



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

Unidad Integradora  
Curricular previo a la  
obtención del título de  
Ingeniera Zootecnista.

**Tema de la Unidad Integración Curricular**

**“EFECTO DE DOS TECNOLOGÍAS (BIOFLOC Y  
RECIRCULACION DE AGUA), APLICADAS EN LA  
CRIANZA DE VIEJA AZUL (*Andinoacara rivulatus*)”**

**Autora:**

**Esperanza Del Pilar Varela Bravo**

**Tutora de la Unidad De Integración Curricular:**

**Ing. Marlene Medina Villacís, Msc.**

**Mocache – Los Ríos – Ecuador**

**2020**



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Esperanza del Pilar Varela Bravo**, declaro que la investigación aquí descrita es de mí autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Esperanza del Pilar Varela Bravo**

**C.C.: 125050106-9**

**AUTORA**



## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRADORA CURRICULAR**

La suscrita, **Ing. Marlene Medina Villacís, MSc.**; Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. **Certifica:** Que la estudiante, **Esperanza del Pilar Varela Bravo**, realizó la Unidad Integradora Curricular titulada “**EFFECTO DE DOS TECNOLOGÍAS (BIOFLOC Y RECIRCULACION DE AGUA), APLICADAS EN LA CRIANZA DE VIEJA AZUL (*Andinoacara rivulatus*)**”, previo a la obtención del título de **Ingeniera Zootecnista**, bajo mi dirección habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Ing. Marlene Medina Villacís, MSc.**  
**TUTORA DE UNIDAD INTEGRADORA CURRICULAR**



## CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENECYT, la suscrita Ing. Marlene Medina Villacís, MSc.; en calidad de Tutora de la Unidad Integradora Curricular titulada “**EFFECTO DE DOS TECNOLOGÍAS (BIOFLOC Y RECIRCULACION DE AGUA), APLICADAS EN LA CRIANZA DE VIEJA AZUL (*Andinoacara rivulatus*)**”, de autoría de la estudiante **Esperanza del Pilar Varela Bravo**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de **5%** el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND	
Documento	<a href="#">TESIS-DOS TECNOLOGIAS BIOFLOC Y RECIRCULACION DE AGUA EN VIEJA A ZUL.docx</a> (D77324480)
Presentado	2020-07-30 16:48 (+02:00)
Presentado por	MARLENE MEDINA (mmedina@uteq.edu.ec)
Recibido	mmedina.uteq@analysis.orkund.com
	5% de estas 15 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.

Se extiende el presente reporte para que la aspirante continúe con la gestión de titulación respectiva.

Cordialmente;

**Ing. Marlene Medina Villacís, MSc.**  
**TUTORA DE UNIDAD INTEGRADORA CURRICULAR**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**Unidad Integradora Curricular**

**“EFECTO DE DOS TECNOLOGÍAS (BIOFLOC Y RECIRCULACION DE AGUA), APLICADAS EN LA CRIANZA DE VIEJA AZUL (*Andinoacara rivulatus*)”**

Presentado a Consejo Directivo de FCP; como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Zootecnista:

Aprobado por:

---

**Dr. Jorge Magno Rodríguez Tobar, PhD.**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Dra. Ana Ruth Álvarez Sánchez, PhD.**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**Dr. Yuniel Méndez Martínez, PhD.**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Mocache – Los Ríos – Ecuador**

**2020**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por su gracia y bondad, además de estar conmigo en todo momento y darme lo necesario para cumplir mi objetivo.

A mis tíos Celso Cevallos y Mariana Párraga quienes me formaron con gran responsabilidad y sacrificio, a mis demás familiares los cuales contribuyeron de la forma necesaria para poder lograr esta meta propuesta en mi vida.

A mi tutora la Ing. Marlene Medina Villacís por su ayuda constante en este transcurso de la investigación de este trabajo.

A mis amigos los cuales hicieron mi vida más fácil y divertida en el transcurso de la carrera con su ayuda en cada etapa, sobre todo en el transcurso de esta investigación apoyo incondicional.

## **DEDICATORIA**

A Jesús le dedico este logro por escucharme y darme todo lo que necesite además de poner personas (tíos, primos, compañero de vida amigos e hijo) en mi vida que directa e indirectamente contribuyeron para llegar al final de este camino

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a sus maestros los cuales con sus enseñanzas y consejos ayudaron de gran manera en el transcurso de mi carrera universitaria.

*Esperanza Varela Bravo*

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de dos tecnologías biofloc y recirculación de agua RAS aplicadas en la crianza de juveniles de Vieja azul (*Andinoacara rivulatus*), se llevó a cabo en el Programa de Acuicultura del Campus Experimental “La María”, UTEQ. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo bifactorial de 2x2 como factor A tecnologías (Biofloc y recirculación de agua) y factor B densidad D1 (8) y D2 (10), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, siendo las densidades las unidades experimentales por repetición, total 180 alevines, cuyo peso promedio inicial de 7,80 g. Los resultados fueron sometidos a prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ), se midieron parámetros zootécnicos de ganancia de peso (g), conversión alimenticia, tasa de crecimiento absoluto (TCA), porcentaje de crecimiento (SUP), se determinó los parámetros del agua como pH, oxígeno, temperatura y turbidez, los resultados obtenidos en ganancia de peso fueron mayores para T1 Biofloc, con (17,51 g) y con respecto de RAS una ganancia de (17,44 g) sin diferencia significativa, para conversión alimenticia no presentó diferencia estadística, pero si numérica, fue mayor para la tecnología T1 (4,25 g), la D2 con (4,06 g) y en la relación tecnología\*densidad presentó el T1D2 (4,26 g), seguido por T1D1 (4,24 g), por el T2D2 (3,85 g) y por el T2D1 (3,78 g) siendo esta relación de menor conversión alimenticia. En supervivencia se obtuvo para T2D1 (77,50%), por T1D2 (70,00%) y por T2D2 (68,00%) siendo esta la de menor tasa de crecimiento.

**Palabras clave:** aireación, alevines, biomasa, parámetros zootécnicos, supervivencia.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of two biofloc technologies and RAS water recirculation applied in the rearing of Old Blue fingerlings (*Andinoacara rivulatus*), it was carried out in the Aquaculture Program of the Experimental Campus "La María", UTEQ . A completely randomized design (DCA) was applied, with a 2x2 bifactorial arrangement as factor A technologies (Biofloc and water recirculation) and factor B density D1 (8) and D2 (10), with four treatments and five repetitions, densities being the experimental units per repetition, total 180 fingerlings, whose initial average weight of 7.80 g. The results were subjected to the Tukey test ( $p < 0.05$ ), zootechnical parameters of weight gain (g), feed conversion, absolute growth rate (TCA), growth percentage (SUP) were measured, the parameters were determined of water such as pH, oxygen, temperature and turbidity, the results obtained in weight gain were higher for T1 Biofloc, with (17.51 g) and with respect to RAS a gain of (17.44 g) without significant difference, for feed conversion did not present statistical difference, but if numerical, it was higher for technology T1 (4.25 g), D2 with (4.06 g) and in the technology \* density relationship it presented T1D2 (4.26 g), followed by T1D1 (4.24 g), by T2D2 (3.85 g) and by T2D1 (3.78 g) being this ratio of lower feed conversion. Survival was obtained for T2D1 (77.50%), for T1D2 (70.00%) and for T2D2 (68.00%), this being the one with the lowest growth rate.

**Keywords:** *aeration, fingerlings, biomass, zootechnical parameters, survival*

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DE LA UNIDAD DE INTEGRADORA CURRICULAR .....	iii
.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
INDICE DE TABLAS.....	xiv
INDICE DE ANEXOS.....	xv
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	xv
CÓDIGO DUBLIN .....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema .....	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico .....	5

1.1.2. Formulación del problema .....	5
1.1.3. Sistematización del problema .....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general .....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE.....	9
LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.1. Marco Teórico .....	10
2.1.1. Caracterización descripción de la Vieja azul ( <i>Andinoacara rivulatus</i> )... 10	
2.1.3. Comportamiento .....	11
2.2.2. Anatomía de los peces.....	12
2.3. Reporte pesquero de especies nativas de agua dulce .....	12
2.3. Tecnología Biofloc.....	13
2.3.1. Composición de los sistemas Biofloc .....	13
2.4. Tecnología de recirculación de agua .....	15
2.4.1. Componentes .....	15
2.5. Calidad del agua de los sistemas de producción acuícolas.....	16
2.6. Marco conceptual.....	17
2.7. Marco Referencial. Investigaciones previas .....	19

2.7.1. Estudio comparativo de la producción de <i>Andinoacara rivulatus</i> (vieja azul) con alimentación: comercial y ecológico en el recinto Petrillo sector El Chaco	19
2.7.2. Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia. Una revisión	19
CAPÍTULO III	20
MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.1. Localización	21
3.1.1. Condiciones Meteorológicas	21
3.2. Tipo de investigación	21
3.2.1. Por el propósito	21
3.2.2. Por el nivel	22
□ Por el lugar	22
3.2.3. De campo	22
3.3. Métodos y técnicas	22
3.3.1. Método científico	22
3.4. Fuentes de recopilación de información	23
3.4.1. Primaria	23
3.4.2. Secundarias	23
3.5. Diseño Experimental	23
3.5.1. Modelo matemático	24
3.6. Instrumentos de investigación	24

3.6.1. Indicadores zootécnicos .....	25
3.6.1.1.Ganancia de peso (g)	25
3.6.1.2.Conversión alimenticia	25
3.6.1.3.Tasa de crecimiento absoluto (TCA)	25
3.6.1.4.Tasa de crecimiento específico (TCE)	25
3.6.1.5.Porcentaje de supervivencia (SUP)	26
3.6.2. Parámetros de estudio del agua .....	26
3.6.2.1.....	pH 26
3.6.2.2.....	Oxígeno 26
3.6.2.3.....	Temperatura 26
3.7. Tratamientos a evaluar.....	27
3.7.1. Análisis estadístico .....	27
3.7.2. Esquema del estudio. ....	27
3.8. Recursos humanos y materiales .....	27
3.8.1. Talento humano.....	27

3.8.2. Materiales y equipos .....	27
3.8.3. Materiales de oficina .....	28
CAPÍTULO IV .....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
4.1. Resultados del efecto de dos tecnologías biofloc y recirculación de agua aplicadas en la crianza de juveniles de vieja azul ( <i>Andinoacara rivulatus</i> ) .....	30
4.1.1. Parámetros Zootécnicos .....	33
4.1.2. Parámetros del agua las tecnologías (Biofloc y Sistema cerrado Recirculación de agua).....	35
CAPÍTULO V .....	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	38
5.1. CONCLUSIONES.....	39
CAPÍTULO VI .....	41
BIBLIOGRAFÍA .....	41
6. BIBLIOGRAFÍA.....	42
CAPÍTULO VII .....	47
ANEXOS.....	47

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Descripción taxonómica de la ( <i>Andinoacara rivulatus</i> ). .....	10
<b>Tabla 2.</b> Desembarque total (t) en embalse Chongón.....	12
<b>Tabla 3.</b> <i>Desembarque mensual (t) en embalse Chongón.</i> .....	12
<b>Tabla 4.</b> Datos meteorológicos de la zona.....	21

<b>Tabla 5.</b> Esquema del ANDEVA.....	23
<b>Tabla 6.</b> Descripción de los Tratamientos en estudio. ....	27
<b>Tabla 7.</b> Resultados del efecto de dos tecnologías biofloc y recirculación de agua aplicadas en la crianza de vieja azul ( <i>Andinoacara rivulatus</i> ). ....	30
<b>Tabla 8.</b> Resultados de dos densidades aplicadas en la crianza de viejas azules ( <i>Andinoacara rivulatus</i> ). ....	31
<b>Tabla 9.</b> Resultados de la relación de las dos tecnologías y de las dos densidades aplicadas en la crianza de vieja azul ( <i>Andinoacara rivulatus</i> ). ....	32
<b>Tabla 10.</b> Tecnología Biofloc en el Efecto de dos tecnologías (Biofloc y Recirculación de agua), aplicadas en la Crianza de Vieja azul ( <i>Andinoacara rivulatus</i> ). ....	36
<b>Tabla 11.</b> Sistema cerrado de Recirculación de agua Biofloc en. Efecto de dos Tecnologías (Biofloc y Recirculación de agua), aplicadas en la Crianza de Vieja azul ( <i>Andinoacara rivulatus</i> ). ....	36

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Análisis de la varianza de la variable Ganancia de Peso. ....	50
<b>Anexo 2.</b> Análisis de la varianza de la variable Conversión Alimenticia. ....	51
<b>Anexo 3.</b> Análisis de la varianza de la variable Incremento de Talla. ....	52
<b>Anexo 4.</b> Análisis de la varianza de la variable Tasa de Crecimiento Absoluta. ....	53
<b>Anexo 5.</b> Análisis de la varianza de la variable Tasa de Crecimiento Específica. ....	54
<b>Anexo 6.</b> Análisis de la varianza de la variable Supervivencia.....	55

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Proceso de recolección de los juveniles y construcción de jaulas. ....	48
<b>Ilustración 2.</b> Distribución de los juveniles para los tratamientos. ....	48
<b>Ilustración 3.</b> Biometría de los juveniles de vieja azul ( <i>Andinoacara Rivulatus</i> ). ....	49

## CÓDIGO DUBLIN

<b>Título:</b>	EFECTO DE DOS TECNOLOGÍAS (BIOFLOC Y RECIRCULACION DE AGUA), APLICADAS EN LA CRIANZA DE VIEJA AZUL ( <i>Andinoacara rivulatus</i> )				
<b>Autor:</b>	Esperanza Del Pilar Varela Bravo				
<b>Palabras claves:</b>	Aireación	Alevines	Biomasa	Parámetros zootécnicos	Supervivencia.
<b>Fecha de publicación:</b>					
<b>Editorial:</b>					
<b>Resumen:</b>	<p>El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de dos tecnologías biofloc y recirculación de agua RAS aplicadas en la crianza de juveniles de Vieja azul (<i>Andinoacara rivulatus</i>), se llevó a cabo en el Programa de Acuicultura del Campus Experimental “La María”, UTEQ. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo bifactorial de 2x2 como factor A tecnologías (Biofloc y recirculación de agua) y factor B densidad D1 (8) y D2 (10), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, siendo las densidades las unidades experimentales por repetición, total 180 alevines, cuyo peso promedio inicial de 7,80 g. Los resultados fueron sometidos a prueba de Tukey (p&lt;0,05), se midieron parámetros zootécnicos de ganancia de peso (g), conversión alimenticia, tasa de crecimiento absoluto (TCA), porcentaje de crecimiento (SUP), se determinó los parámetros del agua como pH, oxígeno, temperatura y turbidez, los resultados obtenidos en ganancia de peso fueron mayores para T1 Biofloc, con (17,51 g) y con respecto de RAS una ganancia de (17,44 g) sin diferencia significativa, para conversión alimenticia no presentó diferencia estadística, pero si numérica, fue mayor para la tecnología T1 (4,25 g), la D2 con (4,06 g) y en la relación tecnología*densidad presentó el T1D2 (4,26 g), seguido por T1D1 (4,24 g), por el T2D2 (3,85 g) y por el T2D1 (3,78 g) siendo esta relación de menor conversión alimenticia. En supervivencia se obtuvo para T2D1 (77,50%), por T1D2 (70,00%) y por T2D2 (68,00%) siendo esta la de menor tasa de crecimiento.</p> <p><b>Abstract:</b> The objective of this research was to determine the effect of two biofloc technologies and RAS water recirculation applied in the rearing of Old Blue fingerlings (<i>Andinoacara rivulatus</i>), it was carried out in the Aquaculture Program of the Experimental Campus "La María", UTEQ . A completely randomized design (DCA) was applied, with a 2x2 bifactorial arrangement as</p>				

	<p>factor A technologies (Biofloc and water recirculation) and factor B density D1 (8) and D2 (10), with four treatments and five repetitions, in the densities being the experimental units per repetition, total 180 fingerlings, whose initial average weight of 7.80 g. The results were subjected to the Tukey test (<math>p &lt; 0.05</math>), zootechnical parameters of weight gain (g), feed conversion, absolute growth rate (TCA), growth percentage (SUP) were measured, the parameters were determined of water such as pH, oxygen, temperature and turbidity, the results obtained in weight gain were higher for T1 Biofloc, with (17.51 g) and with respect to RAS a gain of (17.44 g) without significant difference, for feed conversion did not present statistical difference, but if numerical, it was higher for technology T1 (4.25 g), D2 with (4.06 g) and in the technology * density relationship it presented T1D2 (4.26 g), followed by T1D1 (4.24 g), by T2D2 (3.85 g) and by T2D1 (3.78 g) being this ratio of lower feed conversion. Survival was obtained for T2D1 (77.50%), for T1D2 (70.00%) and for T2D2 (68.00%), this being the one with the lowest growth rate.</p>
<b>Descripción:</b>	hojas: dimensiones, 29 x 21 cm
<b>URL:</b>	

# INTRODUCCIÓN

La producción acuícola contribuye con el 50% de la necesidad de proteína en el mundo a partir del cultivo y pesca de moluscos, crustáceos y peces. La carne de pescado es una fuente de proteína de excelente calidad para la alimentación humana y para la elaboración de alimento para otras especies animales de interés zootécnico. La piscicultura actualmente es uno de los renglones agropecuarios más importantes en el mundo (1).

Se estima que la producción mundial de pescado ha alcanzado unos 179 millones de toneladas en 2018. La acuicultura representó el 46% de la producción total y el 52% del pescado para consumo humano (2)

De acuerdo con la actual realidad económica, social y ambiental, el sector productivo se ve en la obligación de buscar nuevas estrategias que permitan lograr mayores niveles de productividad, menores costos e integrar a los pequeños, medianos y grandes productores (3). Una de las alternativas que empiezan a cautivar el interés de los piscicultores es el sistema de producción súper-intensivo con tecnología Biofloc (BFT), se sustenta en aprovechar la acumulación de residuos de los alimentos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos a través de microorganismos presentes en los medios acuáticos, dando condiciones de dominancia a comunidades autótrofas y heterótrofas, resolviendo sustancialmente los problemas de saturación de nutrientes a partir de su reciclaje (4).

Entre los factores que influyen significativamente en los sistemas de cultivo intensivos con biofloc se encuentran la calidad del agua, incluyendo temperatura, pH, oxígeno disuelto, concentración de amonio y salinidad (5) que contribuye en la producción de proteína de origen bacteriano (flóculos bacterianos), formados a partir de una alta relación carbono: nitrógeno en el agua, con poco o nulo recambio y alta aireación, diferente a la tecnología de recirculación de agua RAS(*Recirculatio Aquaculture System*); estos flóculos pueden servir de alimento in situ para los peces (4).

El RAS es una tecnología que incorpora tratamiento y reutilización del agua a través de un sistema físico-químico o físico-biológico, con una renovación de agua equivalente a la evaporación y a la pérdida en el tratamiento del agua, el fundamento de la recirculación es: separar los sólidos del agua, eliminar el amoniaco no ionizado, reducir el consumo de agua en términos de litros por kilo de pescado producido y optimizar la utilización del agua (6).

Así mismo, el Instituto Nacional de Pesca del país se encuentra realizando trabajos en el marco de la acuicultura en Ecuador. Todo orientado a la búsqueda de la diversificación de los productos obtenidos por esta actividad. el programa busca caracterizar el área acuícola del país. Determinar cuáles son los potenciales de las especies marinas y dulceacuícolas, desarrollar tecnologías de esta área para el sector público y privado (7).

Finalmente; los motivos que rodean el desarrollo de la acuicultura, son diversos. En principio, es una práctica que salvaguarda las especies acuáticas de la extinción. Luego, se concibe como un avance fundamental en el área alimentaria de los países. El presente estudio permitió determinar el efecto de las tecnologías biofloc y recirculación de agua aplicadas en la crianza de Vieja azul (*Andinoacara rivulatus*), lo cual contribuirá a impulsar la producción de dicha especie.

## **CAPÍTULO I**

# **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de investigación**

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

Las explotaciones acuícolas generan un impacto negativo para el medio ambiente, debido a la contaminación y utilización excesiva del agua. Lo que determina que el incremento de la producción intensiva sea escaso, pues la misma se aplica sin la técnica adecuada, dando como resultado un bajo rendimiento productivo, la utilización de mano de obra en estas explotaciones es empírica, las instalaciones empleadas para dicha producción que utilizan grandes extensiones de brazos de ríos de la zona, generando escasez río abajo para el sector agroproductivo creando un problema por esta práctica ancestral.

La pesca irresponsable sin respetar las vedas de reproducción, utilizando incluso métodos de pesca masiva y destructiva, de esta especie nativa de agua dulce (*Andinoacara rivulatus*) en los ríos aledaños de nuestra zona, afectan la reproducción de dichas especies, impide además su crecimiento en estanques o en piscifactorías del que casi no existe información técnico- científica de las mismas; el productor desconoce cómo obtener mayores ingresos de su producción intensiva, debido a que son especies muy sensibles al cambio de su medio natural o hábitat.

La información acerca de esta especie nativa es incipiente en el área de producción comparando diversas técnicas de cría; lo que pudiera ser relevante para caracterizar parámetros zootécnicos en estudio y difusión de resultados en la zona para los productores acuícolas de dichas especies.

### **Diagnóstico**

La falta de conocimiento en la aplicación de tecnologías para la crianza de peces nativos impide que crezca la producción de los mismos, no se dé la importancia y relevancia en los sectores rurales, que son los llamados a preservar la permanencia de dichas especies; lastimosamente los organismos nacionales responsables no han realizado un inventario productivo dulceacuícola de los ríos de nuestra zona; no se han presentado alternativas de producción rentables y factibles, para un buen desarrollo de la producción en este sector dulceacuícola.

## **Pronóstico**

Las nuevas tecnologías en producción acuícola permitirán minimizar el impacto negativo en el medio ambiente una de ellas es el Biofloc que es una tecnología cuya finalidad permite mejorar la calidad del agua a través del equilibrio del carbono y nitrógeno, mientras que la tecnología de recirculación de agua se mantiene en óptimas condiciones la producción, el biofloc puede suplir la necesidad de grandes cantidades de agua beneficiando a la población y optimizando los costos de producción.

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Cuál de las dos técnicas indicadas (Biofloc y recirculación de agua) en crianza de viejas azules (*Andinoacara rivulatus*) presentarán mejores rendimientos en el desarrollo de esta especie?

### **1.1.3. Sistematización del problema**

¿Se logró evaluar los parámetros (ganancia de peso, conversión alimenticia, incremento de talla, tasa de crecimiento absoluto, tasa de crecimiento específico) aplicando dos tecnologías de producción (Biofloc y recirculación de agua) en juveniles de vieja azul (*Andinoacara rivulatus*)?

¿Las técnicas de crianza influyeron en el índice de supervivencia de esta especie nativa?

¿La calidad del agua influyó en el desarrollo de los juveniles de vieja azul (*Andinoacara rivulatus*)?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de dos tecnologías Biofloc y recirculación de agua aplicadas en la crianza de juveniles de vieja azule (*Andinoacara rivulatus*)

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar los parámetros (ganancia de peso, conversión alimenticia, incremento de talla, tasa de crecimiento absoluto, tasa de crecimiento específico) de los juveniles de la especie nativa (*Andinoacara rivulatus*) en las tecnologías Biofloc y recirculación de agua de la Facultad de Ciencias Pecuarias-UTEQ.
- Determinar el índice de supervivencia de los juveniles de la especie nativa vieja azul (*Andinoacara rivulatus*)
- Analizar los parámetros físicos y químicos del agua para el desarrollo de (*Andinoacara rivulatus*)

### 1.3. Justificación

La acuicultura con el pasar de los años se ha convertido en una de las actividades con mayor crecimiento en la producción de proteína animal para el consumo humano, por la calidad de su carne. Sin embargo, estas explotaciones generan un impacto negativo para el medio ambiente por la contaminación y utilización excesiva del agua. Existen tecnologías capaces de minimizar el impacto negativo al medio ambiente, el biofloc es una tecnología cuya finalidad es mejorar la calidad del agua a través del equilibrio del carbono y nitrógeno puede suplir la necesidad de grandes cantidades de agua, así como la tecnología cerrada de recirculación mediante la misma el agua se mantiene en óptimas condiciones.

La carne de pescado desempeña un papel fundamental en una dieta nutritiva y equilibrada y su consumo se asocia con varios beneficios para la salud. Estos productos proporcionan un número de nutrientes, incluyendo proteínas, ácidos grasos omega-3,6 y 9 además de ácidos grasos benéficos poliinsaturados y un número elevado de vitaminas y minerales.

Con esta investigación se busca comprobar en cuál de las tecnologías se desarrolla mejor la especie nativa en estudio. Para proveer y dotar conocimiento científico e impulsar la producción de las viejas azules en las zonas rurales como una actividad sostenible y preservar la especie; permitirá aportar en la difusión de resultados en la producción intensiva reconociendo los parámetros técnicos y fisiológicos, incentivar a futuros proyectos acuícolas y otorgar una información fundamental acerca de Vieja azul (*Andinoacara rivulatus*), para obtener productos o subproductos, sea la explotación amigable con el ambiente. Lo más importante de la producción intensiva de esta especie nativa a través de esta tecnología radica, en adaptarlas al sector rural, donde se debe aportar con la transferencia de tecnologías y por ende aportar al desarrollo socioeconómico de la población de dicho sector,



**CAPÍTULO II**

**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE**

**LA INVESTIGACIÓN**

## 2.1. Marco Teórico

### 2.1.1. Caracterización descripción de la Vieja azul (*Andinoacara rivulatus*)

*A. rivulatus* tiene un cuerpo fusiforme de color azul eléctrico, frente ancha; posee grandes labios característico de este género, la superficie posterior del cuerpo con tonos bastanteadas azulados con variados con indicios rojizos más o menos verdosos, presenta una coloración amarillento - anaranjado de las aletas dorsales y caudal además de presentar puntos negros pequeños sobre las grandes escamas con una línea interrumpida lateral con 9-10 franjas laterales, cuatro a cinco manchas detrás de la macha lateral una mancha negra en la mitad de su cuerpo, posee 6 venas azul eléctrico en las mejillas tanto en el macho como en la hembra, dientes cónicos.

Aleta dorsal larga continua con 14 espinas y 11 radios ramificados, 14 radios en la aleta pectoral, pélvica con 6 radios, anal con 11 radios y 16 radios ramificados en la aleta caudal, además de presentar en sus aletas una terminación en punta, mientras tanto en las hembras son redondeadas (8).

**Tabla 1.** Descripción taxonómica de la (*Andinoacara rivulatus*).

---

<b>Reino:</b>	ANIMALIA
<b>Phylum:</b>	CHORDATA
<b>Clase:</b>	ACTINOPTERYGII
<b>Superorden:</b>	ACANTHAPTERYGII
<b>Orden:</b>	PERCIFORMES
<b>Nombre científico:</b>	<i>Andinoacara rivulatus</i>
<b>Sinónimo:</b>	CHROMIS RIVULATA
<b>Suborden:</b>	LABROIDEI
<b>Familia:</b>	CICHLIDAE
<b>Subfamilia:</b>	CICHLASOMATINAE
<b>Género:</b>	<i>Andinoacara</i> , sinónimo <i>Aequidens</i>
<b>Especie:</b>	<i>RIVULATUS</i>
<b>Otros nombres:</b>	<i>Aequidens rivulatus</i> , <i>Aequidens rivulatus</i> (Gunther, 1860), <i>Andinoacara rivulatus</i> (Gunther, 1860)
<b>Nombre común:</b>	Terror verde, Vieja azul, mojarra

---

Fuente: (9)

### **2.1.2. Hábitat**

*Andinoacara rivulatus* esta especie está presente en ambientes acuáticos de baja corriente (estero, piscinas, represas, humedales), aunque algunos habitan en ríos más corrientosos: se alimentan de insectos y crustáceos; adhieren sus posturas las superficies de las rocas, troncos u hojas sumergidas, que son vigiladas por los machos; en caso de peligro los padres protegen a sus crías en la boca (10).

### **2.1.3. Comportamiento**

Territoriales y agresivos especialmente en época de reproducción, es un auténtico depredador que se comerá a cualquier pez que le quepa en su gran boca y si no le cabe intentará destrozarlo para comerlo por partes. Aun siendo alevines presentan este carácter (10).

### **2.1.4 Alimentación**

En estado natural, el Terror Verde es omnívoro, de preferencia carnívoro insectívoro. En acuario, alimento vivo, carne, corazón de vaca, pescado, larvas de mosquito, y un pequeño porcentaje de alimento para peces, tanto gránulos como papilla. De gran apetito, necesita control estricto en las cantidades, por cuestión del mantenimiento del agua (11).

### **2.1.5. Reproducción**

Partiendo de un grupo de juveniles para que formen parejas, la hembra comenzara a limpiar una piedra elegida para hacer la puesta, solo dejara acercarse al macho para fertilizarlos. Entonces el macho pasara a la defensa del territorio y la hembra al cuidado de los huevos, que nacen entre 2 o 3 días. Una vez nacidos la hembra los colocara en un sitio escondido de nuestra vista hasta que empiece el día de la natación libre (12).

#### **2.1.3.1. Distribución**

Es una especie que está distribuida desde Esmeraldas hasta Huaquillas, a lo largo del océano Pacífico. En estudios ambientales de riego se registró la presencia de esta especie dentro de las provincias del Guayas, Los Ríos y Santo Domingo, es decir es una especie de frecuencia común en los ríos (10).

#### **2.1.3.2. Estrés en peces**

Se trata de una condición biológica que afecta al individuo expuesto, a su comunidad y posteriormente al medio donde habitan. En los peces sucede durante el transporte y

manejo, en el proceso de medición y pesaje se exponen los peces con la atmosfera lo cual causa este evento, en esta situación el organismo no tiene la capacidad de mantener su estado normal (13)

### 2.2.2. Anatomía de los peces

Los peces son animales acuáticos que disponen de un mecanismo capaz de utilizar el oxígeno disponible en el agua para su respiración (branquias). Estos seres vivos poseen una estructura ósea conformada por una columna vertebral que va de la cabeza a la cola y está formada por vertebras, dichas formaciones se prolongan lateralmente, formando las costillas (conocida como espinas). Las espinas son de suma importancia en el momento del proceso del pescado, debido a que la presencia en el plato del consumidor, generara altos riesgos de lesiones en la boca, induciendo al decaimiento en el consumo del producto, provocando depreciación de ventas y pérdidas de la empresa o del negocio (14).

### 2.3. Reporte pesquero de especies nativas de agua dulce

Se estimó un desembarque total de 24,4 t de peces y crustáceos que representan un incremento (7%), las actividades de pesca fueron realizadas con redes de enmalle y cerco para peces (15).

**Tabla 2.** Desembarque total (t) en embalse Chongón.

Tonelada (t)	Nombre común	Especies Nombre científico	Porcentaje (%)
9,5	Langosta	<i>Cherax quadricarinatus</i>	38,9
4,5	Guanchiche	<i>Hoplias microlepis</i>	18,4
3,3	Dica	<i>Curimatorbis boulengeri</i>	13,5
2,4	Tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>	9,9
2,4	Vieja azul	<i>Andinaocara rivulatus</i>	9,9
2,3	Dama	<i>Brycon dentex</i>	9,4

Fuente: (15).

**Tabla 3.** Desembarque mensual (t) en embalse Chongón.

Mes	Especies					Total
	Langosta	Guanchiche	Dica	Tilapia	Vieja azul	
Enero						Periodo de veda
Febrero						Periodo de veda
Marzo						Periodo de veda

Abril	4,7	1,7	0,8	44,0	5,3	1,6	18,1
Mayo	8,7	1,9	1,2	5,1	6,1	2,0	25,0
Junio	10,6	2,1	1,0	3,4	3,8	1,3	22,2
Julio	8,8	1,8	1,0	3,1	3,5	1,5	19,7
Agosto	9,6	2,1	2,2	2,9	4,1	1,8	22,7
Septiembre	12,1	1,9	1,6	2,6	3,7	1,6	23,5
Octubre	9,6	2,3	1,8	2,7	3,9	1,6	21,9
Noviembre	10,6	2,2	2,1	2,7	3,5	1,7	22,8
Diciembre	9,5	2,4	2,4	3,3	4,5	2,3	24,4

**Fuente:** (15).

### **2.3. Tecnología Biofloc**

En consecuencia, como una alternativa para el desarrollo de cultivos intensivos sostenibles, está la implementación de la tecnología biofloc, la cual puede ser definida como un técnica de control de calidad de agua con la ventaja adicional de producir proteína de origen bacteriano (flóculos bacterianos), formados a partir de una alta relación carbono: nitrógeno en el agua, con poco o nulo recambio y alta aireación; estos flóculos pueden servir de alimento in situ para los peces (16). (17).

Manifiestan que la calidad del agua juega un papel fundamental en los cultivos acuícolas, más aún en los cultivos con sistemas biofloc, en los cuales la renovación de agua para eliminación de metabolitos es mínima, ya que los parámetros físicos y químicos como oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, dureza y compuestos nitrogenados, regulan el ambiente de cultivo. En los cultivos BFT la aireación continua es esencial para mantener los niveles de oxígeno disuelto requeridos por los peces y microorganismos, los cuales se encargan de la eliminación de los compuestos nitrogenados, de la descomposición aeróbica de la materia orgánica.

#### **2.3.1. Composición de los sistemas Biofloc**

Los flóculos de los (SB), están formados por fitoplancton, bacterias y agregados de materia orgánica particulada como: heces y alimento no consumido (18); el folículo está constituido de 60 a 70% por materia orgánica, de la cual del 2 al 20% son células microbianas y de 30 a 40 % por materia orgánica. Se menciona también que los flóculos en un sistema de Biofloc con aguas verdes son bastante grandes, alrededor de 50 a 200 micras

### **2.3.2. Aireación**

La aireación es el proceso por el cual se agrega aire al estanque, este proceso busca cumplir dos objetivos sobre los SB: promover la difusión de oxígeno del aire al agua y mantener los flóculos en constante suspensión (17).

### **2.3.3. Parámetros y condiciones de calidad del agua para cultivos con BFT**

La medición de los parámetros de calidad de agua en cualquier sistema de cultivo acuícola es necesaria para garantizar la aplicación de buenas prácticas de manejo del cultivo que garantice el éxito del mismo, tal cuestión es además vital en el caso de cultivos con BFT, puesto que conocidos los registros el análisis de los mismos permite siempre aplicar correctivos para procurar mantener los parámetros dentro de los rangos de confort de cada especie de pez cultivada (19)

### **2.3.4. Ventajas**

Biofloc es una tecnología de cero recambios de agua: Una vez se llenan los tanques no hay renovación de agua. La única pérdida de agua es por evaporación, normalmente un 2% diario en días calurosos. Y también por dragado o sifonado del tanque. El agua de biofloc contiene microorganismos que es el corazón de esta tecnología. Si nos deshacemos del agua estamos tirando dinero y flóculos que suponen una maquinaria biológica importantísima para el cultivo. Con respecto a la acuicultura tradicional, la BFT puede suponer un 95% de ahorro de agua. Este hecho es importante en lugares con escaso recursos hídricos, con esta tecnología los restos de alimento, heces y sustancias tóxicas producto del metabolismo de los organismos acuáticos como el amonio y el nitrito son transformados en microorganismos que alimentarían nuestro cultivo (20).

### **2.3.5. Desventajas**

Alto costo de inversión inicial: La tecnificación de este tipo de acuicultura no es muy elevada, sin embargo, es necesaria la utilización de equipos de aireación, equipo de análisis de agua, sistemas de aireación u oxigenación de emergencia o respaldo y equipo de generación eléctrica de emergencia. Estos equipos pueden suponer un pequeño coste más elevado al principio del proyecto, pero en breve los grandes beneficios de esta tecnología superan con creces el leve mayor coste inicial (20).

Las especies mejores candidatas para cultivarse en BFT son aquellas que soportan grandes porcentajes de materia orgánica disuelta en el agua. Este es el caso de la tilapia y el

langostino o camarón. Sin embargo, existen innumerables experiencias con otras especies como el jurel, el maro, robalo, etc. y han dado muy buenos resultados. Especies filtradoras son altamente recomendables en esta tecnología (20).

Los aditivos son un producto cuyo propósito de inclusión en la dieta puede ser desarrollar la salud del animal, mejorar las características del alimento, incrementar el rendimiento de los animales, entre otros (21). Se utilizan desde hace mucho tiempo en producción animal, debido a que su empleo genera beneficios en la salud y la producción de los animales a causa de sus variadas funciones; algunos de los aditivos estudiados en los últimos años son los antibióticos promotores de crecimiento, probióticos, acidificantes, enzimas y fitobióticos (22).

## **2.4. Tecnología de recirculación de agua**

La tecnología de cultivo de peces con recirculación de agua se realiza en estanques controlados, y al incrementar oxígeno al agua por medio de aireadores es un sistema de producción intensivo que se puede instalar en estanques cercanos a los centros de distribución, el manejo de esta producción intensiva lleva la participación de pocas personas, se controla de manera eficiente los parámetros del agua pudiendo incrementar la densidad de población (6)

### **2.4.1. Componentes**

- Tanques de cultivo
- Decantadores y filtros mecánicos
- Biofiltros
- Sistema de aireación/oxigenación
- Sistema de bombeo y tabulaciones de drenaje y retorno Unidad de cuarentena

### **2.4.2. Ventajas**

- Reduce la transmisión y propagación de Enfermedades.
- Disminuye en forma considerable los contaminantes al medio ambiente.
- Optimización en el uso de recursos, tales como agua, alimentos, energía, terrenos, personal, etc.
- Niveles más altos de Factor de Conversión Alimenticia.
- Programación más eficiente en la Producción.

- Se puede utilizar para los diferentes estadios en organismos acuáticos en agua dulce como en agua de mar tanto en peces, crustáceos y moluscos.

### **2.4.3. Remoción de residuos sólidos**

Los residuos sólidos son muy tóxicos y deben ser removidos del sistema, resultan de los residuos de los peces y del alimento que no es consumido y contribuye una porción de la demanda de oxígeno junto con el amonio (23).

## **2.5. Calidad del agua de los sistemas de producción acuícolas**

Manejo de la calidad del agua es un aspecto fundamental en los sistemas acuícolas, sobre todo en aquellos donde se usan entradas extras de energía, como es el caso de la fertilización y la aplicación de alimentos balanceados. Hay varios enfoques para la clasificación de los parámetros que componen la calidad del agua que depende del propósito del estudio. En el caso de la clasificación de los compuestos en acuicultura, considere cada elemento o compuesto químico puede afectar la calidad del agua (24)

### **2.5.1. Temperatura**

Es el factor que afecta directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor es la tasa metabólica (cantidad de energía necesaria para mantener el organismo en estado de reposo absoluto) y, por ende, es el mayor consumo de oxígeno, esto debido a que los peces son animales poiquiloterms (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura) (25).

### **2.5.2.pH**

El pH es una unidad de medida que sirve para medir la salinidad o alcalinidad de una sustancia, el agua es considerada acida cuando se encuentra con un pH por debajo de 7. El rango de pH recomendado para la acuicultura es recomendado de 6.5 a 9 (26)

### **2.5.3. Oxígeno**

Según (27), la mayoría de los expertos en sistemas acuícolas coinciden con el Oxígeno Disuelto (OD) es la variable más importante se puede controlar en un sistema acuícola. Las bajas tasas de este elemento pueden causar atraso en el crecimiento, reducción en la tasa de alimentación de los peces, aumento de la incidencia de enfermedades y la muerte de los

peces, resultando una reducción notable en la productividad de los sistemas de cultivo. Muchas especies de peces pueden tolerar las cantidades de oxígeno disuelto entre 2 a 3 mg / l por períodos prolongados, aunque lo ideal es que se encuentre arriba de los 5 mg / l en nuestro sistema.

#### **2.5.4. Nitrógeno**

Para el buen funcionamiento del biofiltro ya comentamos la importancia que tiene el O<sub>2</sub> y el pH; en esta ocasión veremos cómo se relacionan la temperatura y el pH con la cantidad de nitrógeno amoniacal en su forma más tóxica (NH<sub>3</sub>). Las cantidades de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y NH<sub>3</sub> presentes en el sistema se encuentra en equilibrio constante y la mayor o menor presencia de uno u otro estarán muy determinadas por el pH, la temperatura y en menor medida por la salinidad, de modo que, a mayor pH, mayor temperatura y menor salinidad, el porcentaje de amonio en la forma NH<sub>3</sub> aumenta (28).

#### **2.5.5. El agua: un recurso esencial**

El agua es esencial para la vida y para el desarrollo de las sociedades. Posee propiedades únicas. En este trabajo se describen: la composición de las aguas naturales; la calidad de agua para los diferentes usos y su deterioro y los parámetros físico-químicos y biológicos usados como indicadores de calidad. Por último, se resalta la importancia de la representatividad del muestreo y la calidad de las mediciones químicas para que los resultados obtenidos permitan conclusiones válidas (29).

### **2.6. Marco conceptual**

- **Aireación:** El proceso de aireación se utiliza para mezclar, hacer circular o disolver aire dentro de un líquido u otra sustancia. La aireación mecánica puede reducir la cantidad de productos químicos necesarios para tratar un cuerpo de agua mediante el suministro de oxígeno que las bacterias necesitan para realizar su trabajo (30).

- **Aireación mecánica:** Es el uso de la energía mecánica para inyectar aire al agua para causar una corriente residual que absorba oxígeno (31).
- La aireación mecánica se ha convertido en una práctica estándar para evitar la baja concentración de oxígeno disuelto en el cultivo basado en alimento de bagre de canal, tilapia, camarón marino y varias otras especies (32).
- **Biomasa:** La biomasa es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis (33).
- **Estanque:** Balsa de agua, artificial y de poca profundidad, construida como adorno de parques o jardines, para criar peces o para otros fines tiene un estanque con nenúfares en el centro del jardín (34).
- **Extinción:** La extinción es la desaparición total de una especie en el planeta. Durante la larga historia del planeta ha habido muchas extinciones causadas por cambios climáticos, vulcanismo, inundaciones, sequías. En los últimos años la gran mayoría de las extinciones de flora y fauna se deben al impacto directo o indirecto de las actividades humanas.
- **Flóculos:** El flóculo es la unidad ecológica y estructural del fango activo a partir del cual se realiza el proceso de depuración biológica.
- **Mortalidad:** Es el proceso natural mediante el cual desaparece una población a lo largo del tiempo, se estudia a partir de una información de flujo: las defunciones que ocurren durante el período considerado (35).
- **Recirculación agua:** Recirculación es un concepto que proviene de circulación, un término que se refiere al proceso de circular. La circulación, por su parte, está asociada al movimiento, el tránsito o el tráfico, ya sea de vehículos, de divisas, de fluidos.
- **Vieja azul:** Es omnívoro, su alimento varía desde pequeños invertebrados, hasta plantas de superficie, su cabeza es grande en los machos y a medida que van creciendo se les desarrolla una giba frontal que aumenta con los años, en la parte inferior de la cabeza posee unos reflejos azul eléctrico. Es una especie agresiva, territorialista sobre todo en época de reproducción.

## **2.7. Marco Referencial. Investigaciones previas**

### **2.7.1. Estudio comparativo de la producción de *Andinoacara rivulatus* (vieja azul) con alimentación: comercial y ecológico en el recinto Petrillo sector El Chaco**

*Las especies nativas se van extinguiendo poco a poco por el crecimiento de la población de tilapia, la cual en el presente trabajo trataremos de producir la *Andinoacara rivulatus*, especie muy apreciada por su sabor en el Guayas y Los Ríos, principalmente en el recinto Petrillo Sector El Chaco, por lo que lamentablemente se está extinguiendo, motivo por el cual trataremos de establecer cuáles son los resultados del uso de dos tipos de alimentación: el alimento balanceado de uso comercial para tilapias, comparando con el alimento ecológico que contiene la vaca. Con los resultados obtenidos del tema planteado en el lapso de 120 días (4 meses) se puede apreciar que la talla de los peces usando el alimento ecológico se logra un incremento de 0.50 cm de 384 cm con respecto a los peces con alimentación con balanceado y un promedio de 19,25 cm por pez, de igual manera en el peso se logró un incremento del 0.43% gramos con la propuesta de la alimentación ecológica, reduciendo los costos a un 41.80% del productor en el alimento del balanceado para tilapia, podemos fomentar la piscicultura (36).*

### **2.7.2. Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia. Una revisión**

*Los sistemas convencionales de producción piscícola en Colombia empiezan a descender principalmente por la necesidad de grandes cantidades de agua cada vez más escasa, aumento de la contaminación de los afluentes de descargue, aumento del costo de los alimentos con gran desperdicio de los mismos y otros factores ambientales adversos como sequías en grandes áreas del territorio e irregulares volúmenes de producción por unidad de área o volumen. Por lo anterior la búsqueda de nuevas posibilidades de producción piscícola que sean amigables con el ambiente, incluyentes socialmente y rentables son cada vez más apremiantes. Una de las alternativas que empiezan a cautivar el interés de los piscicultores es el sistema de producción súper-intensiva con tecnología biofloc (BFT), la cual se sustenta en aprovechar la acumulación de residuos de los alimentos, materia orgánica y compuestos inorgánicos tóxicos a través de microorganismos presentes en los medios acuáticos, dando condiciones de dominancia a comunidades autótrofas y heterótrofas, resolviendo sustancialmente los problemas de saturación de nutrientes a partir de su reciclaje, en este sentido el objetivo de la presente revisión es presentar los fundamentos básicos de la BFT, como una alternativa de producción piscícola (37).*

## **CAPÍTULO III**

# **MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización

La presente investigación se realizó en el Programa de Acuicultura del Campus Experimental “La María”, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (FCP-UTEQ). Localizada en el kilómetro siete de la vía Quevedo – El Empalme, Provincia de Los Ríos, se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas: 01°, 06’ de latitud sur y 79°, 29’ de longitud oeste, a una altitud de 76 msnm.

#### 3.1.1. Condiciones Meteorológicas

Las condiciones meteorológicas en las cuales se desarrollará la investigación del sitio experimental, según la estación Agro meteorológica del INAMHI, Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP (2014) se detalla a continuación en la tabla 5.

Parámetros	Promedios
Temperatura °C	24,80
Humedad relativa %	88,00
Precipitación mm	343,70
Heliofanía horas y decimos	39,30
Evaporación promedio mm	65,50
Topografía	Irregular

**Tabla 4.** *Datos meteorológicos de la zona.*

**Fuente:** INAMHI, (38)

### 3.2. Tipo de investigación

#### 3.2.1. Por el propósito

- ❖ La investigación básica: permitió formular, ampliar o evaluar la teoría relacionada con el tema planteado.
- ❖ La investigación aplicada: ayudó a resolver problemas prácticos, concretos, de la investigación básica y se refiere a la aplicación de una propuesta de solución.

### 3.2.2. Por el nivel

- ❖ **Exploratoria:** ayudó al reconocimiento, búsqueda de información bibliográfica, visitas al campo de investigación, entrevistas a informantes claves y todo aquello que se familiariza con las variables a estudiar.
- ❖ **Descriptiva:** permitió reflejar lo que aparece tanto en el ambiente natural o social con la información primaria o secundaria, encaminado al descubrimiento de relaciones entre las variables.

### ❖ Por el lugar

Documental bibliográfico: fue el soporte para conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores basándose en documentos, libros, publicaciones y archivos de internet. Esto ayudará a enriquecer la parte teórica de este trabajo investigativo.

### 3.2.3. De campo

- ❖ **Observación:** Mediante esta técnica con la intervención ocular del investigador, se asistió al lugar de la investigación para determinar el galpón a utilizar y el lugar de ubicación de los tratamientos para el respectivo estudio.

## 3.3. Métodos y técnicas

Con el propósito de cumplir con los objetivos planteados la metodología del trabajo se basó en el:

### 3.3.1. Método científico

Y en los apartados que el mismo conlleva se formulará el problema, se elegirá una población sobre la que se realizará el estudio, se detallan las variables, se elaboraron los instrumentos de recolección de datos, se analizarán los resultados obtenidos y se obtendrá las respectivas conclusiones (39).

### 3.4. Fuentes de recopilación de información

#### 3.4.1. Primaria

La obtención de información primaria se realizará tras la observación y recolección de datos. El objetivo del estudio se engloba en estudiar el comportamiento productivo de los juveniles de vieja azul en las dos tecnologías a utilizar.

#### 3.4.2. Secundarias

La información secundaria se obtendrá mediante la búsqueda bibliográfica de libros, revistas, entre otras fuentes de información.

### 3.5. Diseño Experimental

Para el presente estudio se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo bifactorial de 2x2 como factor A tecnologías ( Biofloc y sistema cerrado de recirculación de agua) y como factor B densidad D1 (8 juveniles ) D2 (10 juveniles) con (4) tratamientos (5) repeticiones, dando un total de 180 juveniles obtenidos de la acuícola “Benavidez” ubicada en el recinto Guantupi del cantón Valencia, con un peso promedio inicial de 8.96 g , el experimento se realizó en un periodo de tiempo de ocho semanas, para determinar las diferencias de las medias se utilizó el proceso de rango múltiple de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), y el modelo estadístico del diseño que se utilizó, es el siguiente:

**Tabla 5.** *Esquema del ANDEVA.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	
Tratamientos	t -1	3
A Tecnologías		1
B densidades		1
A x B		1
Error experimental	t(r-1)	16
Total	txr-1	19

**Elaborado por:** Autora.2020

### 3.5.1. Modelo matemático

El modelo matemático se presenta a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y$  = es la variable de respuesta de interés.

$\mu$  es el efecto medio global.

$\alpha_i$  es el efecto incremental sobre la media causado por el nivel  $i$  del factor A.

$\beta_j$  el efecto incremental sobre la media causado por el nivel  $j$  del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$  el efecto incremental sobre la media causado por la interacción del nivel  $i$  del factor A y el nivel  $j$  del factor B.

$\epsilon_{ijk}$  el término de error (40).

### 3.6. Instrumentos de investigación

- Los juveniles de vieja azul fueron obtenidos de la acuícola “Benavides” ubicada en el recinto Guantupi del cantón Valencia, y entraron a un sistema controlado de Biofloc y recirculación cerrada de agua del programa de acuicultura de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Pecuarias, se emplearon 20 jaulas de 1m de altura 27cm de diámetro construida con malla (10 jaulas para cada tecnología) se colocaron en dos densidades (60 juveniles por m<sup>3</sup> corresponde a densidad 1 y 70 juveniles por m<sup>3</sup> corresponde a densidad 2) al azar 8 juveniles / jaula con densidad 1 y 10 juveniles /jaula con la densidad 2. Se les dio una semana de aclimatación y adaptación antes de iniciar el trabajo experimental.
- Los parámetros físico químicos de agua se midieron cada 15 días en el cultivo de vieja azul (*Andinoacara Rivulatus*).
- Para pesar los juveniles de vieja azul se empleó una balanza digital en la cual se colocaban individualmente y se determinó la longitud total con un ictiómetro de madera. La biometría se realizó cada 7 días. La ingesta de los alimentos se determinó a partir del peso vivo de los juveniles en cada tecnología, las raciones diarias fueron divididas en dos partes, se alimentaron con balanceado comercial de la marca PRONACA con un 38% de proteína.

### **3.6.1. Indicadores zootécnicos**

A continuación, se presentan las fórmulas que se aplicaron para obtener los parámetros zootécnicos, en esta experimentación.

#### **3.6.1.1. Ganancia de peso (g)**

La ganancia de peso se calculó cada siete días utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso (g)} = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}$$

#### **3.6.1.2. Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia se calculó en base al alimento consumido y el incremento de peso al final del trabajo de campo.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Alimento Consumido}}{\text{Ganancia de peso}}$$

#### **3.6.1.3. Tasa de crecimiento absoluto (TCA)**

La relación expresa la ganancia de peso del organismo en gramos al día, según la expresión:  $TCA = PF - Pi / \text{días}$ .

#### **Donde:**

Ff = Peso promedio final de los peces

Pi = Peso promedio inicial de los peces.

#### **3.6.1.4. Tasa de crecimiento específico (TCE)**

Expresa el porcentaje de incremento en peso del organismo al día según la expresión:

$$(\text{TCE}) = [(\ln W_x - \ln W_i)] / "t" \times 100$$

En donde:  $W_x$ : Es el peso final (g),  $W_i$ : es el peso inicial (g) y T es el tiempo del experimento.

### **3.6.1.5. Porcentaje de supervivencia (SUP)**

Es un indicador de la resistencia de los organismos al manejo y al confinamiento, expresado como porcentaje, según la expresión:  $SUP = (N_i/N_t) * 100$

Donde:

$N_t$  = Numero de peces vivos al tiempo final

$N_i$  = número de peces iniciales

El porcentaje de mortalidad por tratamiento en las etapas de la investigación se la calculará mediante la fórmula:

$$M = \frac{NAM}{NAI} \times 100$$

Donde:

$M$  (%) = Mortalidad en el porcentaje

$NAM$  = Número de aves muertas

$NAI$  = Número de aves iniciadas.

## **3.6.2. Parámetros de estudio del agua**

### **3.6.2.1. pH**

La medición del pH es una de las pruebas más importantes y utilizada con más frecuencia en los análisis de calidad de agua. Para su determinación se utilizó un pH-metro y se realizó la determinación del pH cada 15 días durante el tiempo experimental.

### **3.6.2.2. Oxígeno**

Para medir el oxígeno disuelto en el agua se usó un oxímetro, directamente tomado de los estanques en estudio cada 15 días.

### **3.6.2.3. Temperatura**

Para medir a temperatura del agua se usó un termómetro de mercurio el cual se introdujo directamente al estanque

### 3.7. Tratamientos a evaluar

#### 3.7.1. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza ANDEVA y los promedios fueron comparados mediante la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), con la utilización del software libre. Datos, cuadros y figuras fueron realizados en hojas de cálculo de EXCEL del paquete Office Microsoft, y luego se pasó por la herramienta estadística INFOSTAT

#### 3.7.2. Esquema del estudio.

En la Tabla 7 se detalla los tratamientos para la investigación con dos tecnologías y densidades, según se planteó en el experimento.

**Tabla 6.** Descripción de los Tratamientos en estudio.

Factor A	Factor B	Tratamiento	Nº de peces por tratamiento
Biofloc	Densidad 1	T1*	40
	Densidad 2	T2	50
Recirculación De Agua	Densidad 1	T3	40
	Densidad 2	T4	50

\*T1 representa densidad 1 en la tecnología biofloc, T2 representa densidad 2 en tecnología biofloc, T3 representa a la densidad 1 en la tecnología recirculación de agua, T4 representa a la densidad 2 en la tecnología recirculación de agua.

Elaborado por: Autora.2020.

### 3.8. Recursos humanos y materiales

#### 3.8.1. Talento humano

- Tutora de la Unidad Integradora Curricular Ing. Marlene Medina Villacís MSc.
- Autora de la unidad integradora curricular, Esperanza Del Pilar Varela Bravo

#### 3.8.2. Materiales y equipos

- Jaula
- Balanza de precisión

- Tamiz
- Cubetas plásticas
- Ictiómetro
- pH-metro
- Botas
- Termómetro
- Piolas
- Oxímetro.

### **3.8.3. Materiales de oficina**

- Bitácora.
- Computadora.
- Esfero.
- Regla.
- Pizarra.
- Tijera.
- Marcador

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Resultados del efecto de dos tecnologías biofloc y recirculación de agua aplicadas en la crianza de juveniles de vieja azul (*Andinoacara rivulatus*)

**Tabla 7.** Resultados del efecto de dos tecnologías biofloc y recirculación de agua aplicadas en la crianza de vieja azul (*Andinoacara rivulatus*).

VARIABLES	BIOFLOC	RECIRCULACIÓN DE AGUA	CV	F	P <0,05
	T1	T2			
Peso inicial (g)	9.01 ± 0.11 <sup>a</sup>	9.06 ± 0.11 <sup>a</sup>	3.90	0.07	0.7930
Peso final (g)	26.06 ± 0.44 <sup>a</sup>	26.80 ± 0.44 <sup>a</sup>	5.24	1.42	0.2505
Ganancia de peso (g)	17.44 ± 0.41 <sup>a</sup>	16.46 ± 0.41 <sup>a</sup>	7.71	2.80	0.1137
Talla inicial (cm)	7.55 ± 0.07 <sup>a</sup>	7.64 ± 0.07 <sup>a</sup>	3.07	0.71	0.4114
Talla final (cm)	9.84 ± 0.16 <sup>a</sup>	9.24 ± 0.16 <sup>b</sup>	5.27	7.19	0.0164
Incremento de talla	2.26 ± 0.83 <sup>a</sup>	2.61 ± 0.80 <sup>a</sup>	107.67	0.09	0.7703
Tasa de crecimiento específico (%)	0.84 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.82 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.86	1.76	0.2031
Tasa de crecimiento absoluto (%)	0.32 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.01 <sup>a</sup>	7.46	2.08	0.1682
Conversión Alimenticia	4.25 ± 0.34 <sup>a</sup>	3.81 ± 0.34 <sup>a</sup>	26.60	0.82	0.3778
Supervivencia (%)	78.75 ± 3.73 <sup>a</sup>	72.75 ± 3.75 <sup>a</sup>	16.67	1.28	0.2751

Elaborado por: Autora.2020.

**Tabla 8.** Resultados de dos densidades aplicadas en la crianza de viejas azules (*Andinoacara rivulatus*).

VARIABLES	8 PECES POR JAULA	10 PECES POR JAULA	CV	F	P <0,05
	D1	D2			
Peso inicial (g)	8.96 ± 0.11 <sup>a</sup>	9.11 ± 0.10 <sup>a</sup>	3.90	1.01	0.3305
Peso final (g)	26 ± 0.44 <sup>a</sup>	26.60 ± 0.44 <sup>a</sup>	5.24	0.31	0.5861
Ganancia de peso (g)	16.91 ± 0.41 <sup>a</sup>	16.98 ± 0.41 <sup>a</sup>	7.71	0.02	0.9035
Talla inicial (cm)	7.55 ± 0.07 <sup>a</sup>	7.64 ± 0.07 <sup>a</sup>	3.07	2.98	0.1038
Talla final (g)	9.84 ± 0.16 <sup>a</sup>	9.24 ± 0.16 <sup>a</sup>	5.27	3.95	0.0642
Incremento de talla	2.19 ± 0.83 <sup>a</sup>	2.67 ± 0.83 <sup>a</sup>	107.67	0.17	0.6876
Tasa de crecimiento específico (%)	0.83 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.83 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.86	0.00	0.9999
Tasa de crecimiento absoluto (%)	0.31 ± .01 <sup>a</sup>	0.31 ± .01 <sup>a</sup>	7.46	0.08	0.7765
Conversión Alimenticia	4.01 ± 0.34 <sup>a</sup>	4.06 ± 0.34 <sup>a</sup>	26.60	0.01	0.9199
Supervivencia (%)	82.5 ± 3.75 <sup>b</sup>	69 ± 3.75 <sup>a</sup>	16.67	6.47	0.0217

Elaborado por: Autora.2020.

**Tabla 9.** Resultados de la relación de las dos tecnologías y de las dos densidades aplicadas en la crianza de vieja azul (*Andinoacara rivulatus*).

VARIABLES	RELACION TECNOLOGIA * DENSIDAD				CV	F	P <0,05
	T1 * D1	T1 * D2	T2* D1	T2 *D2			
Peso inicial (g)	9.00 ± 0.16 <sup>a</sup>	9.03 ± 0.10 <sup>b</sup>	8.91 ± 0.16 <sup>a</sup>	9.20 ± 0.16 <sup>a</sup>	3.90	0.64	0.4352
Peso final (g)	26.52 ± 0.62 <sup>a</sup>	27.08 ± 0.62 <sup>a</sup>	26.00 ± 0.62 <sup>a</sup>	26.12 ± 0.62 <sup>a</sup>	5.24	0.13	0.7269
Ganancia de peso (g)	17.36 ± 0.58 <sup>a</sup>	17.51 ± 0.58 <sup>a</sup>	16.46 ± 0.58 <sup>a</sup>	16.45 ± 0.58 <sup>a</sup>	7.71	0.02	0.8902
Talla inicial (cm)	7.48 ± 0.10 <sup>a</sup>	7.62 ± 0.10 <sup>a</sup>	7.53 ± 0.10 <sup>a</sup>	7.75 ± 0.10 <sup>a</sup>	3.07	0.13	0.7205
Talla final (cm)	10.47 ± 0.22 <sup>b</sup>	9.21 ± 0.22 <sup>a</sup>	9.05 ± 0.22 <sup>a</sup>	9.42 ± 1.13 <sup>a</sup>	5.27	13.1	0.0024
Incremento de talla (cm)	2.96 ± 1.17 <sup>a</sup>	1.56 ± 1.17 <sup>a</sup>	1.43 ± 1.17 <sup>a</sup>	3.78 ± 1.17 <sup>a</sup>	107.67	2.55	0.1298
Tasa de crecimiento específico (%)	0.84 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.85 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.83 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.81 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.86	0.78	0.3894
Tasa de crecimiento absoluto (g/d)	0.31 ± .01 <sup>a</sup>	0.32 ± .01 <sup>a</sup>	0.31 ± .01 <sup>a</sup>	0.30 ± .01 <sup>a</sup>	7.46	0.45	0.5102
Conversión Alimenticia	4.24 ± 0.48 <sup>a</sup>	4.26 ± 0.48 <sup>a</sup>	3.78 ± 0.48 <sup>a</sup>	3.85 ± 0.48 <sup>a</sup>	26.60	0.03	0.9558
Supervivencia (%)	82.5 ± 3.75 <sup>b</sup>	70.00 ± 5.31 <sup>a</sup>	77.50 ± 5.31 <sup>a</sup>	68.00 ± 5.31 <sup>a</sup>	16.67	0.57	0.4621

Elaborado por: Autora.2020.

## **4.1.1. Parámetros Zootécnicos**

### **4.1.1.1. Ganancia de peso**

Para el análisis del parámetro zootécnico en la ganancia de peso total se tomaron como base los pesos, relacionados en los dos tratamientos con las densidades y sus respectivas repeticiones; los pesos se tomaron semanales y finales, como se observa en la Tabla 7, 8 y 9, no presentan diferencia estadísticas, pero si diferencia numérica, observándose que fue mayor para la tecnología T1 (17,44 g), mientras que en la densidad el mayor ganancia de peso se obtuvo en la D2 (16,98 g) y en la relación tecnología\*densidad presenta mayor ganancia de peso en el T1D2 (17,51 g), seguido por el T1D1 (17,36 g), por el T2D1 (16,85 g) y por el T2D2 (16,45 g) siendo esta relación de menor ganancia de peso.

Según, Chicaiza (41), en su trabajo efecto de dietas a base de torta de maracuyá (*Passiflora edulis*) sobre el desempeño productivo de la especie nativa vieja azul (*Andinaocara rivulatus*) en la etapa de cría época verano, obtuvo resultados menores a los que se obtuvieron en la presente investigación, podemos atribuir que las tecnologías de crianza controlada dan mejores resultados, deducido a que por ser las mismas controladas técnicamente, o también porque la experimentación se llevó a cabo en época de invierno, obteniendo de manera indirecta alimentación extra de microflora en las piscinas, para presentar las mejores respuestas.

### **4.1.1.2. Conversión alimenticia**

Los resultados obtenidos en el parámetro de conversión alimenticia total, como se observa en la Tabla 7, 8 y 9, no se presenta diferencias estadísticas, pero si diferencias numéricas fue mayor para la tecnología T2 (3.81g), mientras que en la densidad la mayor conversión alimenticia se obtuvo en la D1 (4,01 g) y en la relación tecnología\*densidad presenta mayor conversión alimenticia en el T2D1 (3.78g), seguido por el T2D2 (3.85g), por el T1D1 (4.24g) y por el T1D2 (4,26 g) siendo esta relación de menor conversión alimenticia.

De acuerdo a, Benavides y López (42) manifiestan que en su trabajo Evaluación de los efectos del biofloc en la producción de alevinos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en condiciones de laboratorio, obtuvieron una conversión alimenticia en el T0 DE 2.14; T1 1.38 y T2 1.14, los valores reportados son menores a los que presentan en esta investigación. Se puede atribuir a la ubicación de los estanques expuestos a la sobrealimentación por parte de personas extrañas a la investigación además del clima, en laboratorio es más controlado todos estos inconvenientes.

#### **4.1.1.3. Incremento de talla**

Como se observa en la Tabla 7, 8 y 9, no se presenta diferencias estadísticas, pero si diferencia numérica fue mayor para la tecnología T2 (2,61), mientras que en la densidad el mayor incremento de talla se obtuvo en la D2 (2,67 cm) y en la relación tecnología\*densidad presenta mayor incremento de talla en el T2D2 (3,78 cm), seguido por el T1D1 (2,96 cm), por el T1D2 (1,56 cm) y por el T2D1 (1,43 cm) siendo esta relación de menor incremento de talla. Los valores obtenidos indican que es posible la producción de vieja azul en un sistema con biofloc sin afectar el rendimiento productivo. Chaverra, García y Pardo (43) en su investigación. Efectos del biofloc sobre los parámetros de crecimiento de juveniles de cachama blanca *Piaractus brachypomus*, reportaron similares a los resultados de este trabajo.

#### **4.1.1.4. Tasa de crecimiento absoluto y específico**

En la tasa de crecimiento absoluto como se observa en la Tabla 7, 8 y 9, no se presenta diferencia estadísticas pero si diferencia numérica fue mayor para la tecnología T1 (0.32) g/d, mientras que en la densidad no existió diferencia numéricas ni estadísticas y en la relación tecnología\*densidad presenta diferencia numérica siendo la mayor tasa de crecimiento absoluto en el T1D2 (0.32) g/d, seguido por el T1D1 (0.31) g/d, por el T2D1 (0.31) g/d y por el T2D2 (0.30) g/d siendo esta relación de menor tasa de crecimiento absoluta. De acuerdo a, Mariluz (44), manifiesta que, en su trabajo con tilapias en un sistema de recirculación, obtuvo una tasa de crecimiento absoluto en el tratamiento T1 de  $(0.44 \pm 0.05)$  g/día con una densidad de 40 peces en 80L de agua y el tratamiento T2 de  $(0.47 \pm 0.04)$  g/día con una densidad de 30 peces en 80L, los valores son mayores sin embargo es mínima la diferencia entre los resultados presentados en la presente investigación.

Así mismo; en la tasa de crecimiento específica como se observa en la Tabla 9, no se presenta diferencias estadísticas, pero si diferencia numérica fue mayor para la tecnología T1 (0.85) %, mientras que en la densidad no existió diferencia numéricas ni estadísticas y en la relación tecnología\*densidad presenta diferencia numérica siendo T1D2 (0.85) % la mayor tasa de crecimiento. Los resultados mayores se le atribuyen a la tecnología Biofloc con una densidad en relación a 70 peces por  $m^3$  siendo esta tecnología muy eficiente ya que provee a los peces alimentación extra, sin embargo, Ramos (45), en su investigación. Efecto de la densidad de carga sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de tilapia

(*Oreochromis niloticus*) aplicando tecnología Biofloc, obtuvieron resultados menores que en este trabajo reporta datos inferiores a los obtenidos en este trabajo.

Según en su investigación. Efecto de la densidad de carga sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de tilapia (*Oreochromis niloticus*) aplicando tecnología Biofloc, obtuvieron resultados menores que en este trabajo,

#### **4.1.1.5. Supervivencia**

En la supervivencia como se observa en la Tabla 7, 8 y 9, no se presenta diferencia estadísticas pero si diferencia numérica fue mayor para la tecnología T1 (78,75%), mientras que en la densidad si existió diferencia estadísticas la cual presenta la D2 (82,50%) y en la relación tecnología\*densidad únicamente se presentan diferencias numérica siendo la mayor supervivencia en el T1D1 (87,50%), seguido por el T2D1 (77,50%), por el T1D2 (70,00%) y por el T2D2 (68,00%) siendo esta relación de menor supervivencia.

De acuerdo a Solórzano (46), en su investigación Cultivo intensivo de vieja azul (*Andinaocara rivulatus*) con diferenciación en la cantidad de alimentos en un sistema cerrado de recirculación de agua, obtuvo una supervivencia de TQ1 71% Y TQ2 EL 70%. En la presente investigación influyendo la tecnología de crianza de recirculación de agua se obtuvieron valores similares a este trabajo, por consecuencia del proceso de aclimatación y adaptación de los individuos a las nuevas condiciones de cultivo,

#### **4.1.2. Parámetros del agua las tecnologías (Biofloc y Sistema cerrado Recirculación de agua)**

En la Tabla 10 se muestran los resultados obtenidos durante el tiempo experimental en la tecnología biofloc, en la temperatura los valores fueron de 23 a 24.8 °C mientras que el pH vario de 4.11 a 4.30, el oxígeno disuelto fue desde 4.23 hasta 5.1 mg/l.

**Tabla 10.** *Tecnología Biofloc en el Efecto de dos tecnologías (Biofloc y Recirculación de agua), aplicadas en la Crianza de Vieja azul (Andinoacara rivulatus).*

Parámetros	Días				
	0	15	30	45	56
Temperatura (°C)	23.00	24.50	25.10	24.80	24.40
pH	4.11	4.28	4.25	4.15	4.30
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.26	4.23	5.10	4.10	4.60

**Elaborado por:** Autora.2020

Para Benavides y López (42) obtuvieron en su trabajos los siguiente valores: temperatura T0 29.84, T1 29.50, T2 29.64 °C pH T0 5.78, T1 6.07, T2 6.74 oxígeno disuelto fue de T0 4.26, T1 4.23, T2 4.10 estos valores son mayores a los obtenidos en la presente investigación. Debido a que en condiciones de laboratorio se puede controlar dichos factores a diferencia de estanques adecuados para la producción en lugares abiertos.

**Tabla 11.** *Sistema cerrado de Recirculación de agua Biofloc en. Efecto de dos Tecnologías (Biofloc y Recirculación de agua), aplicadas en la Crianza de Vieja azul (Andinoacara rivulatus).*

Parámetros	Días				
	0	15	30	45	56
Temperatura (°C)	25.1	25.40	26.10	25.80	26.40
pH	6.82	6.55	6.9	6.38	6.2
Oxígeno disuelto (mg/l)	6.25	6.93	6.45	5.9	6.7

**Elaborado por:** Autora.2020.

Mientras que en la tecnología de recirculación de agua según la Tabla 11 se obtuvieron valores de temperatura que oscilan de 25.40 a 26.40°C, pH entre 6.55 a 6.9 y el oxígeno disuelto vario de 5.90 a 6.93 mg/l.

Según, Saavedra (26), los rangos óptimos haciendo referencia a la cría de tilapias rojas son, temperatura de 25 a 32°C, oxígeno disuelto desde 5 hasta 9 mg/L y pH entre 6 y 9, como se puede observar en la Tabla 11, los valores se encuentran dentro de los rangos establecidos por dicho autor.

De acuerdo a Fernández y Antonio (47), en su investigación obtuvieron valores en la temperatura desde 23.5 hasta 24.5, el oxígeno disuelto en el agua fue de 7.54 hasta 7.73y un pH entre 7.23 a 7.58. En esta investigación se empleó un sistema cerrado de recirculación de agua expuesto al medio ambiente a lo cual se le atribuyen dichos resultados

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. CONCLUSIONES

En base los resultados y bajos las condiciones en las que se realizó el presente estudio se pudo concluir lo siguiente:

- En la aplicación de las tecnologías Biofloc y recirculación de agua el T2 influyó positivamente en indicadores zootécnicos y obtuvo los valores más altos de crecimiento, ganancia de peso, tasa de crecimiento absoluto y tasa de crecimiento específico, pero no obtuvo el mayor nivel de incremento de talla como el T4 (3.78cm) sin embargo, no hubo diferencias significativas ya que, indicando que la forma en que se incluyó las tecnologías y densidades no tienen efecto en el desempeño zootécnico,
- El que mayor índice de supervivencia en ambas tecnologías, la mejor fue para el T1 (78,75%) siendo el Biofloc, mientras que en la densidad el mayor índice lo presentó la D2 (82,50%) y en la relación tecnología\*densidad el de mayor índice es la relación T1D1 (87,50%) con Biofloc y 8 peces
- En la tecnología del Biofloc se encontró que en la temperatura los valores fueron de 23 a 24.8 °C mientras que el pH varió de 4.11 a 4.30, el oxígeno disuelto la mejor respuesta estuvo entre 4.23 hasta 5.1 mg/l, mientras que en la tecnología de recirculación de agua se obtuvieron valores de temperatura que oscilan de 25.40 a 26.40°C, pH entre 6.55 a 6.82 y el oxígeno disuelto, hubo variación entre 5.90 a 6.93 mg/l, respectivamente.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Es necesario el desarrollo de nuevos trabajos de investigación con las mismas tecnologías y mayores densidades aplicando un diseño experimental más complejo y combinando diferentes mecanismos de aplicación, pues se requiere más experimentación para interpretar la interacción de ambas.
- Realizar la crianza de vieja azul (*Andinoacara rivulatus*) con las tecnologías estudiadas en las dos épocas del año para determinar así su mejor índice de supervivencia y la calidad del agua.
- Investigar la combinación de la crianza de vieja azul (*Andinoacara rivulatus*) con otras tecnologías de crianza y su efecto sobre los parámetros zootécnicos en las mismas.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Rodríguez J VRMMGMBAGA. parametros ambientales para la reproduccion de la vieja colorada *Cichlasoma festae* en confinamiento. Puerto vayas: Asociación Latinoamericana de Producción Animal y XL Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal; 2015.
2. Fao. [Online].; 2020 [cited 2020 Noviembre 26. Available from: <http://www.fao.org/3/ca9229es/ca9229es.pdf>.
3. Cala DL, Camacho SC, CFM, Álvarez NC, Salamanca A. Asociación Piscícola El Vergel, un proyecto que inspira. Universidad Cooperativa de Colombia, sede Arauca, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
4. Collazos-Lasso LF, Arias-Castellanos JA. Fundamentals of bioflocs technology (BFT). [Online].; 2014. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v19n1/v19n1a07.pdf>.
5. Lawson EO. parameters and heavy metal contents of water from the mangrove swamps of Lagos Lagoon. Physico-chemical. 2011; 5(8-21).
6. RODRIGUEZ TOBAR. Caracterización de la *Cichlasoma festae* (Vieja Colorada) en la cuenca. ; 2017.
7. EBIZOR. [Online].; 2016 [cited 2019 Noviembre 12. Available from: <http://www.ebizar.com/somos-acuicultura-en-ecuador>.
8. Wijkmark N,KS,BR. *Andinoacara blomeri*, a new species from the río Esmeraldas basin in Ecuador and a review of *A. rivulatus* (Teleostei: Cichlidae). 2012; 23-2: 117-137.
9. uniProt. [Online]. [cited 2019 Noviembre 12. Available from: <https://www.uniprot.org/taxonomy/242820>.
- 10 Jiménez P,EARLFNE. “Guía de peces para aguas continentales. 2015;(416pp).
- 11 Peces Genero y Especie. [Online].; 2015 [cited 2020 Noviembre 25. Available from: <http://www.pecesgeneroyespecie.com/2015/04/terror-verde-o-andinoacara-rivulatus.html>.
- 12 SOLÓRZANO ARMIJOS AS. CULTIVO INTENSIVO DE *Andinoacara rivulatus* (vieja azul) CON DIFERENCIACIÓN EN LA CANTIDAD DE ALIMENTO EN UN SISTEMA CERRADO DE RECIRCULACIÓN DE AGUA. [Online]. GUAYAQUIL; 2017 [cited 2020 Noviembre 25. Available from: [epositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20971/1/TESIS%20ALBERTO%20SOLORZANO%20.pdf](http://positorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20971/1/TESIS%20ALBERTO%20SOLORZANO%20.pdf).

- 13 AJILA CUENCA M. [Online].; 2019. Available from: [repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13828/1/DE00001\\_TRABAJODETITULACION.pdf](https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13828/1/DE00001_TRABAJODETITULACION.pdf).
- 14 Balbuena D. Manual básico sobre procesamiento e inocuidad de productos de la Agricultura. Manual. Asunción: FAO; 2014.
- 15 Pacheco J. Reporte pesquero. Chongón ;; 2012.
- 16 Crab , Defoirdt T, Bosseir P, Verstraete W. Tecnología Biofloc en acuicultura. In . Aquaculture.; 2012. p. 351-356.
- 17 Brú SB PVMAJEAVJPSC. Bicultivo en Biofloc de cachama blanca *Piaractus brachypomus* y tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*. 2017; 64(1)(44-60).
- 18 JA. H. Photosynthetic suspended-growth. 2006; 34(3)(344-363).
- 19 CJA CLyA. 2007; 11(1)(52-62).
- 20 BIOAQUAFLOC. [Online].; 2018 [cited 2019 Noviembre 12. Available from: <https://www.bioaquafloc.com/biofloc/ventajas-y-desventajas-de-la-tecnologia-biofloc/>.
- 21 Ravindran V. Aditivos en la alimentación animal: Presente y Futuro. (X. C. FEDNA, Ed). [Online].; 2010 [cited 2019 Agosto 3. Available from: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_promotores\\_crecimiento/44-10CAP\\_I.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/44-10CAP_I.pdf).
- 22 García Y, García Y. Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 2015; 49(2): p. 173-177.
- 23 Parker R. Acuaculture science. ; 7-65.
- 24 Arredondo FyJP. Mexico ;; 1998.
- 25 JOSÉ LUIS LF. Evaluación del sistema de recirculación de agua en la tesis. TRUJILLO, PERÚ: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS; 2019.
- 26 María Auxiliadora SM. Manejo del cultivo de la tilapia, Mangua Nicaragua. [Online].; 2006 [cited 2020 Julio 29. Available from: [rc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf](https://rc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf).
- 27 Ruimei W,FSTGFLyZX. Evaluación dela calidad del agua del estanque de acuicultura.

- . Nevada, EE. UU. . Report No.: ASAE 031298.
- 28 Calidad del Agua en Sistemas de Recirculación. 2016;(1-17).
- .
- 29 Fernández Cirelli A. El agua: un recurso esencial. 2012; 3.
- .
- 30 FLUENCE. [Online].; 2019 [cited 2019 Noviembre 12. Available from: <https://www.fluencecorp.com/es/el-rol-de-la-aireacion-superficial-en-el-tratamiento-de-aguas-residuales/>.
- 31 AGUA. [Online].; 2017 [cited 2020 Julio 22. Available from: <https://agua.org.mx/glosario/aireacion-mecanica/>.
- 32 A H, Abdelrahman , Boyd CE. Global Aquaculture Advocate. [Online].; 2018 [cited 2020 Julio 22. Available from: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/efectos-de-la-aireacion-mecanica-sobre-la-tasa-de-evaporacion-temperatura-del-agua/>.
- 33 Plantasdebiomasa. [Online].
- .
- 34 Thefree Dictionary. [Online]. Available from: <https://es.thefreedictionary.com/estanque>.
- 35 Ecuared. Mortalidad. [Online].; 2018.
- .
- 36 Valens Arévalo AA. Estudio comparativo de la producción de *Andinoacara rivulatus* (vieja azul) con alimentación: comercial y ecológico en el recinto Petrillo sector El Chaco. ; 2016.
- 37 Luis F, Collazos L, Arias JA, CastellanoS.. Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). ; 2014.
- 38 INAMHI. Anuario Meteorológico. Mocache: Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP, Estación Agro Meteorológica del INAMHI; 2010.
- 39 Rodriguez Medina GD. Scribd. [Online].; 2011 [cited 2019 Noviembre 12. Available from: <https://es.scribd.com/doc/50045935/Modalidades-de-la-investigacion-cientifica>.
- 40 Sánchez Cabrera R. Experimentos factoriales. [Online]. [cited 2019 Noviembre 25. Available from: [https://www.academia.edu/33242214/Experimentos\\_factoriales](https://www.academia.edu/33242214/Experimentos_factoriales).
- 41 Chicaiza Masaquiza CE. EFECTO DE DIETAS A BASE DE TORTA DE MARACUYÁ (*Passiflora Edulis*) SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LA ESPECIE NATIVA VIEJA AZUL (*Aequidens Rivulatus*) EN LA ETAPA DE CRÍA ÉPOCA VERANO. Tesis. Quevedo : UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS ; 2016.

- 42 Benvides Mora LA, Lopez Moreno WA. Evaluacion de los efectos del biofloc en la . produccion de alevinos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en condiciones de laboratorio. tesis. Pasto , Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecarias; 2012.
- 43 Chaverra Garcés , García González , Pardo Carrasco. Efectos del biofloc sobre los . parámetros de crecimiento de juveniles de cachama blanca *Piaractus brachypomus*. [Online].; 2017 [cited 2020 Noviembre 27. Available from: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3214/321457100002/html/index.html>.
- 44 Mariluz Fernández AA. Evaluación de los parámetros productivos y de calidad de agua . en el cultivo de tilapia *oreochromis niloticus* en sistemas de recirculación cerrada en laboratorio. Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Pesquera y Alimentos; 2015.
- 45 Ramos Herencia A. Efecto de la densidad de carga sobre el crecimiento y supervivencia . de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) aplicando tecnología biofloc. [Online].; 2017 [cited 2020 Noviembre 27. Available from: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3434>.
- 46 Solorzano Armijos AA. ultivo intensivo de *Andinoacara rivulatus* (vieja azul) con . diferenciación en la cantidad de alimentos en un sistema cerrado de recirculación de agua. Tesis. Guayaquil : Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales; 2017.
- 47 Mariluz F, Arnulfo A. Evaluación de los parámetros productivos y de calidad de agua . en el cultivo de tilapia *oreochromis niloticus* en sistemas de recirculación cerrada en laboratorio. Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Pesquera y Alimentos; 2015.
- 48 Peña GR. VALOR NUTRITIVO DEL PESCADO. [Online].; 2010 [cited 2019 . Noviembre. Available from: <http://es.scribd.com/doc/24965091/Valor->.
- 49 Echeverri JP. Comparación de Parámetros zootécnicos y de calidad de agua de tres . sistemas de precría de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en el Municipio de Puerto Triunfo. Tesis de grado. Caldas-Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista, Ciencias Administrativas y Agropecuarias; 2014.
- 50 Peña. Valor nutritivo del pescado. [Online]. [cited 2019 julio 29. Available from: <https://es.scribd.com/doc/24965091/Valor-Nutritivo-Pescado>.
- 51 Conchillo A, Valencia I, Puente A, Ansorena D. Componentes funcionales en aceites . de pescado y de alga. *Nutrición Hospitalaria*. 2006; 21(3).
- 52 Traverso , Avdalov. Beneficios del consumo de pescado. Montevideo;; 2014.
- 53 FAO. [Online]. [cited 2019 julio 29. Available from: <http://www.fao.org/3/V7180S/v7180s05.htm>.



## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

**Ilustración 1.** *Proceso de recolección de los peces y construcción de jaulas.*

		
<p><b>Recolección de los juveniles de vieja azul.</b></p>	<p><b>Construcción de las jaulas</b></p>	<p><b>Etiquetado de las jaulas</b></p>

**Ilustración 2.** *Distribución de los peces para los tratamientos.*

		
<p><b>Selección de los juveniles para los tratamientos</b></p>	<p><b>Distribución de los peces en los tratamientos de recirculación de agua</b></p>	<p><b>Distribución de los peces en los tratamientos en biofloc</b></p>

**Ilustración 3.** *Biometría de los juveniles de vieja azul (Andinoacara Rivulatus).*

																																																					
<p><b>Biometría de los juveniles</b></p>	<p><b>toma de talla de los juveniles</b></p>																																																				
	 <table border="1" data-bbox="879 981 1445 1261"> <thead> <tr> <th>Repetición</th> <th>Peso</th> <th>Longitud</th> <th>ancho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>0.14</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>0.15</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>0.1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1</td><td>0.12</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>0.16</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>0.13</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>0.13</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>0.15</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>0.16</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>0.18</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>0.18</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Repetición	Peso	Longitud	ancho	1	0.1			1	0.14			1	0.15			1	0.1			1	0.12			2	0.16			2	0.13			2	0.13			2	0.15			2	0.16			3	0.18			3	0.18		
Repetición	Peso	Longitud	ancho																																																		
1	0.1																																																				
1	0.14																																																				
1	0.15																																																				
1	0.1																																																				
1	0.12																																																				
2	0.16																																																				
2	0.13																																																				
2	0.13																																																				
2	0.15																																																				
2	0.16																																																				
3	0.18																																																				
3	0.18																																																				
<p><b>Toma de peso de los juveniles</b></p>	<p><b>Toma de datos de peso y talla de los juveniles</b></p>																																																				
																																																					
<p><b>Identificación de parásitos en los juveniles</b></p>	<p><b>Desparasitante para peces Utilizado</b></p>																																																				

## Anexo 1. Análisis de la varianza de la variable Ganancia de Peso.

### Análisis de la varianza

#### GPT

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GPT	20	0,15	0,00	7,71

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,84	3	1,61	0,95	0,4421
TECNO	4,78	1	4,78	2,80	0,1137
DENS	0,03	1	0,03	0,02	0,9035
TECNO*DENS	0,03	1	0,03	0,02	0,8902
Error	27,32	16	1,71		
Total	32,16	19			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,23889

Error: 1,7077 gl: 16

TECNO Medias n E.E.

2 16,46 10 0,41 A

1 17,44 10 0,41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,23889

Error: 1,7077 gl: 16

DENS Medias n E.E.

1 16,91 10 0,41 A

2 16,98 10 0,41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,36458

Error: 1,7077 gl: 16

TECNO DENS Medias n E.E.

2 2 16,45 5 0,58 A

2 1 16,46 5 0,58 A

1 1 17,36 5 0,58 A

1 2 17,51 5 0,58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Anexo 2. Análisis de la varianza de la variable Conversión Alimenticia.**

**Análisis de la varianza**

**CAT**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CAT	20	0,05	0,00	26,60

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,96	3	0,32	0,28	0,8399
TECNO	0,95	1	0,95	0,82	0,3778
DENS	0,01	1	0,01	0,01	0,9199
TECNO*DENS	3,6E-03	1	3,6E-03	3,2E-03	0,9558
Error	18,40	16	1,15		
Total	19,36	19			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,01660**

Error: 1,1498 gl: 16

TECNO Medias n E.E.

2 3,81 10 0,34 A

1 4,25 10 0,34 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,01660**

Error: 1,1498 gl: 16

DENS Medias n E.E.

1 4,01 10 0,34 A

2 4,06 10 0,34 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,94031**

Error: 1,1498 gl: 16

TECNO DENS Medias n E.E.

2 1 3,78 5 0,48 A

2 2 3,85 5 0,48 A

1 1 4,24 5 0,48 A

1 2 4,26 5 0,48 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Anexo 3. Análisis de la varianza de la variable Incremento de Talla.**

**Análisis de la varianza**

**TAT**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TAT	20	0,15	0,00	107,67

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,28	3	6,43	0,94	0,4464
TECNO	0,61	1	0,61	0,09	0,7703
DENS	1,15	1	1,15	0,17	0,6876
TECNO+DENS	17,52	1	17,52	2,55	0,1298
Error	109,89	16	6,87		
Total	129,17	19			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,48460**

Error: 6,8683 gl: 16

TECNO	Medias	n	E.E.
1	2,26	10	0,83 A
2	2,61	10	0,83 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,48460**

Error: 6,8683 gl: 16

DENS	Medias	n	E.E.
1	2,19	10	0,83 A
2	2,67	10	0,83 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,74216**

Error: 6,8683 gl: 16

TECNO	DENS	Medias	n	E.E.
2	1	1,43	5	1,17 A
1	2	1,56	5	1,17 A
1	1	2,96	5	1,17 A
2	2	3,78	5	1,17 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Anexo 4. Análisis de la varianza de la variable Tasa de Crecimiento Absoluta.**

**Análisis de la varianza**

**TCA**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TCA	20	0,14	0,00	7,46

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,4E-03	3	4,7E-04	0,87	0,4754
TECNO	1,1E-03	1	1,1E-03	2,08	0,1682
DENS	4,5E-05	1	4,5E-05	0,08	0,7765
TECNO*DENS	2,5E-04	1	2,5E-04	0,45	0,5102
Error	0,01	16	5,4E-04		
Total	0,01	19			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02203**

Error: 0,0005 gl: 16

TECNO	Medias	n	E.E.	
2	0,30	10	0,01	A
1	0,32	10	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02203**

Error: 0,0005 gl: 16

DENS	Medias	n	E.E.	
1	0,31	10	0,01	A
2	0,31	10	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04205**

Error: 0,0005 gl: 16

TECNO	DENS	Medias	n	E.E.	
2	2	0,30	5	0,01	A
2	1	0,31	5	0,01	A
1	1	0,31	5	0,01	A
1	2	0,32	5	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Anexo 5. Análisis de la varianza de la variable Tasa de Crecimiento Específica.**

**Análisis de la varianza**

**TCE**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TCE	20	0,14	0,00	4,86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,2E-03	3	1,4E-03	0,85	0,4877
TECNO	2,9E-03	1	2,9E-03	1,76	0,2031
DENS	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
TECNO*DENS	1,3E-03	1	1,3E-03	0,78	0,3894
Error	0,03	16	1,6E-03		
Total	0,03	19			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03833**

Error: 0,0016 gl: 16

TECNO	Medias	n	E.E.	
2	0,82	10	0,01	A
1	0,84	10	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03833**

Error: 0,0016 gl: 16

DENS	Medias	n	E.E.	
1	0,83	10	0,01	A
2	0,83	10	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07317**

Error: 0,0016 gl: 16

TECNO	DENS	Medias	n	E.E.	
2	2	0,81	5	0,02	A
2	1	0,83	5	0,02	A
1	1	0,84	5	0,02	A
1	2	0,85	5	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Anexo 6. Análisis de la varianza de la variable Supervivencia.**

**Análisis de la varianza**

**SUPERVIVENCIA %**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SUPERVIVENCIA %	20	0,34	0,22	15,67

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1171,25	3	390,42	2,77	0,0755
TECNO	180,00	1	180,00	1,28	0,2751
DENS	911,25	1	911,25	6,47	0,0217
TECNO*DENS	80,00	1	80,00	0,57	0,4621
Error	2255,00	16	140,94		
Total	3426,25	19			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,25498**

Error: 140,9375 gl: 16

TECNO Medias n E.E.

2 72,75 10 3,75 A

1 78,75 10 3,75 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,25498**

Error: 140,9375 gl: 16

DENS Medias n E.E.

2 69,00 10 3,75 A

1 82,50 10 3,75 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,48148**

Error: 140,9375 gl: 16

TECNO DENS Medias n E.E.

2 2 68,00 5 5,31 A

1 2 70,00 5 5,31 A

2 1 77,50 5 5,31 A

1 1 87,50 5 5,31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)