO, Op. cit., p. 67.

Figura 70. Tasa de crecimiento simple para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo

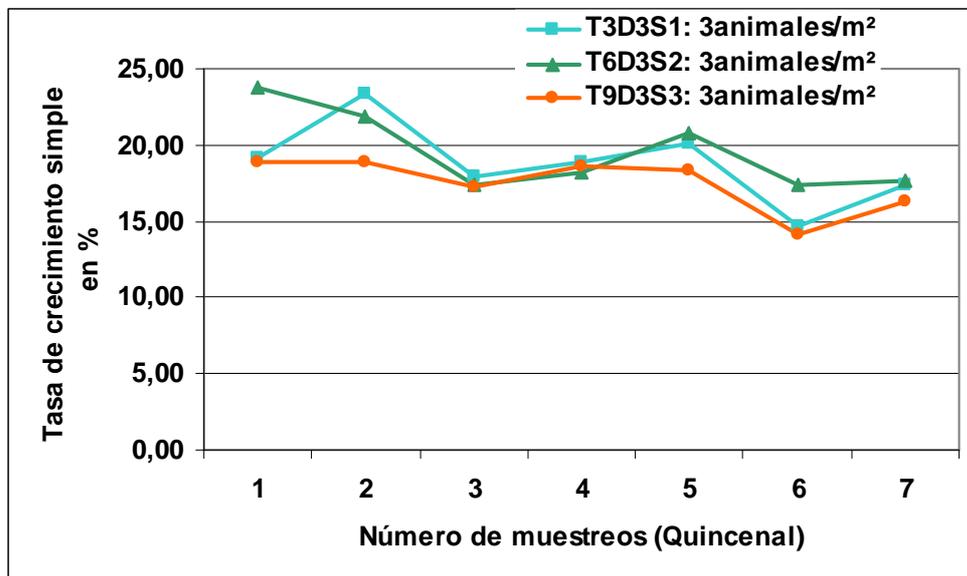
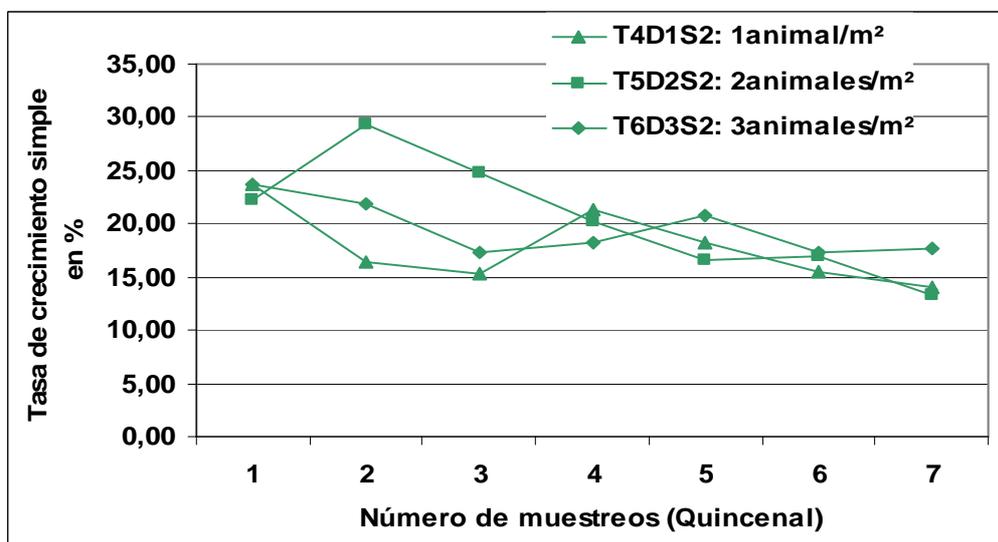


Figura 71. Tasa de crecimiento simple para el sustrato dos con las tres densidades, durante el ensayo

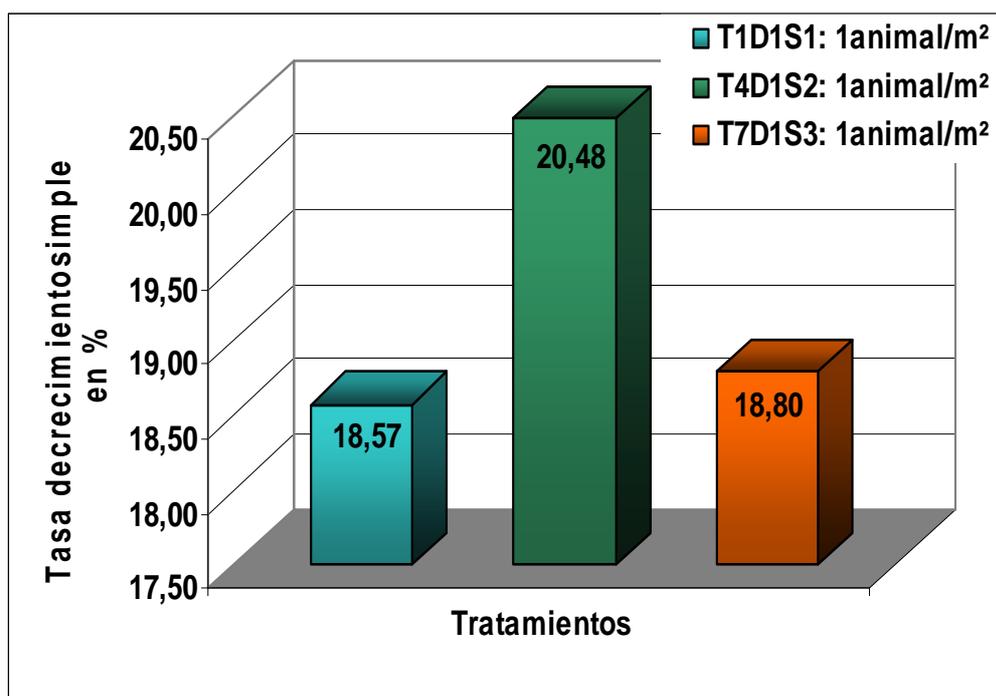


La tasa de crecimiento versus tiempo (Figura 68, 69 y 70) se puede observar que el comportamiento de la tasa de crecimiento disminuye mensualmente observándose que los dos primeros meses la cucha real (*Panaque nigrolineatus*) registra las mayores tasas de crecimiento.

Esto comprueba lo encontrado por López¹⁰² que los animales pequeños utilizan el alimento consumido más eficientemente desde el punto de vista fisiológico, anabólicos de acumulación y remodelación de tejidos, pero este aprovechamiento disminuye con la edad y a medida que las especies crecen.

Esto corrobora lo expuesto por López¹⁰³ que a medida que las especies crecen disminuye la eficiencia de los procesos anabólicos y fisiológicos.

Figura 72. Tasa de crecimiento simple promedio para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo



¹⁰² LOPEZ, et. al., Op. cit., p. 89-98.

¹⁰³ . Ibid., p. 99.

Figura 73. Tasa de crecimiento simple promedio para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo

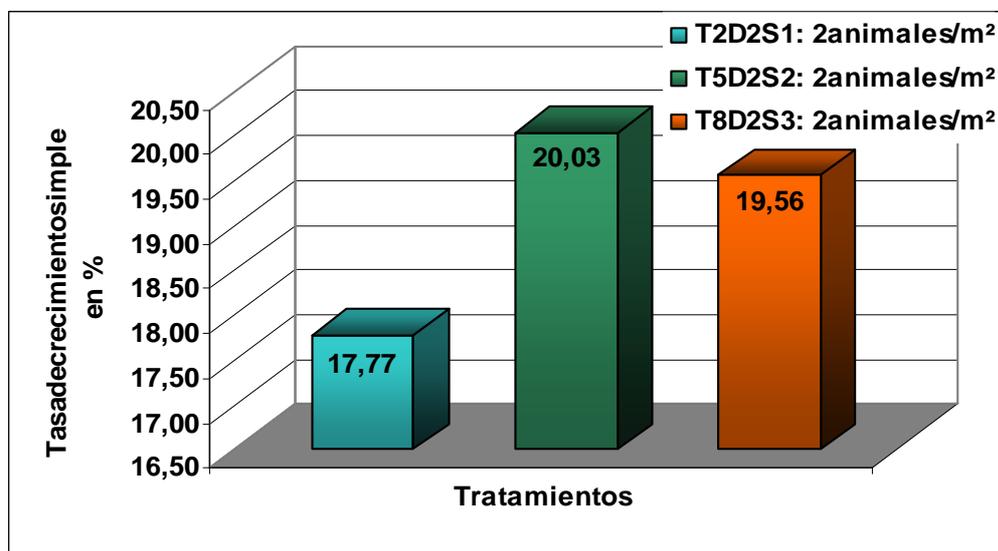


Figura 74. Tasa de crecimiento simple promedio para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo

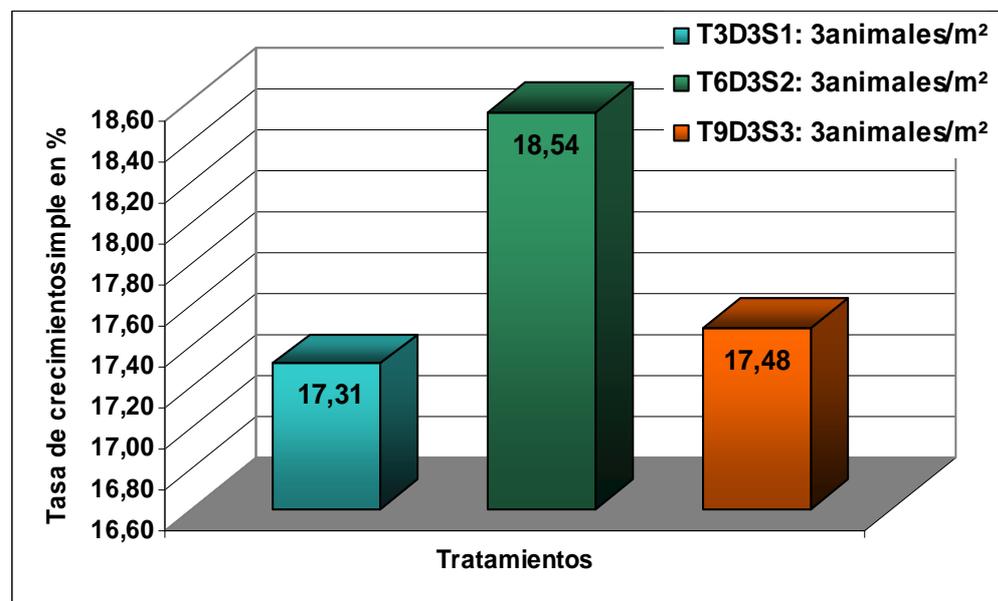
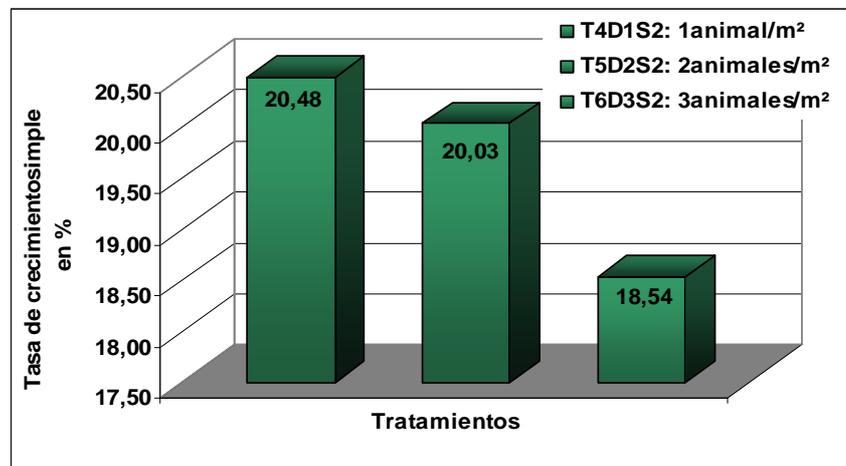


Figura 75. Tasa de crecimiento simple promedio para el sustrato dos con las tres densidades, durante el ensayo



6.7 MORTALIDAD

Al final de la investigación la mortalidad en los diferentes tratamientos y los sustratos no produjo efectos negativos en las variables evaluadas, debido a que el número de animales muertos fue menor al 10 %, esto se debió a un buen manejo y a que las condiciones ambientales controladas fueron las adecuadas, pudiendo comprobar que hubo una mejor respuesta por parte de los animales a las densidades y a los parámetros fisicoquímicos del agua.

En el sustrato 1 (suelo desnudo), sustrato 2 (Guadua) y sustrato 3 (PVC) a una densidad de 1 animal/m² se reportó sobrevivencia del cien por ciento en el T1, T4 y T7, por lo tanto no se presentó mortalidad (Figura 76) (Tabla 8).

En los tratamientos T2, T5 y T8 con los sustratos suelo desnudo, guadua y PVC a una densidad de 2 animales/m² no se reportó mortalidad y la sobrevivencia fue del cien por ciento (Figura 77).

Para el tratamiento T3 en el sustrato suelo desnudo a una densidad de siembra de 3 animales/m² no se reportó mortalidad, en cambio en el tratamiento 6 y tratamiento 9 con la misma densidad de siembra hubo una mortalidad del 3,0 % y sobrevivencia del 97 % (Figura 78) (Tabla 8).

Tabla 8. Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad de los animales en los tratamientos

	SUSTRATO 1			SUSTRATO 2			SUSTRATO 3		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
No animales al inicio	12	24	36	12	24	36	12	24	36
No animales al final	12	24	36	12	24	35	12	24	35
No animales muertos	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Mortalidad en %	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Sobrevivencia en %	100	100	100	100	100	97	100	100	97

Según la prueba de Brand Snedecor a un nivel de confianza del 95% (Anexo P), no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto las densidades de siembra no incrementaron la mortalidad. Además, la apariencia de los ejemplares fue sana y reportaban actitud de apetencia a la hora de su alimentación, que significa que los animales demostraron aceptación y palatabilidad por el consumo del alimento balanceado comercial al 38 % de proteína.

La sobrevivencia para todos los tratamientos fue especialmente alta. Sales y Geert¹⁰⁴ manifiesta que dentro de este contexto la sobrevivencia de los alevinos obtenidos es un aspecto esencial que está directamente relacionado con la plena satisfacción de los requerimientos nutricionales y ello depende de una buena calidad nutricional, tamaño del alimento adecuado y cantidad suficiente, principalmente cuando se inicia con la alimentación exógena.

Lo anterior lo corroboran las observaciones encontradas por Atencio¹⁰⁵, al reportar ausencia de canibalismo en esta familia, siendo entonces una especie diferente en este aspecto a otros silúridos, probados caníbales en esta etapa de crecimiento con las desventajas que conlleva esta conducta.

¹⁰⁴ SALES, J. y GEERT, P. 2003. Nutrient requirements of ornamental fish. Aquat. Living Resour. 2003. p. 77.

¹⁰⁵ ATENCIO, G. Y ZANIBONI, F. El canibalismo en la larvicultura de peces. Rev. MVZ. Córdoba, Colombia. 2006. p. 11- 19.

Figura 76. Porcentaje de sobrevivencia para la densidad uno en los diferentes sustratos, durante el ensayo

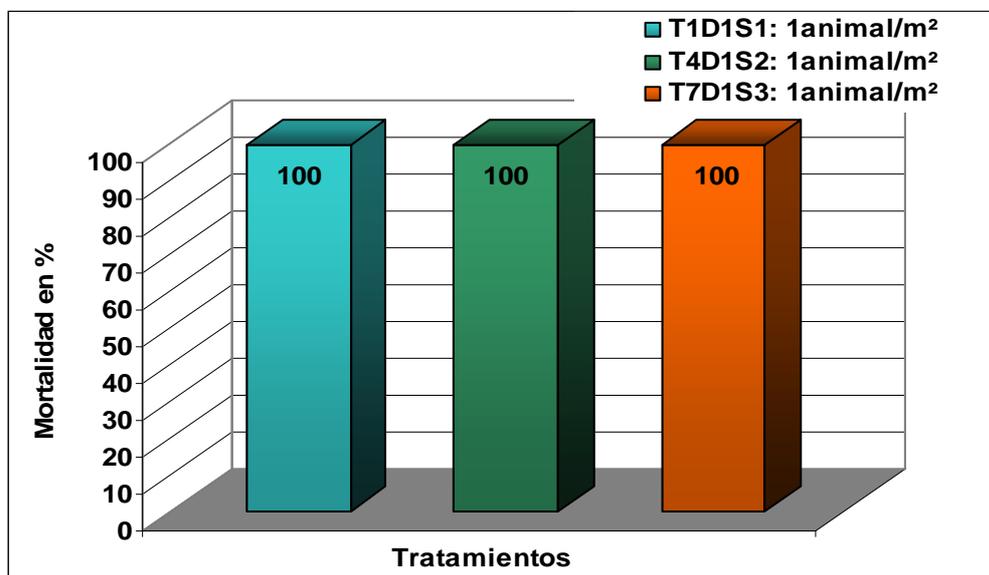


Figura 77. Porcentaje de sobrevivencia para la densidad dos en los diferentes sustratos, durante el ensayo

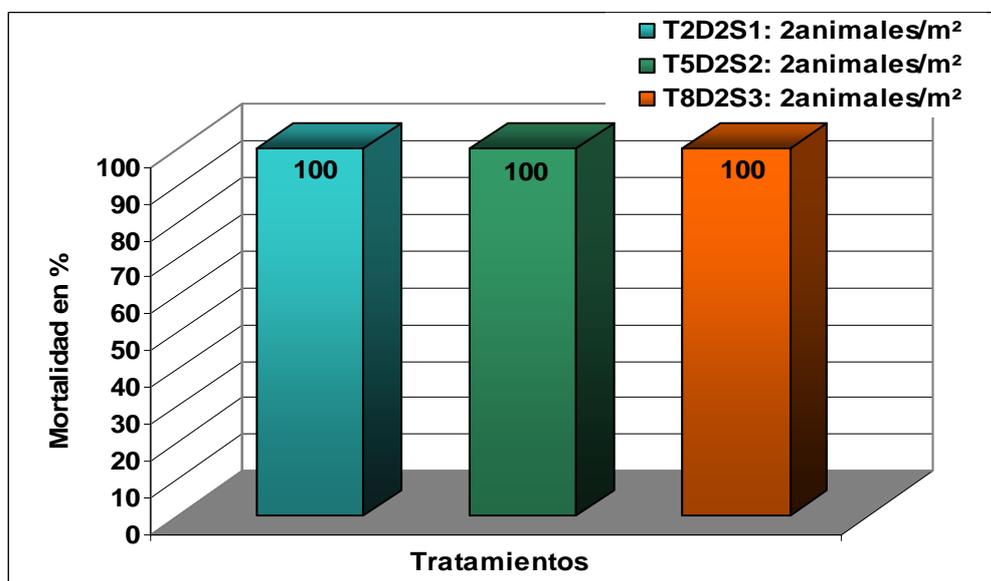


Figura 78. Porcentaje de sobrevivencia para la densidad tres en los diferentes sustratos, durante el ensayo

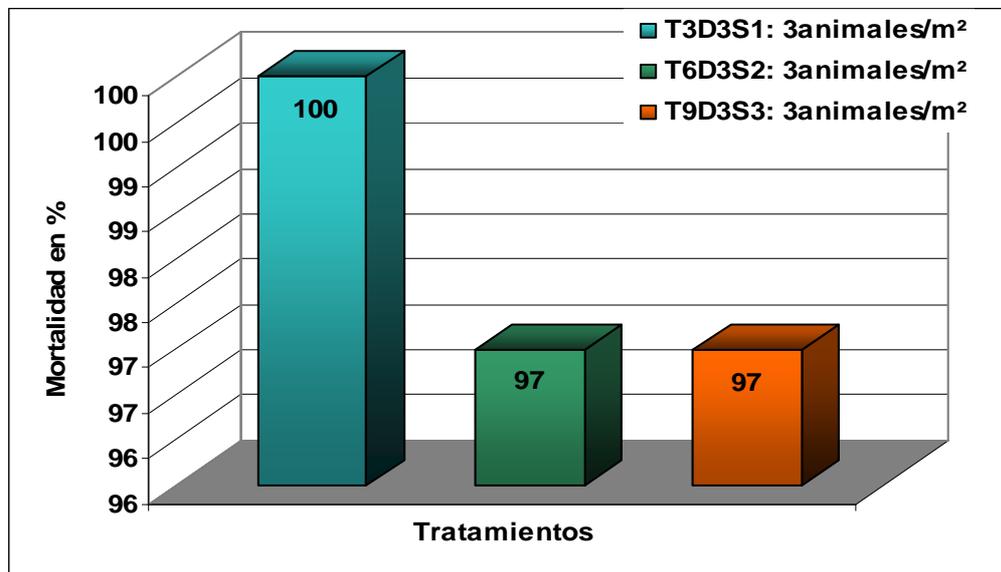
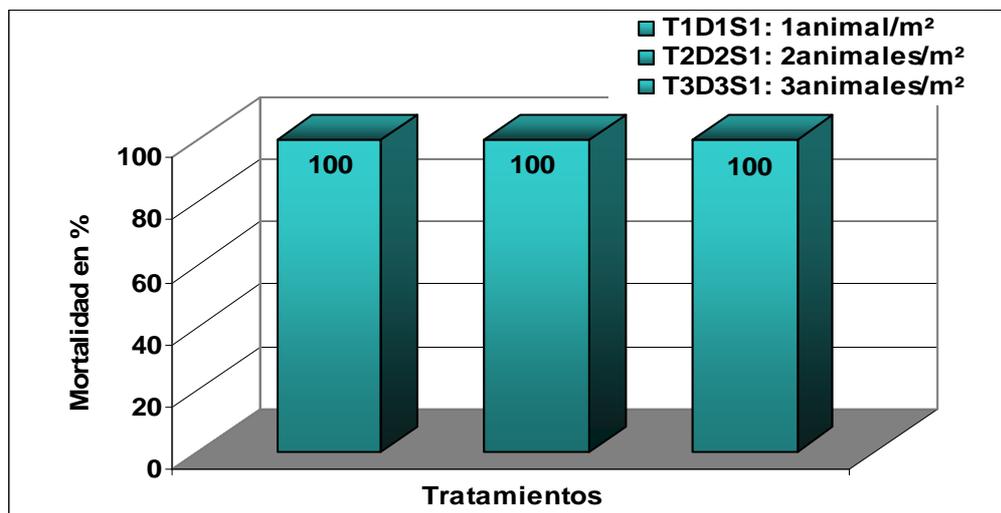


Figura 79. Porcentaje de sobrevivencia para el sustrato uno con las tres densidades, durante el ensayo



Los valores reportados por Collazos¹⁰⁶, son similares a los obtenidos en esta investigación, quien obtuvo una sobrevivencia del 89 % en el tratamiento T4 alimentados con concentrado comercial para loricaridos a una densidad de 50 larvas / L en acuarios de vidrio de 10 L durante 10 días de evaluación, con una temperatura de 25,9 °C al 35.4 % de proteína.

Los resultados obtenidos son semejantes a los reportados por Campos¹⁰⁷ el cual reporta sobrevivencia del 80% a una densidad de 1,6 pez / m². Sin embargo estudios realizados por Mojica¹⁰⁸ observo sobrevivencia superiores con un 90% en un periodo de 120 días a una densidad de siembra de 1 pez/m² con una temperatura de 27°C esto se explica que además de mejor temperatura el periodo de tiempo es relativamente corto.

6.8 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS.

Con relación a los costos parciales obtenidos durante el periodo de la investigación se encontró que la relación beneficio costo presento mejores resultados y rendimientos a mayor densidad de 3 animales/m² teniendo en cuenta que la sobrevivencia en estas densidades fue significativa por lo tanto el ingreso por unidad de cucha vendida es mayor , ya que el tratamiento 3 reportó una relación de 2,49 del sustrato uno (Figura 86), en el tratamiento 6 de 2,42 del sustrato dos (Figura 87) y en el tratamiento 9 de 2,30 del sustrato tres (Figura 88), los cuales indican que por cada unidad monetaria que se invierta se obtendrá 2,49 en el primer caso, 2,42 unidades en el segundo caso y 2,30 en el tercer caso, (Tabla 10).

A pesar que todos los tratamientos son económicamente viables, debido a que la relación beneficio costo es mayor a 1, el mejor tratamiento desde el punto de vista económico es el tratamiento 3 a una densidad de siembra de 3 animales/m² debido a que reportó el mayor índice de rentabilidad (Figura 89), esto se debe a que presentó mejores resultados de sobrevivencia, siendo los peces alimentados con balanceado comercial al 38 % de Proteína los que obtuvieron un mejor desempeño productivo, puesto que en 120 días adquirieron tamaño y talla promedio comercial de 8 cm.

¹⁰⁶ COLLAZOS, Op. cit., p.74.

¹⁰⁷ CAMPOS y KUBITZA, Op.cit., p. 13.

¹⁰⁸ MOJICA, H.; RODRIGEZ, J. y OROZCO, C. Manual de reproducción y cultivo el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*). Villavicencio, Colombia: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura 2003. p. 4.

Queda demostrado que la implementación del sustrato guadua para la especie, permite obtener excelentes respuestas en el crecimiento, incremento de talla y peso al igual que garantiza reducir significativamente la mortalidad de los alevinos (Tabla 11), ya que les brinda alimento, protección, refugio y espacio. Se deben evitar los sustratos fabricados de polietileno o plástico como es el PVC.

Según Collazos¹⁰⁹ queda demostrado que en esta especie de la familia Loricariidae se consiguen mejores resultados en las variables productivas y ganancias monetarias al aplicar en su cultivo sustratos, alimento artificial y natural, estos factores son la opción más rentable para el cultivo de cucha real, permitiendo que esta actividad se acredite como una alternativa real y por lo tanto atractiva para la Acuicultura de la Amazonía Colombiana, en lo que respecta a peces ornamentales Amazónicos.

Tabla 10. Costos e ingresos de producción durante el periodo experimental

Tratamientos	Costo total	Número de animales	Precio venta	Ingreso bruto	Ingreso neto	Beneficio costo
T1D1S1	133086	12	12000	144000	10914,00	1,08
T2D2S1	154021	24	12000	288000	133979,50	1,87
T3D3S1	173251	36	12000	432000	258749,50	2,49
T4D1S2	133151	12	12000	144000	10849,50	1,08
T5D2S2	154306	24	12000	288000	133694,50	1,87
T6D3S2	173507	35	12000	420000	246493,00	2,42
T7D1S3	143988	12	12000	144000	12,00	1,00
T8D2S3	163051	24	12000	288000	124949,00	1,77
T9D3S3	182241	35	12000	420000	237759,50	2,30

¹⁰⁹ COLLAZOS, Op. cit., p.74.

Tabla 11. Costos parciales de producción por tratamiento de cucha real (*Panaque nigrolineatus*)

Tratamientos	Rubro	alevinos	Malla de 120 cmx30m	Madera	Balanceado comercial en kg.	Plástico transparente C6x 8m. agrolene	Mano de obra	Accesorios: tuvo pvc 2 tiros
T1D1S1	Costo Unitario	1500	2000	1000	1500	8000	10000	10900
	Cantidad	12	10	4	0,72	10	1	0
	Costo Total	18000	20000	4000	1086	80000	10000	0
T2D2S1	Cantidad	24	10	6	1,35	10	1	0
	Costo Total	36000	20000	6000	2021	80000	10000	0
T3D3S1	Cantidad	36	10	6	2,17	10	1	0
	Costo Total	54000	20000	6000	3251	80000	10000	0
T4D1S2	Cantidad	12	10	4	0,77	10	1	0
	Costo Total	18000	20000	4000	1151	80000	10000	0
T5D2S2	Cantidad	24	10	6	1,54	10	1	0
	Costo Total	36000	20000	6000	2306	80000	10000	0
T6D3S2	Cantidad	36	10	6	2,34	10	1	0
	Costo Total	54000	20000	6000	3507	80000	10000	0
T7D1S3	Cantidad	12	10	4	0,73	10	1	1
	Costo Total	18000	20000	4000	1087,5	80000	10000	10900
T8D2S3	Cantidad	24	10	4	1,43	10	1	1
	Costo Total	36000	20000	4000	2151	80000	10000	10900
T9D3S3	Cantidad	36	10	4	2,23	10	1	1
	Costo Total	54000	20000	4000	3341	80000	10000	10900
	TOTAL	324000	180000	44000	19899	720000	90000	32700

Figura 80. Relación beneficio costo para el sustrato uno y sus tratamientos

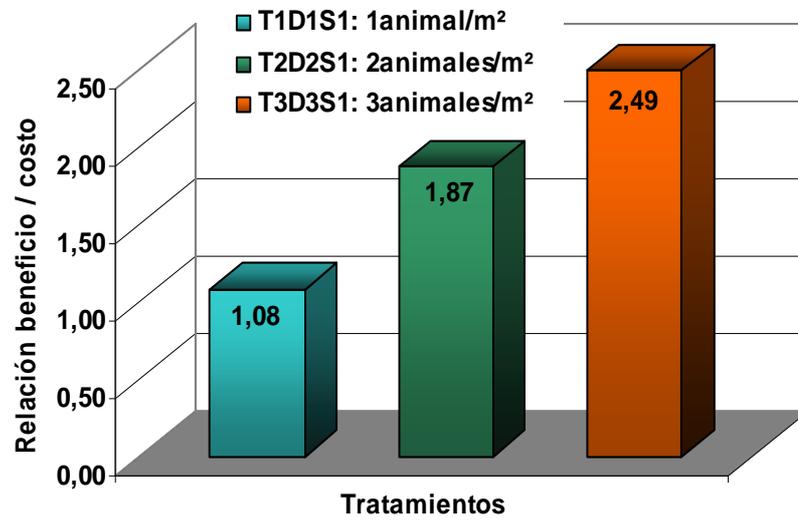


Figura 81. Relación beneficio costo para el sustrato dos y sus tratamientos

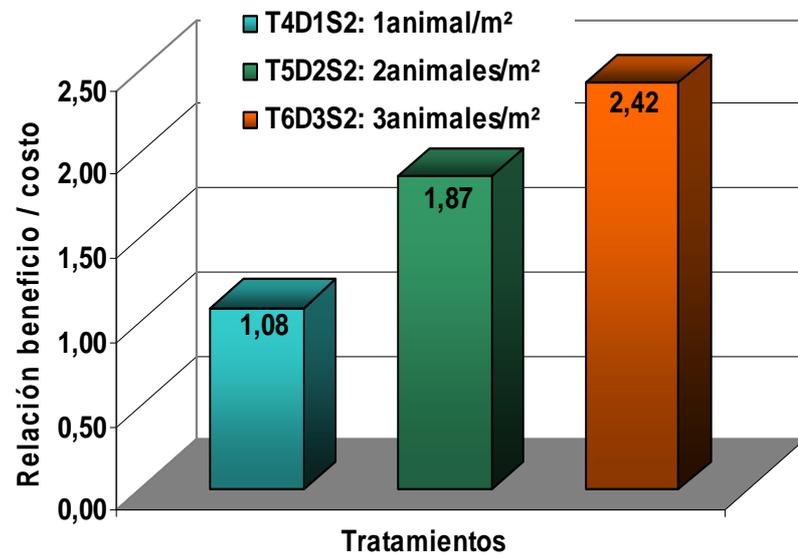


Figura 82. Relación beneficio costo para el sustrato tres y sus tratamientos

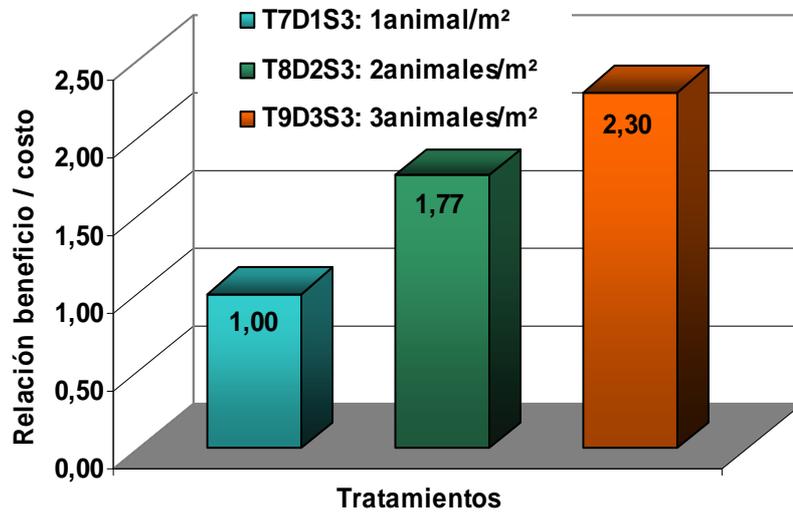
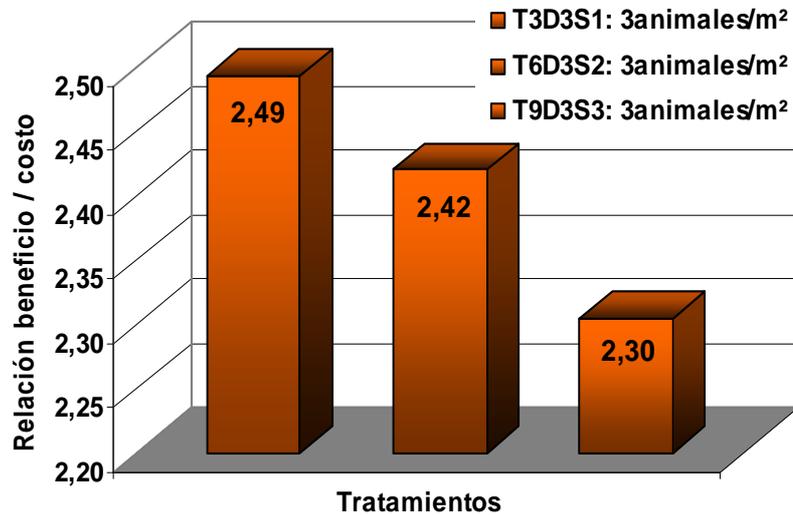


Figura 83. Relación beneficio costo para los diferentes sustratos con la densidad tres



6.9 PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA

Para poder obtener mejores resultados y rendimientos en las variables productivas, es necesario conocer las características del agua tanto físicas, químicas, biológicas y su interacción con los organismos vivos, que deben ser adecuadas para obtener los máximos rendimientos en la productividad primaria o proliferación de plancton (fitoplancton y zooplancton) que a su vez estos nutrientes son aprovechados por los peces para que hayan mejores rendimientos.

Por esta razón se monitorearon las condiciones físico-químicas del agua cada tres, siete y quince días. La especie íctica cucha real por haber evolucionado en diferentes hábitat es una especie resistente y susceptible a diferentes ambientes acuáticos, ya que la mayoría se encuentran en aguas bentónicas o profundas, por esta razón es tolerante en lo que se refiere a la calidad del agua (Tabla.9).

Tabla 9. Valores promedios de los parámetros físico-químicos del agua durante el periodo de estudio

Muestras	1	2	3	4	5	6	7
Temperatura	28,46	28,81	27,18	26,78	26,44	26,38	27,78
Oxígeno	6,10	6,16	5,82	4,73	4,21	4,93	5,11
pH	6,31	6,47	7,00	7,18	7,23	6,65	6,55
Amonio mg/l	0,031	0,035	0,041	0,047	0,048	0,038	0,043
Alcalinidad CacO3 mg/l	17,16	16,84	17,78	18,14	17,65	16,65	16,60
Dureza CacO3 mg/l	17,98	17,56	16,93	17,35	16,53	17,41	17,20

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 CONCLUSIONES

- ❖ No se encontró diferencias significativas ($P < 0,05$) en la variable incremento de peso e incrementos de longitud de la especie íctica ornamental, pero se presentaron respuestas favorables para estas dos variables a menor densidad de siembra, se prueba además el lento crecimiento de la especie en cuanto a talla si se le compara con el crecimiento de otras especies de silúridos.
- ❖ Se logró determinar que los incrementos diarios de peso para esta especie íctica ornamental Amazónica cucha real presentó buena ganancia en esta variable a menor densidad de siembra en el sustrato dos con guadua obteniéndose así óptimos rendimientos, a diferencia del incremento de biomasa que fue superior a mayor densidad de siembra lo que señala el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de estos peces.
- ❖ La oferta de balanceado comercial al 38 % de proteína tiene buenos efectos en esta especie porque tuvo buena aceptación en todos los tratamientos, pero hay que tener en cuenta que estos animales intercalan su dieta con alimento natural, aunque la ganancia de peso es aceptado como de poca importancia para la producción de peces ornamentales en los cuales es más importante a tener en cuenta es la sobrevivencia y la talla.
- ❖ No se presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) en la variable conversión alimenticia y tasa de crecimiento simple, pero se comprobó que los Tratamientos T4 de 1 animal/m², T5 de 2 animales/m² y T6 de 3 animales/m² del sustrato dos (guadua) reportaron buenos rendimientos, en comparación con el sustrato uno (Suelo desnudo) y el sustrato tres (PVC).
- ❖ Los resultados obtenidos para esta especie en conversión alimenticia aparente en el ensayo, fue favorable en la densidad de 1 animal/m² del sustrato dos (guadua) con el T4 que fue de 4,32 seguido por el sustrato tres (PVC) con T7 de 4,50 y por ultimo el sustrato uno con T1 4,58 (suelo desnudo).
- ❖ Se comprobó que la tasa de crecimiento simple durante el desarrollo de la investigación fue menor con la mayor densidad de siembra de 3 animales/m² en los tratamientos T3 del sustrato 1 (Suelo desnudo), T6 del sustrato 2 (guadua) Y T9 del sustrato 3 (PVC) para los tres sustratos.
- ❖ Según la prueba de Brand Snedecor a un nivel de confianza del 95% no existieron diferencias significativas entre los tratamientos de los diferentes sustratos para la sobrevivencia, lo que demuestra que la cucha real es una especie rústica y resistente para el manejo en condiciones de cautiverio, por ser una especie que se ajusta de manera eficiente a cualquier oferta alimenticia.

- ❖ Se evidencio que los parámetros fisicoquímicos del agua tuvieron un comportamiento favorable para el manejo de esta especie ornamental íctica con fines acuícolas, permitiendo de esta manera el crecimiento y la proliferación de la productividad primaria que favoreció la cadena productiva de todo el ecosistema acuático.
- ❖ El sistema de invernadero evito drásticas fluctuaciones de temperatura en el agua manteniendo estable la temperatura del agua que fue 26,64 y 28,81 °C en las horas pico o criticas que fueron en invierno y en la madrugada, se evito la depredación de los peces, permitió mayor número de respuestas y ventajas positivas a los alevinos en el medio controlado.
- ❖ El análisis beneficio costo demostró mayor rentabilidad en el T3 del sustrato uno, quien le sigue el T6 con el sustrato dos y por ultimo esta el T9 del sustrato tres, esto se debió al éxito en la sobrevivencia de los animales, mayores densidades de siembra en estos tratamientos, al alto precio de venta que tienen estos peces ornamentales en el mercado y a la optimización de los recursos, lo que permitió utilizar para el ensayo materiales renovables y orgánicos de la región, evitando elevar los costos con la compra de los mismos.
- ❖ La investigación demostró que la cucha real se adapta con facilidad en ambientes controlados o en cautiverio, por la facilidad en su manejo, es una especie resistente a las variaciones en los parámetros físico-químicos del agua, a la manipulación y se ajusta y adapta a cualquier tipo de alimento (Artificial o natural) por ser una especie omnívora.
- ❖ El cultivo de cucha real sirve como una fuente de ingreso ayudando a mejorar la calidad de vida de los pescadores al cultivar esta especie en estanques, debido a que tienen un alto precio en el mercado de los peces ornamentales, siendo entonces una especie con potencial para piscicultura por su relativa fácil adaptación al cautiverio.
- ❖ Los peces ornamentales en especial del género Panaque de la familia Loricariidae, se caracterizan por tener un crecimiento lento y sus tallas son inferiores a las reportadas para especies nativas Amazónicas promisorias de consumo.

7.2 RECOMENDACIONES.

- ❖ Hacer investigaciones en esta especie con el objetivo de encontrar un alimento específico que cumpla con los requerimientos nutricionales para el levante de estos ejemplares.
- ❖ Promover el cultivo de cucha real (*Panaque nigrolineatus*) como una especie íctica ornamental nativa, implementando inicialmente densidades de 1 pez/m² para obtener buenos resultados y garantizar una adaptación exitosa a las nuevas condiciones ambientales en sistemas acuícolas controlados.
- ❖ Fomentar líneas de investigación en esta especie, ya que el desconocimiento de la biología y ecología de esta especie ha impedido que se estructure un mecanismo de aprovechamiento razonable basado en la oferta por medio de la implementación de sistemas de cultivo sostenible y rentable, que fomente el desarrollo acuícola a nivel intensivo y que la demanda no esté basada en la extracción o captura de estos peces del medio natural.
- ❖ Fortalecer las líneas de investigación con las instituciones encargadas de impulsar y promover programas relacionados con proyectos productivos enfocados en la producción y comercialización de peces Amazónicos con fines ornamentales, para mejorar las técnicas y tecnologías actuales de manejo de este recurso que se están aplicando con el fin de obtener mejores resultados en la sobrevivencia, tiempo de cultivo y la rentabilidad.
- ❖ Concientizar a los futuros profesionales de Ingeniería en Producción Acuícola a realizar investigaciones referentes a como recuperar y mantener la estabilidad y el equilibrio de las poblaciones de peces ícticas amazónicas en las hidrocuencas de la región en especial las que se encuentran en peligro de desaparecer.
- ❖ Realizar investigaciones en sistemas de acuarios encaminadas a conocer y profundizar en temas como reproducción, larvicultura, alimentación, calidad de agua para su cultivo y mejoramiento genético, ya que de esta forma se puede conseguir mejores resultados y conocer en detalle el comportamiento y las respuestas en las variables productivas.
- ❖ Efectuar un estudio estadístico para saber acerca de la actividad productiva de peces ornamentales de la familia Loricariidae, en especial las que presentan potencial acuícola para el comercio de peces ornamentales en Colombia, ya que en el país no existen cifras que permitan tener un conocimiento de las especies cultivadas, las áreas aprovechadas, su localización, el número de personas dedicadas a esta actividad y las cantidades producidas para cada especie.

- ❖ Consolidar línea de investigación dentro de las actividades desarrolladas en torno a la actividad productiva de peces ornamentales con convenios interinstitucionales por parte de las empresas públicas como las Corporaciones y el Incoder que controlan el desarrollo de sistemas de producción sostenibles de especies ícticas ornamentales y de consumo de la cuenca del Amazonas.
- ❖ Se recomienda implementar sustratos orgánicos o vivos para algunas especies de la familia loricariidae como es la guadua o madera ya que en estos se colonizan y se adhiere el fitoplancton que es aprovechado por estos peces y que se encuentra a las orillas de las hidrocuencas donde habitan estos peces ornamentales nativa de la región amazónica.
- ❖ En cuanto al suministro del alimento se debe hacer a voluntad para determinar con exactitud la cantidad y calidad del mismo, estableciendo unos parámetros o métodos de manejo que permita evaluar y observar el consumo por los peces, al igual que se debe implementar comederos para evaluar con precisión el comportamiento y respuestas que tiene esta especie bentónica y de hábitos alimenticios omnívoros en la aceptación y palatabilidad del alimento.
- ❖ Los sistemas de invernadero solo puede ser recomendados para peces ornamentales con fines de investigación, en áreas pequeñas y que sean construidos con materiales renovables como la guadua o madera, para que no sea costoso.

BIBLIOGRAFÍA

ÁNGEL, J. boletín informativo de la asociación acuaristas de Venezuela. Aquaven. Boletín N° 0013. Marzo de 2008. Caracas, Venezuela. p. 15-16. [citado el 26 de diciembre de 2009]. Disponible en internet: <URL: <http://www.acuaristasdevenezuela.com>.

ANZOLA, A y CONTRERAS, C. Fundamentos de acuicultura continental. Bogotá: Institución nacional de pesca y acuicultura INPA, Ministerio de Agricultura. 1993. p. 92.

ARGUMEDO, E. y ROJAS, H. Manual de piscicultura con especies nativas: Asociación de piscicultores del Caquetá "ACUICA". Bogotá, Colombia: Plan nacional de desarrollo alternativo "Colombia siembra paz, 2005, p. 85.

ARIAS, C. y COLLAZOS, L. Avances en el cultivo de seis especies de peces ornamentales de los llanos de Colombia. XIII Jornada de Acuicultura. ISBN: 978-958-97780-3-6. Villavicencio, Meta. Colombia. 2007. p. 50-54.

ARIAS. Biología reproductiva del Yamú *Brycon siebenthalae* (Pisces: Characidae) en cautiverio. p. 15.

ARIAS, C. y AYA, B. Respuesta a la primera alimentación de larvas de *Rhamdia sebae* cf. (Pisces: Siluriformes: Pimelodidae). En Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola. Memorias II Congreso Colombiano Acuicultura. Pasto, Colombia. 2004. Año 1. No. 1. p. 3-9.

ARREDONDO, J. y PONCE, J. Calidad de Agua en Acuicultura, Conceptos y Aplicaciones. México: Editorial AGT. S.A. 2001. p. 18.

ATENCIO, G. Y ZANIBONI, F. El canibalismo en la larvicultura de peces. Rev.MVZ. Córdoba, Colombia. 2006. p.11- 19.

AXELROD, H.; BURGUÉS, W.; EMMENS, C., PRONEK, N., WALLS J. Y HUNYKER, R. 1988. Atlas de peces de acuario de agua dulce. Hispano Europea, Barcelona. p. 447.

BALDISSEROTTO, B. Fisiología de la reproducción de peces ornamentales. En: Memorias XII Jornada de Acuicultura. Unillanos, IALL. Villavicencio-Colombia. 2006. p. 32-33.

BIANCHINI, F., BRUNO, S. Guía de peces y plantas de acuario. Grijalbo, España, 1979. p.76-102.

BOYD, C. Water quality for Pond Aquaculture, London: Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, 1998, p. 37.

CALDERON, J y SONNENHOLZNER, R Cultivo De Camarón. Experiencias y desafíos en el uso de invernaderos. Panorama de acuicultura. 2002. p. 68. [citado el 11 de junio de 2009]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.camaradaacuiculturadelecuador.ec>.

CAMPOS, J y KUBITZA. El cultivo del Surubí *Pseudoplatystoma spp.* (Pimelodidae). (presentación Microsoft Office PowerPoint) En: memorías del Simpósio Internacional de Acuicultura. Bariloche. Argentina. sne, 2004. (Referencia de e-mail: (crebasa@Hotmail.com)). p. 49.

COLLAZOS, L. Aspectos generales de la biología reproductiva de *Ancistrus triradiatus*. Instituto de Acuicultura de los Llanos "IALL". Villavicencio, departamento del Meta. Maestría en Acuicultura de aguas continentales. Universidad de los Llanos, 2009.p. 74.

CORPOAMAZONIA (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía). Información estadística de Puerto Asís y Puerto Leguizamó y plan de Gestión Ambiental Regional "Amazonía Sostenible". Noviembre de 2002. Mocoa, Putumayo. p. 22-23. Centros Experimentales [online]. [citado el 27 de mayo de 2009]. Disponible en internet:<URL: http://www.corpoamazonia.gov.co/ce_mocoa.htm.

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía - CORPOAMAZONIA. Centro Experimental Amazónico. Centros Experimentales [online]. (Putumayo - Colombia), 2002 (citado el 17 de Abril de 2009). Disponible en internet: URL: http://www.corpoamazonia.gov.co/ce_mocoa.htm.

CORTEZ, G. Guía para el manejo y conservación del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) En: Rev. Ciencia y tecnología Convenio Andrés Bello. Bogotá: SECAB. Vol. 1, No. 125. 2003. p.12.

DIAZ, R. Factores físico-químicos del agua en la productividad acuícola. En: memorias del seminario Practico Sobre Acuicultura, Bogotá: Sociedad de Acuicultores y Ganaderos del Valle del Cauca. 1998. p.33.

GALVIS, V y MOJICA, C. Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER y Universidad Nacional de Colombia Primera edición. Febrero de 2009. Bogotá, Colombia. p.7-9 [citado el 28 de febrero de 2010]. Disponible en internet:<URL: <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol>.

- GARCÍA, H. y SANTAMARÍA, C. Biología reproductiva de la cucha *Ancistrus triradiatus* (Pisces, Siluriformes, Loricariidae), un pez ornamental de la parte alta del río Yucao. Meta, Colombia. 2001. p. 100-115.
- HEPHER, B. Nutrición de peces comerciales en estanques. México: Editorial Limusa, 1993. p. 193.
- INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural). Sistema de información sectorial pesquero productos pesqueros. Amazonas. Boletín mensual No. 3. Abril de 2010. Bogotá, Colombia. p. 5-6. [citado el 26 de mayo de 2010]. Disponible en internet:<URL: http://www.incoder.gov.co/Archivos/Informe_de_gestion201062511831/_BoIMayo2010.pdf>. ISSN 2011. 8139.
- KESTEMONT, P. Size heterogeneity, cannibalism and competition in culture predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. London: Aquaculture amsterdam. 1997. p. 227.
- LANDINES, P. Producción de peces ornamentales de la Orinoquia Colombiana. Memorias del IV Seminario Nacional de Ingeniería en Producción Acuícola. ISBN: 1909-8138. San Juan de Pasto, Colombia. 2007, p. 27-28.
- LANDINES, M. Manejo y cultivo de peces ornamentales amazónicos. Boletín informativo N° 23. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2005. p. 15-16. Disponible en Internet :<URL: <http://www.arcoiris.org.ec/uploads/File/pdf/PSUR/Manejo.pdf>>.
- LEFRANÇOIS, C.; CLAIREAUXA, G y MERCIERA, C. Effect of density on the routine metabolic expenditure offarmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Bras. Zootec. Brasil. V.1995. p. 270.
- LOPEZ, J. Nutrición Acuícola. Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Zootecnia 1997. p. 9.
- LÓPEZ, J; PALACIOS, P.; CORAL, I. Y ZAMBRANO, A. Evaluación comparativa de prebiótico, probiotico e inmunopotenciadores en especies ícticas nativas y foráneas. En: IV Seminario Nacional de Ingeniería en Producción Acuícola. Modulo de Sanidad e Inmunoestimulantes. 2007.
- MACHADO, A. Los peces de los ríos Caris y Pao estado Azoategui En: Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola año II, Vol. 2. Pasto: Universidad de Nariño, 2007. p. 70-73.
- MANCERA, R. y ÁLVAREZ, L. Comercio de peces ornamentales en Colombia. En: Memorias VIII Simposio Colombiano de Ictiología. Universidad Tecnológica del Chocó Diego Luis Córdoba-ACICTIOS, Quibdó (Chocó). 2008. p.87-93.

- MATTIAS, A. y RANTIN, F. Gill respiratory parameters during progressive hypoxia in the facultative airbreathing fish, *Hypostomus regani* (Loricariidae). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*. 1998. p. 120-124.
- MOJICA, H.; RODRIGEZ, J. y OROZCO, C. Manual de reproducción y cultivo el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*). Villavicencio, Colombia: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura 2003. p. 4.
- MUÑOZ, F., TOBAR, M. Respuestas a la primera alimentación de larvas de *Rhamdia sebae* c.f. *Rev Fac Cien Agropecuarias, Popayán*. 2007. p. 50-52.
- NELSON, J. Metabolism of three species of herbivorous loricariid Catfishes: influence of size and diet. *Journal of Fish Biology*. 2002. p. 62.
- PETRAK, J. Apuntes sobre aspectos sanitarios y manejo de los peces ornamentales importados de Suramérica. XIV jornada de acuicultura. Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos. ISBN: 978-958-97780-7-4. Villavicencio, Meta, Colombia. 2008. p. 48-49.
- RAMÍREZ, H. y AJIACO, R. La pesca en la baja Orinoquía Colombiana: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, una visión integral. Bogotá, Colombia. 2001. p.197-198.
- REIS, R. y KULLANDER, S. Check list of the freshwater fishes of south and Central America. *Edipucrs. Vol. 25. s.l.: Amer. Zool. Porto Alegre, Brasil*. 2003, p. 318 - 378.
- RODRÍGUEZ, J. y ÁLVAREZ, R. Comercio de peces ornamentales en Colombia. Grupo Ecología y Conservación de Fauna Silvestre. Departamento de Ciencias Forestales. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER y Universidad Nacional de Colombia Boletín mensual No. 4. Marzo de 2009. Medellín, Colombia. p. 23-25. [citado el 20 de enero de 2010]. Disponible en internet:<URL: <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/v13n1/v13n1a2.pdf>.
- SCHEURMANN, I. 1990. Aquarium fish breeding. Barron's, Hong Kong. p. 89-90.
- SALAS, J. y GARRIDO, C. Boletín Informativo de Biología del genero Panaque. Boletín N° 11. Junio de 2007. Sevilla, España. p. 5-6. [citado el 20 de Abril de 2010]. Disponible en internet: <URL: <http://www.elacuario.net/foro/index.php?showtopic=2365>.
- SALES, J. y GEERT, P. Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquat. Living Resour.* 2003. p. 77.

SANTOS, G. y JEGU, M., MERONA B. Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins. Vol. 25. Manaus, Brasil. 1984. p.83-84.

SANGUINO, W y LUCERO, R. Evaluación del Potencial Acuícola de Pirarucú (*Arapaima gigas*) a diferentes densidades de siembra en el centro experimental amazónico (CEA) Mocoa, departamento del Putumayo, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Ingeniería en Producción Acuícola. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia 2005. p 67.

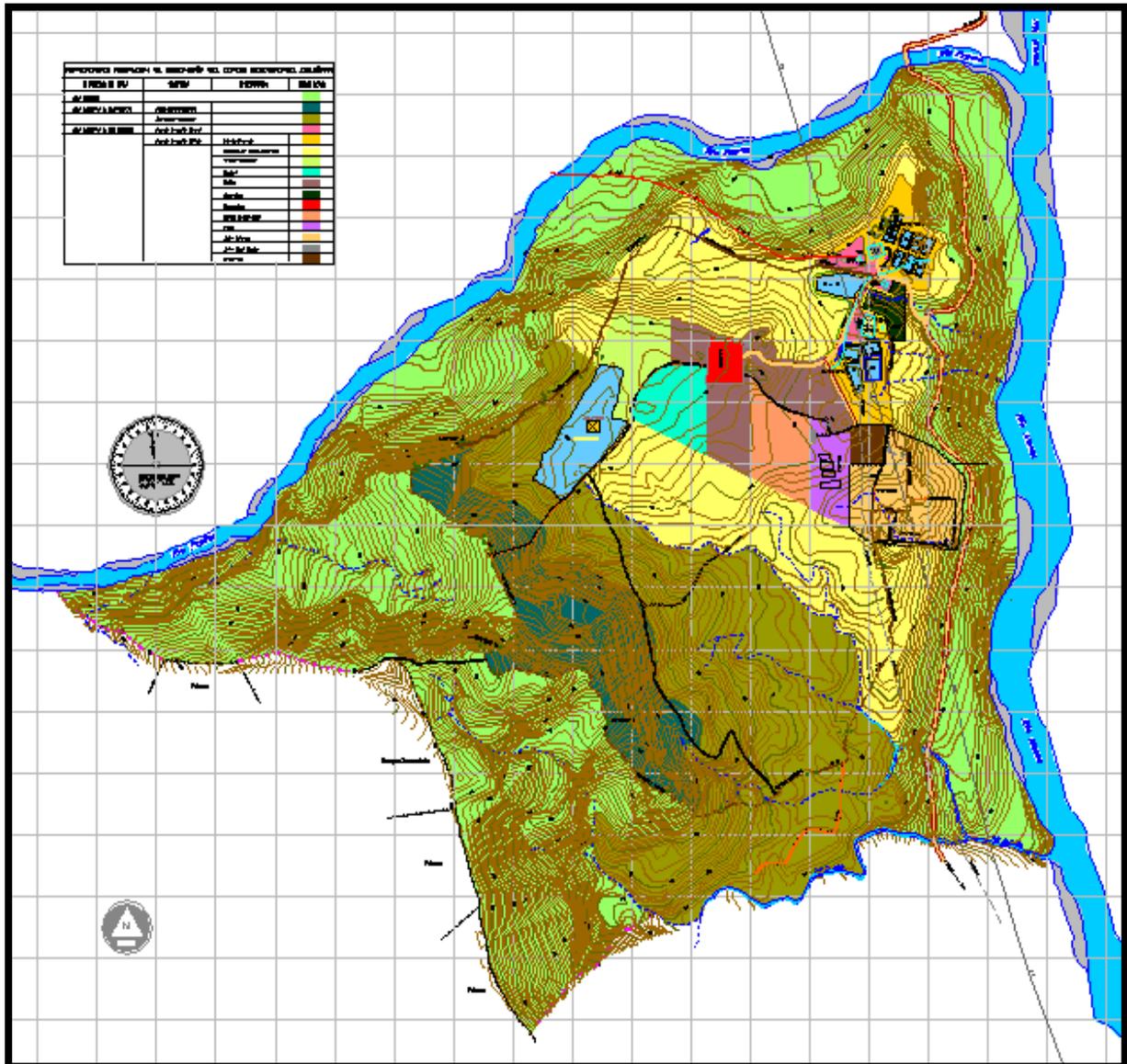
SUZUKI, H. y AGOSTINHO, A. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Paraná River. Archivos de Biología. Vol. 64. Journal of fish biology. Brazil: 2000. p.57-59.

UREÑA, F. y ÁVILA, E. Guías de producción de peces ornamentales de la Orinoquia Colombiana Loricaridos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bogotá, Colombia. 2005. p. 4-5.

WOYNAROVICH, E. y HORVÁTH, L. Propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão. En: Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola. Memorias Seminario Internacional de Producción Acuícola. Pasto, Colombia. 2004. Año 1. No. 1. p. 1-9.

ANEXOS

Anexo A. Fotografía con coordenadas planas de la estación Piscícola del “CEA”.



Anexo B. Registro de peso promedio en cada muestreo por tratamiento durante el ensayo

Tratamientos	NÚMERO DE MUESTREOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
T1D1S1	4,17	4,96	5,92	7,27	8,72	10,33	11,96	13,70
T2D2S1	4,00	4,95	5,75	6,63	8,04	9,50	10,96	12,50
T3D3S1	4,50	5,24	5,93	7,13	8,61	9,88	11,88	13,71
T4D1S2	4,17	5,14	6,14	7,73	9,31	10,83	12,78	14,91
T5D2S2	4,00	4,89	6,32	7,87	9,47	11,06	12,90	14,61
T6D3S2	4,50	5,32	6,54	8,14	9,40	10,90	12,62	14,73
T7D1S3	4,17	4,97	6,13	7,23	8,60	10,32	11,83	13,89
T8D2S3	4,00	4,95	6,04	7,08	8,37	10,12	11,88	13,94
T9D3S3	4,50	5,35	6,36	7,46	8,83	10,46	11,93	13,85

Anexo C. Registro de talla promedio en cada muestreo por tratamiento durante el ensayo

Tratamientos	NÚMERO DE MUESTREOS							
	0	15	30	45	60	75	90	105
T1D1S1	6,15	6,83	7,39	7,78	7,95	8,17	8,33	8,39
T2D2S1	5,80	6,19	6,97	7,25	7,44	7,67	7,92	8,03
T3D3S1	5,90	6,46	7,06	7,33	7,59	7,85	8,09	8,35
T4D1S2	6,15	7,06	7,78	8,00	8,17	8,33	8,56	8,72
T5D2S2	5,80	7,03	7,75	8,28	8,44	8,50	8,67	8,80
T6D3S2	5,90	6,87	7,67	7,81	7,94	8,20	8,35	8,52
T7D1S3	6,15	6,61	6,89	7,61	7,94	8,17	8,50	8,67
T8D2S3	5,80	6,89	7,11	7,47	7,83	7,89	8,14	8,42
T9D3S3	5,90	6,74	7,20	7,62	7,81	8,06	8,22	8,57

Anexo D. Registro de los parámetros físico-químicos promedio para el periodo de de evaluación

Muestreos	1	2	3	4	5	6	7
Temperatura promedio	28,46	28,81	27,18	26,78	26,44	26,38	27,78
Oxígeno promedio	6,10	6,16	5,82	4,73	4,21	4,93	5,11
pH promedio	6,31	6,47	7,00	7,18	7,23	6,65	6,55
Amonio mg/l	0,031	0,035	0,041	0,047	0,048	0,038	0,043
Alcalinidad CacO3 mg/l	17,16	16,84	17,78	18,14	17,65	16,65	16,60
Dureza CacO3 mg/l	17,98	17,56	16,93	17,35	16,53	17,41	17,20

Anexo E. Registro de la cantidad total de alimento suministrado durante el ensayo

Sustratos	Tratamientos	Replicas	Promedio por Replica	Promedio por Tratamiento
SUSTRATO 1 (SUELO DESNUDO)	T1D1S1	R1	256,76	723,83
		R2	234,73	
		R3	232,33	
	T2D2S1	R1	448,85	1346,30
		R2	439,96	
		R3	457,50	
	T3D3S1	R1	733,00	2166,59
		R2	708,16	
		R3	725,44	
SUSTRATO 2 (GUADUA)	T4D1S2	R1	264,61	766,86
		R2	252,08	
		R3	250,16	
	T5D2S2	R1	481,44	1536,05
		R2	508,30	
		R3	546,31	
T6D3S2	R1	824,29	2337,48	
	R2	762,38		
	R3	750,80		
SUSTRATO 3 (PVC)	T7D1S3	R1	245,51	725,08
		R2	245,28	
		R3	234,29	
	T8D2S3	R1	445,73	1433,53
		R2	477,72	
		R3	510,08	
	T9D3S3	R1	726,78	2227,12
		R2	735,28	
		R3	765,06	

Anexo F. Registro de peso promedio a la siembra en el ensayo

ANIMALES MUESTREADOS		
Tratamientos	Replicas	Peso de siembra al inicio
T1D1S1	R1	4,17
	R2	4,17
	R3	4,17
T2D2S1	R1	4,00
	R2	4,00
	R3	4,00
T3D3S1	R1	4,50
	R2	4,50
	R3	4,50
T4D1S2	R1	4,17
	R2	4,17
	R3	4,17
T5D2S2	R1	4,00
	R2	4,00
	R3	4,00
T6D3S2	R1	4,50
	R2	4,50
	R3	4,50
T7D1S3	R1	4,17
	R2	4,17
	R3	4,17
T8D2S3	R1	4,00
	R2	4,00
	R3	4,00
T9D3S3	R1	4,50
	R2	4,50
	R3	4,50

Anexo G. Registro de incremento de peso promedio quincenal y total durante el ensayo

INCREMENTO DE PESO TOTAL				
Tratamiento	Incremento de peso promedio día	Incremento de peso promedio quincenal	Incremento de peso durante ensayo	Incremento de peso total el
T1:D1S1	0,091	1,36	9,53	
T2:D2S1	0,081	1,21	8,50	
T3:D3S1	0,088	1,32	9,21	
T4:D1S2	0,102	1,53	10,74	
T5:D2S2	0,101	1,52	10,61	
T6:D3S2	0,097	1,46	10,23	
T7:D1S3	0,093	1,39	9,72	
T8:D2S3	0,095	1,42	9,94	
T9:D3S3	0,089	1,34	9,35	

Anexo H. Registro de talla promedio a la siembra en el ensayo

ANIMALES MUESTREADOS		
Tratamientos	Replicas	Talla a la siembra
T1D1S1	R1	6,15
	R2	6,15
	R3	6,15
T2D2S1	R1	5,80
	R2	5,80
	R3	5,80
T3D3S1	R1	5,90
	R2	5,90
	R3	5,90
T4D1S2	R1	6,15
	R2	6,15
	R3	6,15
T5D2S2	R1	5,80
	R2	5,80
	R3	5,80
T6D3S2	R1	5,90
	R2	5,90
	R3	5,90
T7D1S3	R1	6,15
	R2	6,15
	R3	6,15
T8D2S3	R1	5,80
	R2	5,80
	R3	5,80
T9D3S3	R1	5,90
	R2	5,90
	R3	5,90

Anexo I. Registro de incremento de talla promedio total durante el ensayo

INCREMENTO DE TALLA TOTAL			
Tratamiento	Incremento de talla promedio día	Incremento de talla promedio quincenal	Incremento de talla total durante el ensayo
T1:D1S1	0,021	0,32	2,24
T2:D2S1	0,021	0,32	2,23
T3:D3S1	0,023	0,35	2,45
T4:D1S2	0,025	0,37	2,62
T5:D2S2	0,024	0,37	2,57
T6:D3S2	0,029	0,43	3,00
T7:D1S3	0,024	0,36	2,52
T8:D2S3	0,025	0,37	2,62
T9:D3S3	0,025	0,38	2,67

Anexo J. Conversión alimenticia aparente promedio en cada muestreo por tratamiento durante el ensayo

Sustrato	Tratamientos	Replicas	Promedio por replica	Promedio por tratamiento
SUSTRATO 1 (SUELO DESNUDO)	T1D1S1	R1	4,29	4,58
		R2	4,63	
		R3	4,82	
	T2D2S1	R1	4,39	4,61
		R2	4,74	
		R3	4,71	
	T3D3S1	R1	4,70	4,78
		R2	4,91	
		R3	4,73	
SUSTRATO 2 (GUADUA)	T4D1S2	R1	3,88	4,32
		R2	4,66	
		R3	4,41	
	T5D2S2	R1	5,03	4,65
		R2	4,19	
		R3	4,75	
	T6D3S2	R1	4,60	4,70
		R2	4,87	
		R3	4,62	
SUSTRATO 3 (PVC)	T7D1S3	R1	4,20	4,50
		R2	4,62	
		R3	4,69	
	T8D2S3	R1	4,91	4,54
		R2	4,45	
		R3	4,25	
	T9D3S3	R1	5,05	4,93
		R2	5,07	
		R3	4,66	

Anexo K. Tasa de crecimiento simple promedio por tratamiento durante el ensayo

Sustrato	Tratamientos	Replica	Promedio por replica	Promedio Tasa de crecimiento simple por tratamiento
SUSTRATO 1 (SUELO DESNUDO)	T1D1S1	R1	19,94	18,57
		R2	17,96	
		R3	17,82	
	T2D2S1	R1	18,55	17,77
		R2	17,23	
		R3	17,54	
	T3D3S1	R1	17,76	17,31
		R2	16,91	
		R3	17,26	
SUSTRATO 2 (GUADUA)	T4D1S2	R1	21,05	20,03
		R2	19,12	
		R3	19,93	
	T5D2S2	R1	18,67	20,48
		R2	20,45	
		R3	22,33	
	T6D3S2	R1	19,45	18,54
		R2	18,23	
		R3	17,92	
SUSTRATO 3 (PVC)	T7D1S3	R1	19,12	18,80
		R2	19,10	
		R3	18,17	
	T8D2S3	R1	18,01	19,56
		R2	19,96	
		R3	20,72	
	T9D3S3	R1	17,55	17,48
		R2	16,88	
		R3	18,02	

Anexo L. Análisis de varianza para peso inicial de siembra

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0032716	8	0,000409	0,98	0,4521
Intra grupos	0,0637037	153	0,000416		
Total (Corr.)	0,0669753	161			

Anexo LL. Análisis de varianza para incremento de peso quincenal**Transformación de datos mediante raíz cuadrada de la tasa de crecimiento específico****Suma de cuadrados Tipo III**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Factor 1 desnidad	0,000301235	2	0,000150617	0,92	0,4023
B: Factor 2 sustrato	0,000690123	2	0,000345062	2,1	0,1261
Interacciones					
AB	0,000302469	4	0,0000756173	0,46	0,765
Residuos	0,0251556	153	0,000164415		
Total (Corr.)	0,0264494	161			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Anexo M. Análisis de varianza para incremento de talla quincenal

Transformación de datos mediante raíz cuadrada de la tasa de crecimiento específico

Suma de cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Factor 1 densidad	0,0000777778	2	0,0000388889	0,1	0,9075
B: Factor 2 sustrato	0,0004	2	0,0002	0,5	0,6077
Interacciones					
AB	0,0007111111	4	0,000177778	0,44	0,7765
Residuos	0,0612389	153	0,000400254		
Total (Corre.)	0,0624278	161			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Anexo N. Análisis de varianza para conversión alimenticia aparente

Transformación de datos mediante logaritmo Natural

Suma de cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Factor 1 densidad	0,136509	2	0,0682545	1,37	0,2560
B: Factor 2 sustrato	0,0223693	2	0,0111847	0,22	0,7988
Interacciones					
AB	0,0508053	4	0,0127013	0,26	0,9060
Residuos	8,94885	180	0,0497158		
Total (Corr.)	9,15853	188			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Anexo O. Análisis de varianza para tasa de crecimiento simple

Transformación de datos mediante logaritmo natural

Suma de cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Factor 1 densidad	0,132344	2	0,0661722	1,06	0,3501
B: Factor 2 sustrato	0,242737	2	0,121369	1,94	0,1475
Interacciones					
AB	0,125596	4	0,0313991	0,5	0,7347
Residuos	9,57968	153	0,0626123		
Total (Corr.)	10,0804	161			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Anexo P. Análisis de sobrevivencia de Brand Snedecor.

Respuesta	TRATAMIENTOS									Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
Éxito	12	24	36	12	24	35	12	24	35	214
Fracaso	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Total	12	24	36	12	24	36	12	24	36	216
Pi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,99
Pi*a _i	12	24	36	12	24	34	12	24	34	212,1

SI $7,81 < 24,2$, EXISTEN DIFERENCIAS ESTADISTICAS

$$n - 1 = 8$$

$$\text{Alfa} = 0,05$$

$$1 - \text{alfa} = 0,95$$

$$p = 0,99$$

$$q = (1 - p) = 0,01$$

$$\chi^2_c = 24,2$$

$$\chi^2_{t(1-\text{alfa})} = 7,81$$