

Reducir El Tiempo De Producción De La Mojarra Roja (*Oreochromis Sp*) Al
Modificar La Temperatura Del Agua En Clima Medio En La Vereda La Palmera Del
Municipio De Vélez

Andrés Alonso Mosquera Ariza

Universidad Industrial De Santander
Instituto De Proyección Regional Y Educación A Distancia
Producción agroindustrial
Tecnología Agropecuaria y Producción Agroindustrial
Barbosa
2010

Reducir El Tiempo De Producción De La Mojarra Roja (*Oreochromis Sp*) Al
Modificar La Temperatura Del Agua En Clima Medio En La Vereda La Palmera Del
Municipio De Vélez

Andrés Alonso Mosquera Ariza

**PROYECTO DE GRADO
Para optar el título de
Profesional en Producción Agroindustrial**

Director
Patricia González Gómez
Médica Veterinaria Zootecnista

Universidad Industrial De Santander
Instituto De Proyección Regional y Educación a Distancia
Producción Agroindustrial
Tecnología Agropecuaria y Producción Agroindustrial

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Barbosa, 12 de Julio de 2010

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitir que los esfuerzos y los sueños en la vida se realizan bajo su congratulación, a mi familia, amigos y a mi director de proyecto y a los profesores y jurados de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER por que hicieron grandes aportes al desarrollo de este proyecto y confiaron en las ambiciones que se plantearon y sobre todo consideraron que el campo de Colombia es el motor para el desarrollo de nuestra sociedad y la consolidación de la paz.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN EN ESPAÑOL	12
RESUMEN EN INGLÉS	13
INTRODUCCIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MARCO DE REFERENCIA	20
4.1 MARCO CONTEXTUAL	20
4.2 MARCO TEÓRICO	21
4.2.1 Antecedentes	21
4.2.1.1 Descripción de la evaluación	21
4.2.1.2 Evaluación de los parámetros productivos	22
4.3 MARCO CONCEPTUAL	27
4.3.1 Factores físicos-químicos del agua dulce	28
4.3.1.1 Factores físicos	28
4.3.1.2 Factores químicos	33
4.3.1.3 Correctivos a la calidad del agua	40
4.3.2 Producción de Mojarra en ambiente controlado	43
4.3.3 Climatización de estanques	44
4.3.4 Estabilización de la temperatura	45
4.3.5 Uso de manta térmica	46
4.4 MARCO GEÓGRAFICO	47
4.4.1 El clima de Vélez	47
4.4.2 Localización de la vereda la palmera	48
4.5 MARCO LEGAL	48
5. DISEÑO METODOLÓGICO	51
5.1 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	51
5.1.1 Métodos	51
5.1.2 Técnicas de evaluación	52
5.2 FUENTES DE INFORMACIÓN	53
5.3 INSTRUMENTOS	53
5.4 TIPO DE ESTUDIO	53

5.4.1 DISEÑO EXPERIMENTAL	54
5.5 HIPÓTESIS	55
5.5.1 Hipótesis alterna	55
5.5.2 Hipótesis Nula	55
5.6 DEFINICIÓN DE VARIABLES	55
5.6.1 Variable independiente	55
5.6.2 Variable dependiente	55
5.7 REGISTROS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	56
5.8 POBLACIÓN	56
5.8.1 Selección de la muestra	57
5.9 PLAN DE ANÁLISIS	59
5.10 TASA DE ALIMENTACIÓN	59
6. RESULTADOS	61
6.1 CRECIMIENTO EN BIOMASA DE LA POBLACIÓN	61
6.2 TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTA	64
6.3 TASA DE MORTALIDAD	67
6.4 PRODUCTIVIDAD PRIMARIA	69
6.5 ANÁLISIS BIOLÓGICO	69
6.5.1 Turbidez del agua	69
6.6 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA EN EL AGUA Y EN EL AMBIENTE	70
6.7 ANÁLISIS QUÍMICO	74
6.8 COMO DISEÑAR UN INVERNADERO PARA LA PRODUCCIÓN DE MOJARRA ROJA A PEQUEÑA ESCALA	74
6.9 COSTOS DE PRODUCCIÓN	75
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	76
8. CONCLUSIONES	78
9. RECOMENDACIONES	80
10. BIBLIOGRAFIA	81
ANEXOS	82

LISTA DE TABLAS

	PÁG
Tabla 1. Parámetros de crecimiento de la mojarra roja E1 bajo invernadero	24
Tabla 2. Parámetros de crecimiento de la mojarra roja E2 a campo abierto.	25
Tabla 3. Comparación de resultados en porcentajes E1 VS E2	25
Tabla 4. Temperatura promedio E1 VS E2	26
Tabla 5. Factores que afectan la temperatura del agua	28
Tabla 6. Evaluación de visibilidad del disco secchi	33
Tabla 7. Clasificación del agua de acuerdo a su dureza	38
Tabla 8. Crecimiento en peso de la muestra piloto	57
Tabla 9. Tasa de alimentación en levante de la mojarra roja	60
Tabla 10. Tasa de alimentación de para la ceba o engorde	60
Tabla 11. Crecimiento de la mojarra roja	61
Tabla 12. Ganancia de peso de la mojarra roja bajo invernadero VS La cultivada a campo abierto	66
Tabla 13. Tasa de mortalidad acumulada en porcentajes	68
Tabla 14. Lectura de coloración mediante el disco secchi	70
Tabla 15. Temperatura ambiental y temperatura del agua	71
Tabla 16. Control del pH en el estanque piscícola	74
Tabla 17. Costos de producción	76

LISTA DE FIGURAS

	PÁG.
Figura1: Evolución del crecimiento en gramos de la población de mojarra roja (<i>Oreochromis sp</i>) bajo invernadero	62
Figura 2. Crecimiento en centímetros de la mojarra roja en 29 semanas en condiciones de invernadero	63
Figura3: índice de conversión de alimento (biomasa bajo invernadero):1	64
Figura 4: frecuencia de la tasa de crecimiento absoluto de la mojarra roja (<i>Oreochromis sp</i>) cultivada bajo invernadero	65
Figura 5 Evolución de crecimiento absoluto de la biomasa en 28 semanas o 6.5 meses de cultivo	66
Figura 6: análisis comparativo del cultivo de la población de mojarra roja (<i>Oreochromis sp</i>) bajo invernadero y en campo abierto	67
Figura 7: representación grafica de la tasa de mortalidad	68
Figura 8. Comportamiento bajo invernadero de la temperatura ambiental y la temperatura del agua	72
Figura 9. Eficiencia de la temperatura en el incremento de masa en los 5 primeros muestreos	73

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. INFORME SOBRE EL ESTUDIO ENTOMOLOGICO	82
ANEXO B. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2009-2010	83
ANEXO C. FOTOGRAFÍA DURANTE EL TRABAJO DE CAMPO	84
Anexo C.1 Muestreo del peso en biomasa en los peces	84
Anexo C.2 Muestreo de la talla de los peces	84
Anexo C.3 Muestreo de la turbidez del agua	85
Anexo C.4 Imágen del invernadero de experimetación	85
ANEXO D. REGISTROS	86
Anexo D.1 Registro de peso, tamaño, índice de conversión Y tasa de crecimiento	86
Anexo D.2 Registro del lote ola muestra	87
Anexo D.3 Registro del pH	87
Anexo D.4 Registro de la mortalidad	88
Anexo D.5 Registro de la temperatura promedio semanales	89

REDUCIR EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE LA MOJARRA ROJA (*OREOCHROMIS SP*) AL MODIFICAR LA TEMPERATURA DEL AGUA EN CLIMA MEDIO EN LA VEREDA LA PALMERA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ*

Andrés Alonso Mosquera Ariza**

Palabras Claves: climatización de estanques, mantas térmicas, cultivo bajo invernadero.

La investigación fue desarrollada para determinar el desempeño productivo de la mojarra roja (*Oreochromis sp*), cultivada en invernadero y estanques climatizados, localizados en una finca de pesca en la vereda La Palmera; zona fría del municipio de Vélez (Santander). El potencial hídrico en la finca y la capacidad de adaptación de la mojarra roja en diversos climas ayudó al proceso. Los estudios que se han hecho sobre la explotación de ésta especie bajo estanques climatizados han sido pocos, por lo que fue necesario realizar un estudio para ampliar el conocimiento sobre esta técnica de producción; se evaluaron los índices de crecimiento, los factores físicos del agua (temperatura), químicos (pH) y los biológicos (turbidez) en las diferentes fases de crecimiento de la mojarra roja.

Por otro lado, en la evaluación también se consideró la funcionalidad, el mantenimiento, las limitaciones y los costos, por lo que se utilizó una manta plástica transparente calibre No. 8, por economía, fácil instalación y manejo en el estanque. La forma en la que se dispuso el plástico sobre el estanque simuló la de un techo de dos goteras con una altura máxima de 1.80 metros.

Uno de los logros de la investigación tuvo que ver con la reducción de la mortandad, pues al incrementar la temperatura del agua en 4°C el crecimiento en las fases de alevinaje y levante fueron significativos. Usualmente en campo abierto la mortandad es de aproximadamente el 50%, y durante éste experimento fue solo del 20%.

* Proyecto de Grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia UIS. Tecnología Agropecuaria y Producción Agroindustrial. Patricia González Gómez.

**Reduction of production time of “Red Crappie” (*OREOCHROMIS SP*)
by modification of water temperature in climate half, in La Palmera, sidewalk
of Velez township[†].**

Andrés Alonso Mosquera Ariza**

Key words: Mojarra Roja, weatherization ponds, thermal blankets, water quality

The investigation was developed to determine the productive performance of mojarra roja (*Oreochromis sp*), cultivated in greenhouses and heated pools, located in La Palmera's fish farm, cold area of the municipality of Vélez (Santander). The hidrical potencial in the farm and the adaptability of the mojarra roja in different climates helped in the process. Studies which have been made about this specie under heated pools have been few, so it was necessary to develop a study to extend the knowledge of this production technique. The growing rates, the physical(temperature), chemical (pH), and biological(turbidity) factors of the wather were tested in the different stages of growing of the mojarra roja.

On the other hand, during the evaluation, it was considered the funcionality, the maintenance, the limitations and the cost. That is why it was used a transparent plastic blanket caliber No 8, for economy, easy instalation, y management in the pond. The way in which the palstic was disposed over the pond, simulated a roof with two leaks, with a top altitude of 1,8 meters.

One of the achievements in the investigation was mortality reduction. By increasing the water temperature at 4 ° C growth in the nursery and lift phases are significant. Usually in open field mortality is about 50%, and during the experiment was only 20%.

[†] Degree Project

** Projection and UIS distance education Institute. agricultural technology, Agroindustrial Production, Patricia González Gómez.

INTRODUCCION

La mojarra roja se convirtió en la punta de lanza para el desarrollo acelerado de la piscicultura comercial a partir de la década de los 80 en países sin tradición acuícola como Colombia, la mojarra roja es un pez endémico originario de África. Han sido introducidas de forma acelerada en países tropicales y subtropicales en todo el mundo, cultivándose en 80 países, y el 98% de toda la producción se realiza por fuera del ambiente normal ante la aparente facilidad de su cultivo.

En Colombia es una de las especies de pez mas producida debida a sus hábitos alimenticios, capacidad de adaptación, rusticidad para el manejo, además tiene una fácil reproducción y una resistencia a enfermedades y las posibilidades de soportar condiciones adversas en cultivo son de mayor tolerancia que otros peces. Su rápido crecimiento, es ideal para producción en estanques y para el desarrollo económico de ciertas áreas del país. Sin embargo en nuestro país, los propietarios de estanques en clima frío en algunas ocasiones hacen el intento de producir mojarra obteniendo muy lentos crecimientos y en algunas ocasiones fracasos en la siembra[‡]. Situación que es muy común en el municipio de Vélez y sus alrededores, motivo por el cual debemos implementar metodologías y/o técnicas relacionadas con el aprovechamiento de la energía solar.

Como el desempeño productivo de la mojarra roja en estos climas (fríos) se ve limitado debido a factores físicos como la temperatura del agua, lo cual condiciona la fisiología de los peces (Castillo, 2000) y el crecimiento. La vereda la palmera presenta una temperatura por debajo del rango óptimo para la producción de mojarra roja, y esto se refleja en los largos tiempos de producción y mortalidades mayores al 30%.

El uso de las mantas térmicas con el fin de aprovechar la energía solar, controlar y aumentar la temperatura del agua, brinda mejores condiciones para el desarrollo normal de la producción de mojarra, debido a que se reduce sustancialmente la mortalidad, se desarrolla una mayor precocidad en el crecimiento.

Para tal efecto, en la experimentación se utilizó una población de 1000 alevinos de mojarra roja y se sembraron en una laguna de tierra a una densidad de 5 pez/m² y se alimentaron con piensos comerciales. Se realizaron muestreos de la biomasa para determinar mortalidad y el crecimiento; se realizaron muestreos de la

[‡] CASTILLO, Luis. Tilapia Roja 2008. Monografía en CD-ROM.

temperatura del espejo de agua, muestras de bioindicadores de productividad primaria del agua, así como pH y turbidez.

De acuerdo con lo expuesto, la presente investigación experimental logro que se mejoraran las condiciones de temperatura del agua, se mantuvieran los factores biológicos y químicos adecuados para el desarrollo normal de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) y se alcanzara una cosecha a los 6.6 meses de cultivo con un peso de 350g. Además se redujo la mortalidad en un 15-20% durante el cultivo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de mojarra roja (*Oreochromis sp*) y su desempeño productivo en la vereda la Palmera del municipio de Vélez es lento (8-9 meses/cosecha), debido a que presenta un clima medio (18°C de temperatura y a una altura de 1800msnm) y sus aguas templadas están por debajo del rango mínimo (22°C) de temperatura adecuada para su producción.

Según Rodríguez y Anzola (1993) el tiempo de cultivo de la mojarra (*Oreochromis sp*) se acorta hasta 6 ó 6.5 meses por cosecha, dependiendo de la productividad del agua, la temperatura y el tipo y calidad de alimento.

La calidad del agua está dada por el conjunto de propiedades físico- químicas y su interacción con los organismos vivos. Con respecto al cultivo de Mojarra Roja (*Oreochromis sp*), cualquier característica del agua que afecte de un modo u otro, el comportamiento, el crecimiento, los rendimientos por unidad de área, la productividad primaria y el manejo de la piscicultura, es una variable fundamental para tener en cuenta en el desempeño del cultivo de la mojarra .

Dentro del conjunto de las propiedades físicas, la temperatura del agua influye sobre la biología de los peces condicionando la maduración gonadal, el tiempo de incubación de las ovas, el desarrollo larval, la actividad metabólica y el ritmo de crecimiento de las larvas, alevinos y adultos[§] (Rodríguez y Anzola 1993).

La temperatura del agua por debajo del rango mínimo trae como consecuencia en la producción de Mojarra Roja: largos períodos de tiempo por cosecha (8 a meses/cosecha), altos porcentajes de mortalidad en las fases de alevinaje y levante (hasta del 30%), bajos rendimientos por unidad de área (2 Kg/m²/cosecha), mayor dificultad en el manejo de la explotación que afectan los costos de producción.

En razón a lo expuesto, la temperatura del agua es una propiedad física que está implícita a la calidad del agua. Para valores entre los 16 y 20°C es el factor ambiental que mas limita la productividad de la Mojarra Roja (*Oreochromis sp*) en la finca la Pesca vereda la Palmera del municipio de Vélez.

[§] RODRIGUEZ y ANZOLA. Calidad del agua en acuicultura continental. Bogotá. s.p.i. 1993. Pág. 40

La modificación de la temperatura del agua a través de cobertizos (invernaderos) para aumentar, modificar y controlar la temperatura del agua enfocado a; incrementar la ganancia de peso, la conversión, el crecimiento y la sobrevivencia en las fases de larvas, alevinaje, levante y engorde del cultivo de la Mojarra Roja (*Oreochromis sp*) y de esta manera conseguir por lo menos dos cosechas por año de mojarra roja con peso al sacrificio de 320gr, en climas medios y temperaturas de agua templadas característico de la vereda la Palmera del municipio de Vélez.

2. JUSTIFICACIÓN

La climatización del espejo de agua a través de cobertizos (invernaderos), aumenta y controla la temperatura del agua (21°C a 26°C) para el buen desempeño de la producción de la mojarra roja, nos permite reducir el tiempo de cosecha hasta 6.5 meses y el de levante hasta 90 días en aguas templadas, debido a que se mejoran los parámetros óptimos para la actividad metabólica y fisiológica normal del híbrido (*Oreochromis sp*). Además, se consigue minimizar la mortalidad por la disminución de estrés, sirve como control físico para depredadores y facilita el manejo de la explotación.

El recurso hidrográfico en la finca la Pesca es abundante, de calidad y brinda un potencial de gran importancia para la producción piscícola. Pese a gozar de este recurso clave para la acuicultura no existe en la región una especie que se desempeñe normalmente en este tipo de clima medio (20°C) y temperatura de agua templada. La mojarra roja (*Oreochromis sp*) por sus hábitos alimenticios, capacidad de adaptación, fácil reproducción, resistencia a enfermedades, al transporte y al manejo ofrece ventajas para el cultivo en estos climas; además soportan condiciones externas de calidad de agua, crecen rápido y toleran altas densidades de siembra y permiten las prácticas de policultivo**.

Según los autores Rodríguez y Anzola (1993) A cada especie de pez hay que proporcionarle su rango de temperatura óptimo para que realice normalmente sus procesos metabólicos y fisiológicos. De ahí que existe una clasificación en peces de aguas frías (menos de 18°C) y los de aguas cálidas que se desarrollan en aguas superiores a los 22°C††.

La temperatura del agua en la finca La Pesca no es óptima para la producción de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) debido a que esta por debajo de los 22°C; de tal manera que este factor condiciona su desempeño productivo, básicamente en: largos periodos de tiempo para el crecimiento y la ceba, un menor número de cosechas (9 meses) por año y alta mortalidad en la fases de alevino, levante y pre-engorde (40% a un 50% de los peces sembrados).

** TORRES QUEVEDO; Enrique. Cultivo de La Mojarra Plateada (*Oreochromis niloticus*) y la Mojarra Roja (*Oreochromis sp*). Villavicencio (Meta). 1993. p 205

†† RODRIGUEZ y ANZOLA, Op.cit., p.90

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Aumentar la temperatura del agua para reducir el tiempo de producción de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) de 9 a 6.5 meses en clima medio para las fases de alevinaje, levante y engorde en la finca la Pesca, vereda la Palmera del municipio de Vélez.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseñar y construir el sistema de cobertizos (invernaderos) que aumente la temperatura (hasta en 4°C) para disminuir el tiempo de producción.

Evaluar la tasa de crecimiento absoluta, la mortalidad, el índice de conversión y los rendimientos por unidad de área de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) al climatizar los estanques.

Evaluar las variables físico-químicas (temperatura y pH) y biológicas (turbidez) del ecosistema que intervienen en las fases de producción de la mojarra roja.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO CONTEXTUAL

En Colombia los mayores productores de mojarra roja son; los departamentos del Huila y Meta con el 31% y el 18% respectivamente de la producción nacional de Mojarra roja. Los sistemas de producción se llevan a cabo de manera empresarial o intensiva debido a las condiciones climatológicas óptimas para el crecimiento y el buen desarrollo de la mojarra. En cuanto al departamento de Santander sólo corresponde un 5% de la producción nacional.

Los tipos de cultivos que se desarrollan son el semi-intensivo y el intensivo o en jaulas flotantes, pero que la diferencia radica es en la producción por área cuadrada. En las explotaciones intensivas se alcanzan producciones de hasta 50Kg/metro cuadrado y en producciones semi-intensivas o estanques artificiales en tierra se alcanzan producciones de 2Kg por metro cuadrado por cosecha. El periodo de tiempo para alcanzar los 500gr por animal al sacrificio se logra entre los 5 y los 7 meses en cualquiera de los dos sistemas.^{##}

En la vereda la palmera nos encontramos en una posición geográfica desfavorable para su cultivo, debido a que la temperatura ambiente promedio esta alrededor de los 17°C en consecuencia la temperatura del agua esta por debajo cuatro (4) grados del rango mínimo para la explotación de la mojarra roja (*Oreochromis sp*).

Dentro de estos parámetros de temperatura no se brinda las condiciones favorables para obtener un buen desempeño de la producción. El sistema de cultivo de los productores y que se desarrolla en la finca para ser más específicos es de manera semi-intensiva, en estanques de tierra y con densidades de siembra que no superan los 5 animales por metro cuadrado. Además en cuanto al área de productividad se obtienen en promedio 1.2 kilogramos de pescado por metro cuadrado por cosecha.

Esta posición geográfica y climatológica marca fuertemente el periodo de tiempo de producción por que solo se logra alcanzar una cosecha cada 9 meses, en comparación con explotaciones en climas con temperaturas entre los 22 y 24°C como el caso de Barbosa, Oiba, Socorro en donde se logran hasta dos cosechas por año.

^{##} El Agronegocio de la Tilapia. La Tilapia Roja en el Meta. Monografía en CD-ROM

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Antecedentes

El estudio realizado en la vereda la Palmera finca la Pesca donde se evaluó el crecimiento de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) en la fase de levante nos servirá como base durante el proceso de producción bajo ambiente controlado. El desarrollo y los resultados nos darán pautas de tal manera que esta experiencia nos sirva como referencia en la evaluación de la información obtenida durante nuestra investigación.

Con la finalidad de evaluar el efecto de los cobertizos o invernaderos en la fase de levante del ciclo de producción de la mojarra roja (*Oreochromis sp*), se realizó un ensayo en la finca la Pesca, vereda la Palmera, municipio de Vélez. La vereda la Palmera que se encuentra localizada a una altura de 2000msnm, donde ocurren 8 y 10 meses de precipitación con un promedio anual 1898.5mm y una temperatura promedio de 17°C^{§§}.

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron alevinos de mojarra Roja (*Oreochromis sp*) de peso y talla inicial promedio de 6 g y 3cm respectivamente, obtenidos de la misma estación piscícola. Los testigos se sembraron en dos (2) lagunas de tierra de setenta y dos metros cuadrados (72m²) y cincuenta metros cuadrados (50 m²) de espejo de agua, previamente encaladas y con fertilización química y orgánico según las recomendaciones del Dr. Cuadrado^{***} que consiste en aplicar 300g de cal, 30g de triple quince y 300g de estiércol de bovino por metro cuadrado antes de sembrar los peces y después cada 15 días teniendo en cuenta el color del agua. El volumen de agua fue constante para ambos lagos. Donde se resaltaron los siguientes parámetros:

4.2.1.1 Descripción de la evaluación

El experimento consistió en la construcción de un invernadero sobre el estanque con área de 50m² de espejo de agua; y el estanque de 72m² de espejo de agua se dejó a campo abierto de la siguiente manera:

§§ Libro de diagnostico Op. Cit., p 89

*** ENTREVISTA con Ricardo Cuadrado. Médico Veterinario. Barbosa. 2006

TESTIGO 1 (T1): cuenta en su infraestructura con cobertizos en plásticos (invernadero) y tiene un espejo de agua de 50m². La temperatura ambiental se registra a través de un termómetro que registra máximas y mínimas.

TESTIGO 2 (T2): Los alevines fueron sembrados a campo abierto, con un espejo de agua de 72m².

Para la evaluación del efecto del invernadero en la fase de levante de la Mojarra Roja (*Oreochromis sp*) se utilizaron 500 alevinos, los cuales se sembraron a una densidad de 4 alevinos/m² de espejo de agua, con un peso inicial de 6 gramos y 3cm de longitud.

En la evaluación del levante de la mojarra roja, sembrados a densidad de 4alevinos/m² y alimentados con piensos comerciales semejantes; se les suministro el mismo tipo, cantidad en según peso de la biomasa y número de raciones al día de concentrado; según tabla 8 del anexo. Las fertilizaciones y recambios de agua fueron idénticas para ambas lagunas teniendo en cuenta los requerimientos de animal en cuanto a plancton, oxígeno y factores de pH en la etapa de levante de la Mojarra Roja.

El alimento fue dispersado al voleo en la superficie de las lagunas. La cantidad de alimento suministrado diariamente, se calculo como un porcentaje de la biomasa húmeda total de cada laguna y se presenta en un intervalo del 5% al inicio del proyecto hasta 2.5% al final del período del cultivo, el número de raciones diarias fue de tres (3) a las 8:00a.m., 2:00p.m., y 5:00 p.m. simulando el manejo normal de las granjas productoras siguiendo recomendaciones de Rueda (2007)^{†††}.

4.2.1.2 Evaluación de los parámetros productivos

Los parámetros evaluados durante el desarrollo de la comparación fueron; ganancia de peso, longitud promedio (talla), tasa de crecimiento absoluto y conversión alimenticia. Los peces se sembraron en lagunas con características iguales de agua, fertilización y oxigenación.

Los muestreos para determinar la ganancia de peso y la talla se realizaron a partir de la tercera semana de sembrados a intervalos de 15 días, seleccionando de manera aleatoria un 10% de la biomasa húmeda.

El crecimiento fue evaluado mediante el cálculo de la tasa de crecimiento absoluto, calculado como $(P_f - P_i)/t$, donde P_f y P_i corresponden a los pesos

^{†††} ENTREVISTA con Martha Rueda. Zootecnista. Barbosa 2007. Marzo 14 de 2007

promedios final e inicial, respectivamente y t es el tiempo de cultivo (Acuña y Guevara 2002)^{†††}. Además, al final de fase de levante se determinaran los índices de conversión alimenticia.

Como parámetros ambientales se midieron diariamente la temperatura superficial del agua para el Testigo 1 y el testigo 2 y la temperatura ambiental del lago con cobertizo a la misma hora en que se suministraba el alimento y se promedió para cada estanque la temperatura registrada en un período de 15 días. También se midió el pH del agua de cada una de las lagunas cada mes.

- Diseño y construcción del invernadero

El invernadero se construyó antes de sembrar los alevines y la forma que se le dio fue el techo de dos goteras y todos sus lados fueron cubiertos con el mismo plástico. Por uno de los costados se dejó una abertura para realizar las actividades de manejo de los peces. .

Las dimensiones del cobertizo son 1.5 m de altura y de 11m de largo por 5.5 metros de ancho. Su armazón fue construida en madera y se ancló a través de estacas clavadas en el piso y amarrado a éstas con alambre. El plástico que se utilizó es el mismo que se utiliza para la regulación de la temperatura y la humedad y otros factores ambientales en el cultivo de plantas.

Resultados y alcances de la evaluación

- Ganancia de peso

Al cabo de 11 semanas de experimentación la ganancia de peso promedio de los peces sembrados bajo invernadero fue mayor a los que se sembraron a campo abierto, mostrando diferencias significativas el T1(lago bajo invernadero) frente a T2(lago a campo abierto). Los peces del lago bajo invernadero mostraron una ganancia de peso de 61.4 g y los peces sembrados a campo abierto una ganancia igual a 42.2. la ganancia para el T1 estuvo por encima de 19.2 g frente a los peces sembrados a campo abierto en la semana número 11.

^{†††} GUEVARA Y ACUÑA. Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido de *Colossoma macropomum X piaractus Brachypomus*. Tucupita. Venezuela. 2002.

- Longitud promedio

El aumento de la longitud estándar promedio de los peces sembrados bajo invernadero o T1 fue mayor versus los peces a campo abierto, mostrando una diferencia de hasta de 3cm en la séptima semana y 2cm en la novena semana. Se puede observar una relación de concordancia entre la ganancia de peso y el aumento de la longitud promedio en los dos lagos.

- Conversión de alimento

La mejor conversión de alimento es obtenida en el lago bajo invernadero respecto a los peces sembrados a campo abierto mostraron una marcada diferencia en la semana once de evaluación teniendo en cuenta que desde la semana octava en adelante hay un aumento considerable (425- 1250g/día) en la cantidad de alimento suministrado a ambos lagos. Analizando el comportamiento y los resultados del experimento obtenidos podemos afirmar que la utilización del invernadero en la fase de levante de la Mojarra Roja (*Oreochromis sp*) tiene un efecto significativo sobre los parámetros productivos como la longitud, la conversión de alimento y la ganancia de peso.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento de la mojarra roja (*Oreochromis sp*), E1 bajo invernadero

SEMANAS DE MUESTREO	PESO PROMEDIO (G)	LONGITUD PROMEDIO (CM)	INDICE DE CONVERSIÓN	TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO
3ª semana	15	8	0.42: 1	0.5
5ª semana	22	9.5	0.51: 1	0.5
7ª semana	32.2	12	0.66: 1	0.73
9ª semana	44	13	0.83: 1	0.84
11ª semana	61.4	14.5	1.0: 1	1.2

Tabla 2. Parámetros de crecimiento de la Mojarra Roja (*Oreochromis sp*), E2 a campo abierto.

SEMANAS DE MUESTREO	PESO PROMEDIO (g)	LONGITUD PROMEDIO (cm)	INDICE DE CONVERSIÓN	TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO
3ª semana	12	7	0.52: 1	0.2
5ª semana	18	8	0.73: 1	0.4
7ª semana	23	9	0.9: 1	0.4
9ª semana	31	11	1.2: 1	0.6
11ª semana	42.2	13	1.4: 1	0.8

Tabla 3. Comparación de resultados en porcentaje de E1 vs. E2

SEMANA	PESO (g)			LONGITUD (cm)			INDICE DE CONVERSIÓN		CRECIMIENTO ABSOLUTO	
	E1	E2	%	E1	E2	%	E1	E2	E1	E2
3ª	15	12	20	8	7	12.5	0.42: 1	0.52: 1	0.5	0.2
5ª	22	18	19	9.5	8	15.8	0.51: 1	0.73: 1	0.5	0.4
7ª	32.2	23	28.5	12	9	25	0.66: 1	0.9: 1	0.73	0.4
9ª	44	31	29.5	13	11	15.4	0.83: 1	1.2: 1	0.84	0.6
11ª	61.4	42.2	31.3	14.5	13	10.3	1.0: 1	1.4: 1	1.2	0.8

- Temperatura y pH

El aumento de la temperatura ambiental y del agua bajo invernadero, fue altamente significativa por que se alcanzaron temperaturas máximas hasta de 38°C en el ambiente y 32-33°C en el agua frente a temperaturas máximas del agua en campo abierto de 17°C. Como consecuencia de este aumento se creó un microclima favorable que influyó de manera positiva en las condiciones físicas, biológicas y químicas del agua.

El pH del agua fue muy similar para ambos lagos y a través de las semanas de experimentaciones no mostró ningún cambio significativo que afectara a los peces. Los valores mostrados se mantuvieron entre un rango de 6.9 y 7.0. E1 mostró un pH de 6.9 siendo más ácida el agua del lago bajo invernadero frente a la del lago a campo abierto^{§§§}.

Tabla 4. Temperatura promedio de E1 vs. E2

SEMANAS	BAJO INVERNADERO: E1				CAMPO ABIERTO: E2	
	DÍA (MÁXIMA)	NOCHE (MÍNIMA)	PROMEDIO	AGUA	MAXIM.	MINIMA
3ª semana	34	19	26.5	23	16	13
5ª semana	35	19	26.5	23	17	12
7ª semana	39	18	28.5	22	17	12
9ª semana	38	20	29	25	16	14
11ª semana	35	18	26.5	22	16	13

A : Ventajas de la utilización del invernadero en la climatización del agua

El uso de cobertizos produce un efecto positivo en la fase de levante de la Mojarra Roja (*Oreochromis spp*), donde el desempeño productivo para las variables como: incremento de peso, longitud y conversión de alimento, en comparación con la piscicultura en climas cálidos y donde la calidad de agua es la ideal para la producción de la mojarra roja es semejante a los demostrados en la piscicultura de clima frío bajo invernadero, esto sustenta que la utilización del invernadero es viable en piscicultura.

La utilización de invernaderos en el crecimiento y engorde de cultivo de la Mojarra Roja (*Oreochromis spp*), brinda condiciones favorables, debido a que se facilita la descomposición de la materia orgánica, la cual hace que la productividad primaria del lago reduzca considerablemente los costos de alimentación y mejore la calidad biológica del agua. Aumentando significativamente la temperatura del agua, creando así condiciones adecuadas para un mejor desempeño productivo de la mojarra roja.

^{§§§} ORTIZ, Deyanira y MOSQUERA, Andrés. Evaluación De la Utilización Del Invernadero en Clima Frío en la Fase de Levante de la Mojarra Roja (*Oreochromis sp*) en la Vereda La Palmera deL Municipio de Vélez. Barbosa. 2007. p. 43-48

Se reducen los costos en alimentación, mano de obra y mantenimiento del cultivo; además de optimizar el recurso hídrico y el de obtener una cosecha cada 6.5 meses: lo cual redundará en un mayor rendimiento y un buen margen de ganancia económica, al haber un mayor aprovechamiento de la productividad primaria y los piensos de alimenticios.

El uso de los cobertizos disminuye considerablemente la mortalidad por depredación y parasitación por plagas en las fases de alevinaje y levante de la mojarra (*Oreochromis sp*) debido a que funciona como medio aislante de estas plagas y reduce los índices de mortalidad en estas etapas en donde los peces son más susceptibles a este tipo de ataque.

Sin embargo, presenta algunas limitaciones en cuanto al manejo de grandes espejos de agua o superiores a los 500m² para manejar las corrientes de aire de tal manera que no causen daño a las estructuras de los invernaderos y también en cuanto al manejo de la oxigenación por golpe de agua por que se requiere de alturas entre 3m y 5m y a esta altura los invernaderos los golpean más fuerte las corrientes de aire.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

La mojarra roja por sus hábitos alimentarios, capacidad de adaptación, fácil reproducción, resistencia a enfermedades y posibilidades de soportar condiciones adversas en cultivo, con amplia tolerancia y rápido crecimiento, es ideal para producción en estanques bajo sistemas intensivos o extensivos. La mojarra ha demostrado ser un pez con rápida maduración y numerosos desoves anuales, reproduciéndose en los estanques a una temprana edad (dos a tres meses) y cada treinta días si las temperaturas son aptas. La mojarra es un pez de origen tropical, por lo que sus mejores crecimientos se obtienen a temperaturas entre los 24°C y los 30°C.

Por encima o por debajo, tanto la reproducción como el crecimiento pueden disminuir hasta detenerse completamente, se deben evitar adicionalmente oscilaciones diarias de temperatura por encima de los 5°C.

La temperatura afecta directamente la tasa metabólica de los peces, cuando la una aumenta la otra también lo hace y por consiguiente el consumo de oxígeno. (Castillo, 1994). En Colombia la mojarra roja (*Oreochromis sp*) es la especie de

mayor producción en acuicultura comercial, en 1998 se produjeron 17665 toneladas de mojarra, cifra que supera a producción de trucha (6240 toneladas) especie que se cultive en clima frío (Castillo 1994).

4.3.1 Factores físicos-químicos de la piscicultura de agua dulce

4.3.1.1 factores físicos

- **Temperatura**

La temperatura rige sobre algunos parámetros físicos, químicos y biológicos, tales como la evaporación y la solubilidad de los gases. Dentro de los biológicos están los procesos metabólicos como la respiración, nutrición, actividad de las bacterias en la descomposición, etc., de ahí la necesidad de conocer y evaluar los cambios de temperatura del agua. Es importante considerar que los peces no tienen capacidad propia para regular su temperatura corporal, pues esta depende del medio acuático en que viven ****.

Tabla 5. Factores que afectan la temperatura del agua

AUMENTA LA TEMPERATURA DEL AGUA	REDUCE LA TEMPERATURA DEL AGUA
<ol style="list-style-type: none"> 1. Radiación solar 2. Calor atmosférico 3. Condensación de vapor de agua 4. Conducción de calor del fondo 5. Calor de reacciones químicas 6. Calor de fricción producido por el movimiento de las partículas del agua 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Radiación de vuelta 2. Conducción de calor a la atmósfera 3. Conducción de calor al fondo 4. Evaporación

La conductividad de calor depende de las diferencias de temperatura y del área de contacto entre el agua y el aire. El viento aumenta esa área y además crea turbulencia, mezcla los estratos y dispersa el calor absorbido a través de la columna de agua. Como es lógico, en un estanque la radiación del sol y del cielo corresponden a la principal fuente de energía calórica; esta es absorbida por el agua y se convierte en calor.

**** CABRA, Herman. Piscicultura. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. p 101

Por consiguiente cualquier factor que influya sobre la penetración de los rayos solares (materia en suspensión) afectara el calentamiento del agua, lo cual causará diferencias térmicas entre los estanques en un mismo sitio y a su vez afecta la composición del plancton, la distribución de los organismos en la columna de agua y la productividad del estanque.

Por lo general, los estanques para acuicultura son poco profundos y no se presentan diferencias marcadas de temperatura en la columna de agua debido a que la brisa puede mezclar las aguas y distribuir la temperatura absorbida. En cambio, en lagos grandes y profundos existe una marcada diferencia entre la capa superficial y el fondo. En las regiones tropicales se presenta un patrón de estratificación diario, durante el día las capas superficiales que absorben la energía solar se calientan y forman una capa definida; por la noche las capas superficiales pierden calor y alcanzan la misma temperatura de las capas inferiores y se mezclan.

La temperatura influye sobre la biología de los peces e invertebrados, condicionando la maduración gonadal, el tiempo de incubación de las ovas, el desarrollo larval, la actividad metabólica y el ritmo de crecimiento de las larvas, alevinos y adultos.

Por lo general las reacciones químicas y biológicas se duplican cada vez que hay un aumento de 10°C de temperatura; por lo tanto un organismo acuático consume el doble de cantidad de oxígeno a 30°C que a 20°C.

De otro lado, hay que tener en cuenta cómo se relaciona la temperatura con los otros procesos: el aumento de la temperatura disminuye la concentración de oxígeno disuelto; las temperaturas altas y el pH básico, favorecen que el amoníaco se encuentre en el agua en su forma tóxica; en el tiempo y grado de descomposición de la materia orgánica presente en el estanque. Es así como el consumo de oxígeno, causado por la descomposición de la materia orgánica, se incrementa a medida que aumenta la temperatura, restándole de esta manera el oxígeno disponible para los organismos presentes en el estanque; a mayor temperatura los fertilizantes se disuelven más rápidamente, los herbicidas son más efectivos, por ejemplo la rotenona se degrada más rápidamente, y los tratamientos químicos en los estanques son afectados por la temperatura.

A cada especie de pez hay que proporcionarle su rango de temperatura óptimo para que realice normalmente sus procesos metabólicos y fisiológicos. De ahí que

exista una clasificación en peces de aguas frías, como la trucha, que son los que habitan aguas con temperaturas menores de 18°C; las de aguas templadas, por ejemplo la carpa, que se desarrolla mejor en aguas entre 18 y 24°C, sin embargo, resiste también aguas frías; y finalmente los de aguas cálidas como la mojarra plateada, cachamas, camarón de agua dulce y bagre, que habitan y desarrollan óptimamente en aguas superiores a los 25°C.

Los peces presentan poca tolerancia a los cambios bruscos de temperatura. Por esta razón hay que evitar el traslado de peces de un lugar a otro cuando existe una marcada diferencia, y en tal caso, hay que proceder a la aclimatación que consiste en dejar la bolsa en que se transportan los peces dentro del estanque, hasta que se iguallen las temperaturas para luego hacer la liberación de estos.

De otro lado cuando los peces no están en su rango óptimo de temperatura, no comen, obteniéndose pérdida económica por gasto de concentrado y poco crecimiento.

- **Salinidad**

En aguas continentales la salinidad corresponde a la concentración de todos los iones disueltos en el agua. Cuando la composición relativa de las sales es más o menos constante, la concentración total puede ser estimada de acuerdo con la concentración del ión dominante. Lo más usual para referirse a salinidad es el contenido de cloruros. La presión osmótica del agua se incrementa proporcionalmente con la salinidad, y las diferentes especies de organismos acuáticos soportan la salinidad de acuerdo a sus requerimientos de presión osmótica.

Una de las formas más prácticas de determinar la concentración de todos los iones en el agua, es evaluando la capacidad que tiene esta para conducir la corriente eléctrica, ya que a medida que aumenta la concentración de iones es mayor la conductividad.

La gran mayoría de sólidos disueltos que hay en aguas naturales se originan por el contacto del agua con las rocas y el suelo. Cuando el agua lluvia percola a través de las diferentes capas del suelo va disolviendo y a la vez captando todo tipo de sustancias.

La forma mas eficiente de determinar la cantidad de sales inorgánicas, es determinando la conductividad relativa del agua. Esa conductividad esta

directamente relacionada con la concentración de iones y se expresa en microhm/cm. Como la conductividad cambia con la temperatura, es necesario conocer la temperatura del agua durante la determinación.

Existe una gran diferencia de concentración total de sales disueltas como también de sus proporciones. Sin embargo, la mayoría está integrada por los 7 iones siguientes: calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonatos, sulfatos y cloruros.

Por lo general el agua de las áreas de alta precipitación donde los suelos son lavados constantemente tiene una baja salinidad (150 a 250mg/L). En esas zonas de poca lluvia donde la evaporación es mayor que la precipitación, la salinidad del agua esta en un rango de 500 a 2500mg/L. el agua de pozos profundos tiene valores altos de salinidad que generalmente están dados por la concentración de iones de sulfatos.

- **Luz**

Es bien conocido que los vegetales son los productores primarios de materia orgánica por medio del proceso fotosintético, cuando recibe luz solar, de ahí el gran papel que juega el sol en los procesos biológicos.

Cuando la intensidad de la luz es muy alta (80 kiloluz) se presenta una marcada disminución de la actividad fotosintética, aparentemente debido a que la radiación ultravioleta afecta los cloroplastos.

En estanques de cultivo donde se efectúa abonamiento, la penetración de los rayos solares es menor que los lagos o aguas naturales, debido a que aquellos tienen mayor densidad de población de plancton y mayor turbidez; ésta última dada básicamente por la actividad de los organismos de cultivo que alcanzan a remover partículas del fondo, o por actividades propias de su alimentación como es el caso de la carpa.

- **Evaporación**

La evaporación es una acción que aumenta la concentración de sales y actúa como regulador de la temperatura del agua, además, con la filtración son los causantes de la disminución del volumen de agua en el estanque.

La pérdida de agua por evaporación varía considerablemente de una región a otra, de la época del año y de la presión barométrica. Además el viento ejerce un

importante papel al causar turbulencia y aumentan de esta manera el área de evaporación, reduciendo la humedad relativa sobre la superficie del agua. Con respecto a la composición química del agua, esta relacionada la evaporación con la concentración. A mayor concentración de sales menor evaporación. El agua de mar se evapora de 2 a 3% menos que el agua dulce.

- **Turbidez**

La turbidez del agua está dada por el material en suspensión bien sea mineral u orgánico; el grado de turbidez varía dependiendo de la naturaleza, tamaño y cantidad de partículas en suspensión.

En piscicultura, la turbidez originada por el plancton es una condición necesaria. Entre más plancton mayor la turbidez, y éste parámetro se puede medir mediante el denominado “disco Secchi”, el cual consiste en un disco de aproximadamente 30cm de diámetro que posee cuadrantes pintados en blanco y negro. Está amarrado a una cuerda calibrada y tiene un peso en el lado opuesto, de tal manera que permite hundirse fácilmente en el agua. La visibilidad del “disco Secchi” rara vez excede de un metro, en sistemas productivos para peces. La turbidez limita la habilidad de los peces para capturar el alimento concentrado, y por consiguiente, éste ira al fondo del estanque incrementando la cantidad de materia orgánica.

La turbidez mineral generalmente se presenta después de fuertes aguaceros, o estanques que se abastecen con aguas de cuencas mal conservadas o con procesos de erosión.

Cuando el agua es reutilizada hay que tener especial cuidado con la materia en suspensión, que es originada en su mayor parte por los excrementos de los peces o por el concentrado no consumido. Estas partículas en suspensión producidas por las deyecciones de los peces no se encuentran en su totalidad en estado sólido, sino en forma de coloides y supra coloides que no se sedimentan.

Para determinar la visibilidad del “disco Secchi”, hay que permitir que este descienda hasta que desaparezca y anotar esa profundidad. Contrario a la turbidez causada por el plancton, la cual es benéfica para la comunidad de un estanque, existe la turbidez causada por partículas de arcilla en suspensión que actúa como filtro de los rayos solares y afecta la productividad primaria del

estanque y por consiguiente disminuye la actividad fotosintética del fitoplancton y su producción de oxígeno.

Tabla 6. Evaluación de visibilidad del “disco Secchi”

LECTURA DEL DISCO SECCHI (cm)	COMENTARIOS
Menos de 20 cm	Demasiada turbidez. Si la turbidez es fitoplancton, se tendrán problemas con bajas concentraciones de oxígeno en la madrugada. Cuando la turbidez es por material en suspensión la productividad será baja.
20 a 30 cm	La turbidez viene a ser escaso
30 a 45 cm	Si la turbidez es fitoplancton, de una coloración verde traslúcida, las condiciones del estanque son muy buenas.
45 a 60 cm	El fitoplancton viene a ser escaso
Mas de 60 cm	El agua esta demasiado clara. La productividad es mala no hay fitoplancton.

- **Color**

El color del agua esta dado por la interacción entre la incidencia de la luz y la impureza del agua; aguas incoloras en días asoleadas aparecen azules. El color en si no afecta a los peces, pero sí restringe la penetración de los rayos solares y disminuye de esta manera la productividad del estanque.

El color del agua es alterado por los factores físicos, químicos y biológicos, por ejemplo la mayoría de los florecimientos de fitoplancton tiende a dar una coloración verde. Aguas con alto contenidos de hierro, tienden a ser rojizas. El color más común del agua está dado por el material vegetal en descomposición, el cual produce un color café o café claro muy característico del agua con alto contenido de humus. Además esta agua por, lo general son ácidas.

4.3.1.2 Factores químicos

- **Oxigeno disuelto**

El nivel de oxígeno disuelto (O.D) presente en un estanque es el parámetro más importante en la calidad del agua. Si no hay buena concentración de oxígeno disuelto los organismos pueden ser vulnerables a enfermedades, parásitos, o

morir por falta de este elemento. Además se ha comprobado que no aceptan el alimento y afecta el crecimiento y la tasa de conversión alimenticia.

Fuentes de Oxígeno: El oxígeno es disuelto en el agua por difusión desde la atmósfera y por la fotosíntesis. La difusión es producida cuando se presentan vientos, o por medios artificiales.

La creación de turbulencia por medios artificiales incrementa el contacto entre el agua y el aire lo cual permite captación de oxígeno por parte del agua. El oxígeno primeramente es removido del agua por la respiración lo cual es esencialmente lo inverso al proceso fotosintético.

Durante el día con la fotosíntesis se produce oxígeno, que es removido del agua por la demanda respiratoria de los animales, mientras que durante la noche, tanto plantas como animales continúan respirando sin que haya nuevos aportes de oxígeno al agua. El oxígeno es también removido del agua como resultado de ciertas reacciones químicas inorgánicas referidas también como demanda química del oxígeno.

La saturación de oxígeno disuelto depende de la temperatura, salinidad y altitud. La súper saturación de oxígeno ocurre bajo condiciones naturales como resultado de altos niveles de productividad primaria o como consecuencia de actividades humanas.

Efecto de la disminución de oxígeno sobre los organismos de un estanque: Los organismos acuáticos generalmente no se alimentan con niveles bajos de oxígeno, y cuando el nivel es bajo la mayoría de las especies de peces suben a la capa superficial del agua, a tomar oxígeno y se observan constantemente boqueando. Los peces generalmente flotan en la superficie y de esta manera logran atraer la atención.

Las bajas en el nivel de oxígeno generalmente suceden durante las épocas de altas temperaturas. Así mismo, el metabolismo de los organismos presentes en el estanque se incrementa en ésta época y demanda más oxígeno. Paradójicamente también corresponde a la época de mayor iluminación solar, cuando se incrementa la fotosíntesis y la producción de oxígeno.

La concentración de oxígeno en un estanque puede variar de acuerdo a las siguientes condiciones:

- Iluminación solar: si esta no es posible la fotosíntesis y por consiguiente la producción de oxígeno
- La temperatura, que influye en la descomposición de la materia orgánica y que en su degradación consume oxígeno. A mayor temperatura del agua, más rápido es el proceso de degradación y por consiguiente es mayor el consumo de oxígeno.
- Cantidad de fitoplancton que libera oxígeno durante el día y lo consume durante la noche.
- La materia orgánica y las poblaciones bacterianas que consumen grandes cantidades de oxígeno en el proceso de descomposición.
- El viento, que al crear olas y turbulencia en la superficie del agua, permite intercambio de oxígeno entre la capa superficial y la columna de agua.

Es común que en estanques con excesos de fitoplancton se presenten problemas de oxígeno como los siguientes ejemplos:

- a) un exceso de fitoplancton puede ocasionar una deficiencia de oxígeno bajo las siguientes circunstancias: si durante el día prevalecen vientos fuertes y altas temperaturas, mientras que la noche sea tranquila y cálida. Las pérdidas de oxígeno durante el día serán grandes y quedaran pocas reservas para la noche, a la vez, la demanda de oxígeno por parte de los organismos será alta, debido a la mayor temperatura y mayor actividad metabólica que demanda oxígeno.
- b) La presencia de una población de fitoplancton que se concentra en la capa superficial, como es el caso de algas azul-verdes. En este ejemplo la producción de oxígeno se limita a la capa superficial y la población de fitoplancton limita la penetración de la luz a las capas inferiores, reduciendo la capacidad de fotosíntesis y de producción de oxígeno de las capas inferiores, lo que genera una deficiencia de oxígeno durante la noche.
- c) un exceso de zooplancton que demande grandes cantidades de oxígeno, puede causar una deficiencia de oxígeno generalmente durante la noche.

Por lo general las fluctuaciones de oxígeno disuelto en un estanque, en un perfil de 24 horas es la siguiente: los valores mas bajos de oxígeno se darán en las primeras horas de la mañana, e irán incrementándose a medida que es mayor la

intensidad solar hasta un máximo de oxígeno que corresponde a las primeras horas de la tarde; y a partir de este momento, va disminuyendo gradualmente con la intensidad de luz. En días nublados la producción de oxígeno disuelto disminuye considerablemente; en períodos prolongados se pueden presentar problemas.

En los estanques con fuertes florecimientos de plancton se observa la presencia de una nata de algas en la superficie. En algunas ocasiones esta densa población muere repentinamente y la descomposición agotará rápidamente el oxígeno disuelto hasta niveles por debajo de lo normal como para mantener una población de organismos en el estanque.

El aumento de oxígeno se puede conseguir agregando agua con un buen nivel de oxígeno o por aireación. En el primero, es necesario que el agua caiga al estanque por un salto ancho y de esta manera se amplía el área de contacto y así se captará más oxígeno del aire.

Por aireación, el agua se bombea fuera del estanque y se devuelve al mismo por aspersión. Otro método es introduciendo aire por bombeo dentro del agua. Se recomienda efectuar la aireación solo cuando sea necesario o cuando se advierta una real deficiencia de éste.

- **pH o potencial de hidrogeno**

El valor de pH está dado por la concentración del ión hidrogeno y nos indica si el agua es ácida o básica, y se expresa en una escala que varía entre 0 y 14. Si el pH es 7 indica que es neutra, o sea que no es ácida ni básica. Un agua con pH por debajo de 7 es ácida, y por encima de 7 es básica. Los cambios de pH en un mismo cuerpo de agua están relacionados con la concentración del dióxido de carbono durante la fotosíntesis de tal forma que este proceso determina en parte la fluctuación del pH y es así como se eleva durante el día y disminuye en la noche

La estabilidad del pH viene dada por la llamada reserva alcalina o sistema de equilibrio (tampón) que en definitiva corresponde a la concentración de carbonato o bicarbonato. Los estanques con aguas que tienen alcalinidad total baja por lo general presentan valores de pH entre 6 a 7.2 a las primeras horas del día, pero este valor se puede elevar a 10 o más en las horas de la tarde a consecuencia de una alta concentración de fitoplancton que está demandando dióxido de carbono, y no permite que actúen los carbonatos como sustancia amortiguadora.

Cuando se presentan aguas con alcalinidad total alto los valores de pH oscilan entre 7.5 a 8 en las primeras horas de la mañana y entre 9 y 10 en las horas de la tarde.

Efecto del pH en los peces: Los extremos letales de pH para la población de peces en condiciones de cultivo están por debajo de pH 4 y por encima de pH 11. Aunque los peces pueden sobrevivir en valores de pH cercano a estos extremos, se observa un crecimiento lento y baja producción en los estanques. Así mismo, cambios bruscos de pH a consecuencia de traslado de peces de un estanque a otro con marcada diferencia de pH pueden causar la muerte.

Las aguas ácidas irritan las branquias de los peces, las cuales tienden a cubrirse de moco llegando en algunos casos a la destrucción histológica del epitelio. Así mismo, la presencia del dióxido de carbono acidifica más el agua, causando alteraciones de la osmo-regulación y acidificando la sangre.

Los límites básicos de pH, también afectan el epitelio branquial al segregar mucus apareciendo hipertrofia de las células basales; y en períodos de larga exposición, termina por producir una verdadera destrucción histológica.

Finalmente el pH juega un papel muy importante con respecto al amoníaco que es un producto muy tóxico el cual en pH ácidos se transforma en ión amonio forma ionizada, la cual no es tóxica. Lo contrario ocurre en pH alcalinos.

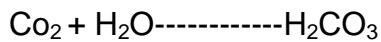
- **Dióxido de carbono**

El CO_2 tiene importancia en piscicultura debido a que es esencial para la fotosíntesis, e influye en el pH del agua. Puede llegar a ser tóxico, aunque los peces pueden tolerar concentraciones altas de este gas, siempre y cuando que el nivel de oxígeno disuelto sea alto. El dióxido de carbono afecta los organismos disminuyendo la capacidad de la sangre para captar oxígeno. En los peces la intoxicación por CO_2 se reconoce por que primero presentan problemas de equilibrio, luego signos de adormecimiento y disminución de la frecuencia respiratoria, además, los peces no permanecen en la superficie.

La concentración de CO_2 en el agua esta determinada, por la respiración, la fotosíntesis y la descomposición de la materia orgánica. Durante el día, a través del proceso de fotosíntesis, hay consumo de CO_2 y a su vez hay producción por respiración de los organismos animales. En los estanques ricos en fitoplancton, el consumo de CO_2 puede ser tan alto, que puede llegar a cero. Durante la noche

cesa la fotosíntesis, no se más CO₂, pero continua la respiración, y por consiguiente la liberación de CO₂ al agua de modo que vuelve a subir a su concentración alcanzando el mínimo en las primeras horas de la tarde y el máximo en la noche.

Las fluctuaciones de los niveles de CO₂ son mayores en los estanques ricos en fitoplancton y menores en los que tienen poco. Finalmente durante las horas del día cuando se va reduciendo la concentración de CO₂, aumenta el pH mientras que en la noche, cuando la concentración de CO₂ aumenta disminuye el pH. Esto se da por que cuando el CO₂ se disuelve en el agua se produce ácido carbónico.



Las concentraciones del dióxido de carbono son más altas después de una muerte de fitoplancton, y en los días nublados.

- **Alcalinidad total y dureza total.**

La alcalinidad corresponde a la concentración total de bases en el agua expresada como mg/l de carbonato de calcio equivalente, y esta representado por iones de carbonato y bicarbonato. La capacidad amortiguadora del pH en el agua esta dada por la presencia de estos iones, lo que quiere decir que si una gran cantidad de carbonato y bicarbonato esta presente en el agua, el pH se mantendrá estable. Aguas con alcalinidad alta, ayudan a que se mantenga mayor valor de pH por las mañanas, mientras que en agua con baja alcalinidad facilitan los cambios de pH en un perfil de 24 horas.

La dureza total se define como la concentración de iones, básicamente calcio (Ca) y magnesio (Mg), y se expresa en mg/l de carbonato de calcio equivalente. Otros iones divalentes contribuyen a la dureza, pero son menos importantes.

Tabla 7. Clasificación del agua de acuerdo a su dureza.

DUREZA (mg/l)	CLASIFICACIÓN
0 – 75	Blanda
75 – 150	Moderadamente dura
150 – 300	Dura
300 o mas	Muy dura

Para el cultivo de organismos acuáticos, las mejores aguas con respecto a estos dos parámetros (alcalinidad y dureza), son los que tienen valores muy similares. Si se presentan valores diferentes, tales como alcalinidad mas alta que la dureza, el pH puede incrementarse a niveles muy altos durante períodos de alta fotosíntesis.

Los mejores niveles de alcalinidad total y dureza para piscicultura están entre 20 y 300mg/l. Si los valores de estos dos parámetros son bajos se puede incrementar mediante encalamiento, pero si es lo contrario, no existe un método práctico para bajar estos dos parámetros. El CO_2 , por regla está a baja concentración cuando el agua tiene una alcalinidad de 200 a 250mg/l. El agua con alcalinidad total por debajo de 15 a 20mg/l, por lo general, contiene niveles bajos de CO_2 , mientras que las aguas con alcalinidad entre 20 y 150mg/l, contienen dióxido de carbono a un nivel apropiado, facilitando una adecuada producción de plancton.

- **Compuestos nitrogenados.**

Especial importancia tiene en piscicultura industrial el contenido de compuestos nitrogenados, pues algunos de ellos tales como el amoníaco y los nitritos tienen carácter tóxico. Estos compuestos se originan en los estanques como productos del metabolismo de los organismos bajo cultivo y son liberados durante la descomposición que hacen las bacterias sobre la materia orgánica animal o vegetal.

Algunas bacterias pueden convertir (NO_3) nitratos a nitrógeno (N_2), el cual puede salir del agua como un gas disuelto. Estas reacciones se llevan a cabo normalmente en el estanque o por medio de estructuras específicas denominadas bio-filtros.

En caso de sospecha por toxicidad por nitritos, esto puede ser rápidamente confirmado sacrificando un individuo y examinándole la sangre, ya que la hemoglobina reacciona con los nitritos formando metahemoglobina, la cual da a la sangre un color chocolate oscuro.

Generalmente los peces sometidos a niveles letales de nitritos, mueren con la boca abierta y los opérculos cerrados. El amoníaco en el agua se presenta bajo dos formas: amoníaco no ionizado (NH_3) que es tóxico, y el ión amonio (NH_4^+) que no es tóxico, a menos que la concentración sea demasiado alta.

Los niveles tóxicos del amoníaco no ionizado para exposiciones de corta duración, por lo general están entre 0.6 y 2mg/l. Los efectos sub-letales se manifiestan en

valores entre 0.1 y 0.3 mg/l. El pH y la temperatura regulan la proporción de amoníaco total que existe en la forma no ionizada. El aumento de pH y de la temperatura incrementa el porcentaje de amoníaco no ionizado y por consiguiente su toxicidad.

Los valores de amoníaco deben fluctuar entre 0.01 ppm a 0.1 ppm (valores cercanos a las 2 ppm son críticos). Una concentración alta de amonio en el agua causa bloqueo del metabolismo, daño en las branquias, afecta el balance de las sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades, reducción del crecimiento y la sobre vivencia, exoftalmia y ascitis.

- **Sulfuro de hidrogeno.**

No es un parámetro muy común en os estanques de peces. Valores bajos de pH facilitan la presencia del sulfuro de hidrogeno no ionizado. Si hay déficit de oxígeno, y un alto contenido de sulfato y materia orgánica en el agua, se pueden presentar mortalidades, debido a que los iones de sulfurosos se combinan con el hierro de la hemoglobina bloqueando la respiración. Cuando esto ocurre, los síntomas en los peces corresponden a branquias de coloración violeta rojiza, con infiltración sanguinolenta. El sulfuro de hidrogeno no ionizado es toxico para los peces en concentraciones menores de 1mg/l, lo cual ocurre por lo general en aguas contaminadas, con abundante materia orgánica, y bajo pH.

4.3.1.3 Correctivos a la calidad del agua

- **Remoción de co2**

Por lo general, cuando el CO₂ es alto, el nivel de oxigeno es muy bajo y la aplicación de hidróxido de calcio eliminara la materia orgánica y la producción de CO₂. Se recomienda aplicar 1.68mg/l de hidróxido de calcio por cada mg/l de CO₂ a eliminar. Su aplicación debe aplicarse con cuidado debido a que incrementa el pH del agua.

- **Alcalinidad**

Las aguas con niveles bajos de alcalinidad son poco productivas debido a la poca presencia de dióxido de carbono y bicarbonato. Además, aguas de alcalinidad baja generalmente son fuertemente ácidas y no presentan condiciones adecuadas para que vivan los organismos acuáticos. De otro lado, el fondo de los estanques de baja alcalinidad es ácido y permiten que el lodo absorba el fósforo de los fertilizantes.

Por consiguiente la adición de cal a estanques de baja alcalinidad incrementa el pH de agua, facilitan la solubilidad del fósforo, e incrementan el carbono disponible para la fotosíntesis.

La cantidad de cal a suministrar a un estanque debe estar de acuerdo a la alcalinidad total: si esta por encima de 20mg/l no es necesario encalar. Además es una práctica que se hace cuando se va a abonar para facilitar la disolución del fósforo. En estanques donde los peces van a depender únicamente del alimento concentrado no es necesario encalar, ya que estos no van a necesitar aguas productivas que le suministren alimento natural.

La aplicación de cal es más práctica hacerla cuando el estanque está desocupado, pero se puede hacer con el estanque lleno. La cal apagada Ca(OH)_2 y la cal viva son mejores neutralizantes que la cal agrícola; sin embargo, su aplicación en grandes cantidades incrementa el pH y su uso se recomienda para eliminar peces después de drenar los estanques.

- **Disminución de la turbidez**

Como ya se vio, el principal causante de la turbidez es la arcilla en suspensión la cual limita a la penetración de los rayos solares y por consiguiente, la fotosíntesis y la productividad de un estanque.

La turbidez se puede controlar por varios métodos. El más usual es la aplicación de alumbre (sulfato de aluminio, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$), el cual permite que las partículas de arcilla se floculen y se precipiten al fondo. Se recomienda aplicar alumbre a razón de 35 – 40mg/l. Cuando se aplique este compuesto hay que tener en cuenta que se produce reacción ácida que disminuye el pH y afecta la alcalinidad, por consiguiente en alcalinidades menores de 20mg/l es necesario encalar.

Otro método es aplicar paja seca a razón de 2.000 – 4.000Kg/ha o estiércol de vacuno a razón de 2.000kg/ha. Este tratamiento es demorado en mostrar resultados y puede durar varias semanas.

- **Control de PH**

Para disminuir el pH se aplican fertilizantes a base de amonio, cuyo efecto se presenta debido a que el ión amonio es nitrificado a nitrato, liberando el ión hidrógeno, que permite una disminución del pH. En pH muy altos, hay que tener especial precaución debido a que un porcentaje del ión amonio es transformado en amonio no ionizado que es altamente tóxico para los organismos en cultivo.

- **Oxígeno disuelto**

Por lo general, cuando el CO₂ es alto, el nivel de oxígeno es muy bajo y la aplicación de hidróxido de calcio eliminara la materia orgánica y la producción de CO₂. Se recomienda aplicar 1.68mg/l de Ca (OH)₂ por cada mg/l de CO₂ a eliminar. Los métodos más efectivos son la aireación mediante sistemas mecánicos bien sea aireador de paleta o propela. Esto sin embargo, demanda costos de energía^{††††}.

- **Oxigenación del agua**

Consiste en el uso de equipos y/o mecanismos que incrementen el contenido de oxígeno del agua, generalmente este efecto se consigue sobre la superficie del agua.

Cuando se utilizan altas densidades de siembra en un estanque es necesario aplicar en forma permanente la aireación, sino se dispone de un recambio adecuado de agua. Por eso se debe renovar entre 10 y un 30% el volumen de agua, para la remoción de amonio y otros metabolitos tóxicos. Algunos piscicultores emplean la aireación solamente de noche cuando la concentración de oxígeno disminuye.

La aireación además de incrementar el intercambio de oxígeno entre la atmósfera y el agua, también homogeniza su temperatura, se incrementa la circulación del agua tanto en sentido horizontal como en la columna y ayuda a la eliminación de gases disueltos.

^{††††} RODRIGUEZ y ANZOLA, Op. Cit., p. 89 – 105.

La aireación tiene como desventaja el gasto de energía que utilizan los peces para enfrentar las corrientes de agua generadas, así como a erosión causada por socavación de orillas^{***}.

4.3. 2 Producción de mojarra con ambiente controlado

Dichos sistemas tienden a ser mas intensivos en los cultivos de tilapia o de cualquier otro tipo de pez para consumo. Durante la fase de engorde de los peces, se alcanzan comúnmente densidades de más de 100kg/m³. Suelen instalarse dentro de edificios o bajo invernadero. Los tanques pueden ser circulares u octogonales. Algunos sistemas utilizan un sistema simple de infiltración. Estos son los sistemas más intensivos conocidos y deben ser manejados cuidadosamente, asegurando la total remoción de los desechos, manteniendo el nivel de oxígeno disuelto, así como la concentración de amoníaco y la remoción y trato de patógenos.

Los sistemas de ambiente controlado se extienden a todo lo largo de los Estados Unidos, con cultivos en Massachussets, New York, Pensylvania, Carolina del Norte, Oeste de Virginia, Florida Texas, Iowa, Arizona, Nuevo México Dakota del Norte y varias provincias de Canadá.

Virtualmente, todos estos sistemas utilizan un diseño integrado que maneja cada proceso crítico, manteniendo la calidad del agua en el ambiente de cultivo. La oxigenación, la remoción del anhídrido carbónico de los sólidos (groseros y disueltos), nitrificación y desinfección, son todos tratados por medio de uno o más procesos. Los procesos de producción de tilapia utilizan adaptaciones de tecnologías empleadas para el salmón y la trucha, así como también aquellas tecnologías conocidas en el tratamiento de las aguas de desecho de la industria.

Debido a las características biológicas únicas de la mojarra y el rápido incremento en el interés de su producción, la intima relación de este pez con los sistemas de recirculación esta destinada a continuar. Como la limitación en la utilización del agua se convierte en un problema en todo el mundo, y existe una demanda cada vez mayor de productos pesqueros frescos.

^{***} CABRA, Op. Cit., p.104

Algunos de los sistemas de producción intensiva de tilapia se convirtieron en un fracaso económico y en algunos casos fueron el resultado de pérdidas que dieron a toda la industria una pobre reputación. Esto se debió a un mal manejo que exacerbó la situación. Sin embargo, es obvio que las tecnologías de recirculación, las regulaciones y el incremento en los costos. Están conduciendo a la industria a los sistemas más intensamente manejados. A nivel mundial se apunta a un desarrollo de las densidades y volúmenes de producción y las tilapias constituyen su principal objetivo. Sin embargo, a un cuando el objetivo en todo el mundo es el de impulsar el cultivo de más peces con menor cantidad de agua, ciertamente este no debe ser el principal fundamento para evaluar un cultivo de peces. Tener un mercado demandante y ser capaz de vender los peces a más de su costo de producción será siempre la principal señal de éxito en el negocio de la acuicultura^{§§§§}.

4.3.3 Climatización de estanques

La superficie del agua de los estanques absorbe (en el día) o pierde (en la noche) calor, en este caso las aguas calientes de la superficie se tornan menos densas que las aguas frías, ocasionando una estratificación termal en el cuerpo de agua, haciéndose muy evidente cuando las diferencias en densidades de los estratos superiores e inferiores se hacen muy grandes, neutralizándose toda probabilidad de mezcla por la acción del viento y corriendo el riesgo de tener capas sobresaturadas de gases tóxicos inmovilizadas.

No es posible cultivar la mojarra en regiones donde las temperaturas sean menores de 22°C, en cultivos a cielo abierto. Esta limitante convierte a la mojarra roja en especie potencialmente aptas para cultivo en las zonas de mayores temperaturas de nuestro país, sin embargo propietarios de estanques en clima frío en algunas ocasiones hacen el intento de producir mojarra obteniendo muy lentos crecimientos y en algunas ocasiones fracasos en la siembra (Castillo, 1994).

^{§§§§} [Http://www.angelfire.com/a2/ingenieriaaagpiscicultura.htm](http://www.angelfire.com/a2/ingenieriaaagpiscicultura.htm)

4.3.4 Estabilización de la temperatura

La temperatura ideal del agua se sitúa generalmente en el intervalo de los 24°C a los 27°C. Una temperatura superior a los 27°C resulta muy elevada. A efectos de cálculo se elige como temperatura objetivo la de 27°C, (castillo, 1994), para efectos de estabilizar la temperatura en la finca la Pesca se aumento en promedio 4°C para un promedio entre 24 y 25°C. El requisito en que se basa esta hipótesis es el de conseguir que la temperatura del agua durante todos los meses sea de 24°C.

Un dimensionamiento que asegure una temperatura de 27°C en periodos de invierno hará que, si se mantienen los colectores solares en pleno servicio durante los periodos de verano, la temperatura del agua suba por encima de este valor, cosa no deseable.

Para evitar esto, se deberá anular la circulación a través del circuito de los colectores siempre que sea necesario e incluso, en aquellos días de mayor irradiación y temperatura, esta medida puede no ser suficiente. Se deberá entonces hacer funcionar el sistema solar durante la noche para que, forzando la circulación del agua recalentada del estanque a través de los colectores, lograr un cierto enfriamiento de la misma, al producirse una pérdida neta de calor en los colectores por radiación hacia el espacio, sin que simultáneamente reciban ninguna energía del sol, como sucedería durante el día (Meyer y Mejía, 1989). Para mantener una temperatura del agua estabilizada en torno a los 24°C durante el invierno, las pérdidas de calor que, por diversos efectos, ha de sufrir el agua del estanque a lo largo de 24 horas, han de ser exactamente compensadas por las aportaciones energéticas, tanto directas de los rayos solares al incidir sobre la superficie del agua, como las debidas a los colectores solares (invernaderos). Por tanto, se detallarán las diferentes formas por las que un estanque al aire libre pierde calor, haciendo que la temperatura del agua tienda a disminuir. En primer lugar, el agua pierde energía por radiación hacia la atmósfera. Estas pérdidas son más acentuadas por la noche, al ser la temperatura media de la atmósfera sensiblemente menor que la del día (Borja 2003, citado por Castillo 2000).

También existen pérdidas por evaporación, ya que para pasar al estado líquido al de vapor, el agua necesita una apreciable cantidad de energía por gramo evaporado, la cual obtiene a expensas del resto del agua líquida. El fenómeno de la evaporación se produce continuamente, pero depende fuertemente del grado de humedad atmosférico, de la temperatura del aire y de la velocidad del viento. Se

producen pérdidas por convección al tocar muy suavemente el aire constantemente la superficie del agua y que también dependen fundamentalmente de la velocidad del viento. Estas pérdidas pueden ser negativas en algunas ocasiones, es decir, el agua puede ser calentada por el aire en el caso de que este se encuentre a una temperatura superior a 24°C. Por último, existen pequeñas pérdidas por conducción a través del fondo y paredes laterales del estanque, pero son despreciables frente al valor de las pérdidas anteriormente descritas (Borja, 2003).

4.3.5 Uso de manta térmica

Es efectivo cubrir durante la noche la superficie del estanque con una manta aislante de plástico; de esta forma se anulan las pérdidas por evaporación y se reducen muy considerablemente las de radiación y convección. Existen en el mercado varios tipos de mantas para estanques. Las más sencillas están fabricadas de plástico transparente con burbujas de aire, similar a las láminas utilizadas para envolver objetos delicados en embalajes. Para mayor comodidad, la manta se suele recoger enrollándose alrededor de un eje situado en uno de los laterales del estanque. Otra ventaja adicional de la manta es que, mientras está puesta, evita que la suciedad, hojas y objetos se depositen en el estanque y, además, constituye una medida de seguridad si en el lugar hay niños pequeños que por accidente o descuido puedan caer al agua (Borja, 2003 citado por Castillo 2000).

El uso de la manta por las noches a veces es suficiente por si solo para conseguir una temperatura media del agua aceptable, sin necesidad de recurrir a la energía solar ni a ninguna otra fuente de energía, ya que minimiza las pérdidas de calor nocturnas que son las más importantes. Si se combina con un sistema de colectores solares, la manta supone ahorrarse una buena cantidad de metros de los mismos, según se comprobará al manejar las tablas, por lo que aun teniendo en cuenta que las mantas térmicas de calidad son caras, la inversión es rentable. Su uso es, pues, recomendado en casi todos los casos, incluso en el de estanques cubiertos, pues elimina la evaporación nocturna, haciendo innecesaria la ventilación (Meyer y Mejía, 1989 citados por Castillo 2000).

4.4 MARCO GEOGRAFICO

El Municipio de Vélez se encuentra ubicado al sur del Departamento de Santander, forma parte la provincia de Vélez y limita territorialmente; al norte con el municipio de Puerto Parra y Simacota; al Oriente con Santa Helena del Opón, La Paz, Chipatá y Güepsa; al sur – occidente con Barbosa; al sur Oriente con Guavatá; al Occidente con los municipios de Bolívar y Landázuri. Además el municipio se localiza entre las coordenadas planas: X = 1.147.000 m.N a la X = 1.217.000 m.N. y las coordenadas Y= 1.030.000 m.E a la Y = 1.055.000 m.E. La Cabecera municipal se encuentra localizada geográficamente a 6°01' latitud norte y 73°41' de longitud al oeste con respecto al meridiano de Greenwich.

Presenta límites físicos naturales representados al Norte y oriente con el río Opón que lo delimita con los municipios de Simacota y Santa Helena del Opón, al oriente con el río Quiratá, que lo separa del municipio de la Paz; con el municipio de Chipatá lo delimita la Loma Alta, La Cuchilla, el boquete de Jaime; al oriente y sur oriente la Quebrada Roperero lo limita de Güepsa y Barbosa; al sur – occidente la Quebradas Sacana, la Quebrada Canoas y Ceniza lo separa de Guavatá; al occidente con el municipio de Bolívar lo delimita las Quebradas Honda, Bohórquez, el Río Aguamiel y la Quebrada Amarillo, mientras con el Municipio de Landázuri el Río Blanco en algunas secciones de su curso y la Quebrada Larga.

4.4.1 El clima de Vélez

La precipitación en el municipio de Vélez varía entre los 2000 y 3000 milímetros anuales en el municipio. La distribución de las lluvias a lo largo del año presenta dos temporadas lluviosas y dos secas, con características muy similares al resto de la región Andina Colombiana.

Dada la variación y heterogeneidad del relieve del municipio las temperaturas medias anuales oscilan entre los 28°C a los 200 m.s.n.m. y los 14 °C a los 2530 m.s.n.m. La temperatura media de la cabecera municipal es de 16.5 °C considerando el gradiente medio anual de la temperatura en la zona que es de 0.60 grados centígrados por cada 100 metros. El clima de Vélez según la clasificación climática empleada es en su gran mayoría súper húmedo, con poca o ninguna deficiencia de agua durante el año. Además presenta los pisos térmicos

Cálido, Medio y Frío, ya que presenta alturas desde los 200 msnm hasta los 2700 msnm.

4.4.2 Localización de la vereda la palmera

La vereda la palmera se encuentra ubicada al oriente de la zona de influencia del casco urbano a una distancia de 1.8 kilómetro, a una altura de 2000 msnm, una temperatura de 17°C y una precipitación de 1898.5mm. En la vereda la palmera viven 90 familias dedicadas a la agricultura de caña, maíz, tomate, frijol, yuca, plátano, café, de acuerdo con el catastro aparece en el listado 252 predios de los cuales 144 de menos de 1 hectárea y 108 entre 1 y 5 hectáreas

En la vereda la palmera hay tres trapiches tradicionales, la mayoría de las familias siembran 0.75 has en caña, de maíz 0.5 hectáreas y tienen de una a dos vacas, les hace falta mejorar las vías y asistencia técnica permanente al proceso productivo a través de un proyecto productivo.³

4.5 MARCO LEGAL

En la década del 70 la aun naciente industria pesquera recibió un gran impacto cuando el gobierno Colombiano autorizó la importación de productos pesqueros, en la búsqueda de alternativas productivas se apoyo a la acuicultura en investigación, fomento, transferencia de tecnología y capacitación por parte del INPA, actualmente el INCODER y así logran entrar los primeros ejemplares a Colombia de forma oficial. Aunque al principio la introducción de la mojarra roja fue con el objeto de estudios de impacto ambiental (Castillo 2000).

La ley 2811 de 1974 y reglamentada en el decreto 1681 del 4 de agosto de 1978 el cual trata de los recursos hidrobiológicos. El artículo 138 del anterior decreto define la acuicultura como el cultivo de organismos hidrobiológicos con técnicas apropiadas en ambientes naturales o artificiales bajo control y según el objetivo en acuicultura experimental o científica entre otras como aparece en Art139. La experimental es el cultivo de organismos hidrobiológicos con el fin de investigar su comportamiento, ciclo biológico, alimentación y en general su biología, fisiología y ecología de cualquier especie endémica o exótica (Decreto 1681/78).

De acuerdo con la anterior ley, la producción de peces con fines de investigación o experimental, tratándose de especies endémicas o exóticos, se permite dicha producción siempre y cuando sea de manera sostenible en cuanto a la parte

ambiental, social y económica y hace especial énfasis en la protección de los recursos hidrobiológicos endémicos o de la nación.

Las autoridades ambientales competentes, en este caso las corporaciones son quienes otorgan los permisos con el fin de llevar a cabo explotaciones acuícolas ya sean de tipo privado para la comercialización y de investigación mediante el ART. 85.—Toda persona natural o jurídica, pública o privada que pretenda adelantar actividades de cultivo industrial o semindustrial deberá presentar personalmente y por escrito, solicitud de permiso en papel sellado al Inderena, por lo menos con los siguientes requisitos:

- a. Nombre, identificación, domicilio del solicitante.
- b. Nombre y domicilio del representante legal si se trata de persona jurídica.
- c. Lugar en el cual se pretende realizar la actividad e indicación de la corriente o depósito de agua que alimentará los estanques o que serán utilizados para el cultivo.
- d. Especie o especies que se pretende cultivar.
- e. Lugar del cual se pretenden obtener las ovas embrionadas, los alevinos o los reproductores.
- f. Plan de actividades^{*****}.

El doctor Castillo (2008) asevera que mientras que los productores de mojarra roja tienen que protegerla de un medio natural que es totalmente agresivo contra ella, muchos profesionales cuidan el medio ambiente de su supuesta agresividad, amparados tradicionalmente en argumentos tan peregrinos como que encontraron ejemplares de mojarra roja en el medio ambiente.

Sí la preocupación es la protección del medio ambiente y realmente tienen una sensibilidad conservacionista, estos mismos profesionales en colaboración con las entidades educativas superiores, deberían estar investigando sobre soluciones aplicables a nuestra realidad, creando verdaderos paquetes tecnológicos con especies nativas de potencial industria y comercia.

Se exigen los estudios de impacto de un pez rojo que introducido en la década de los 70 a nuestro continente, y que ha llegado en forma accidental o intencional, una y otra vez a todos nuestros sistemas hídricos continentales, costeros y

***** <http://www.faolex.fao.org/docs/texts/col1240>

marinos, si en verdad, tal como tradicionalmente se asevera tuvieran la agresividad y adaptabilidad al medio como se supone:

- ¿Por qué no existen ninguna comunidad de pescadores artesanales viviendo de la pesca de la mojarra roja en ríos, represas, esteros?
- ¿Por qué no existen reportes de sus capturas en los inventarios ictiológicos, que regularmente realizan Institutos, universidades, corporaciones, etc.?
- Porque su cultivo es aceptado “lógicamente con condiciones”, en todos los países desarrollados del planeta como: EU, Canadá, Francia, Inglaterra, Bélgica, Noruega y los nuestros con mayor potencial productivo, se trata de restringir al máximo por parte de los ecologistas.

En el campo internacional y valido para toda la producción acuícola de la Comunidad Europea y la FDA de EU tienen prohibido el uso de nitrofuranos y cloranfenicol en productos de origen animal para consumo humano e incluye progresivamente la gran mayoría de antibióticos.

Otra controversia con el cultivo de mojarra roja es el empleo de las hormonas para masculinizar, alrededor del cual se tejen muchas conjeturas:

Hay hormonas (esteroides) masculinizantes naturales como la 11beta-hidroxi-androstenediona, que es eliminada rápidamente por los peces, y sus metabolitos son similares a los liberados por los machos genéticos cuando están determinando sexo. Hay hormonas (esteroides) artificiales como la 17 alfa-metil-testosterona que es eliminada parcialmente por las branquias y sus metabolitos no existen en la naturaleza.

Normalmente residuos de hormona luego de un tratamiento hormonal de 21 a 28 días, puede detectarse en el sedimento del fondo de los estanques aun 84 días (8 semanas) de finalizado el tratamiento. El uso prolongado de esta hormona si puede inducir intersexualidad gonadal y feminización paradójica ya que hipotéticamente por la acción enzimática de al aromatasa esta hormona MT se convierte en estrógeno.

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN

Para evaluar el funcionamiento del invernadero en un clima medio durante la producción y crecimiento de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) inicialmente se realizó un ensayo en la finca la Pesca vereda la Palmera del municipio de Vélez. Esta vereda se encuentra localizada a una altura de 2000msnm, donde llueve entre 8 y 10 con un promedio anual de de 1898.5mm y una temperatura promedio de 17°C¹⁸.

Durante el desarrollo de la investigación se utilizaron alevinos de mojarra roja (*Oreochromis sp*) con un peso de 7g y una talla inicial de 3cm los cuales se obtuvieron en la misma estación piscícola. El cultivo se llevo a cabo en una laguna en tierra, que tenia un área de 192 m² en espejo de agua.

Antes de realizar la siembra se hizo una fertilización orgánica y sintética siguiendo las recomendaciones del Dr. Cuadrado,* estas técnicas consisten en aplicar 300g de cal, 30g de triple quince y 300g de boñiga fresca de bovino por metro cuadrado. Esta fertilización se hizo con el fin de aumentar la productividad primaria del lago, mejorar la población de plancton y aumentar la disponibilidad de alimento en las primeras semanas de vida de los alevinos.

5.1.1 Métodos

Al no existir estándares certificados en la construcción de invernaderos sobre lagos piscícolas, permitió construirlo con condiciones propias, el invernadero tenia una altura de 1,80 m sobre la superficie del lago, y estaba cubierto por una manta plástica calibre # 8, escogimos esta altura, por su fácil control y manejo de material, además de su bajo costo, por otro lado los vientos no provocarían un deterioro del plástico por rasgones.

¹⁸ Libro 2 Diagnóstico Vélez. Componente físico-Biótico. Monografía en CD-ROM

* ENTREVISTA con Ricardo Cuadrado. Médico Veterinario. Barbosa. 2009.

Posteriormente se evaluó el desempeño productivo de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) durante el ciclo de producción en clima medio, se utilizaron 1000 alevinos sembrados a una densidad de 5.2peces/m² alimentados con piensos comerciales el cual se suministro en número de raciones y cantidad según la biomasa presente en la explotación y la temperatura del agua.

5.1.2 Técnicas de evaluación

Durante el ciclo de producción de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) con el aumento de la temperatura se evaluaron las siguientes variables:

- a) El crecimiento en biomasa de la población: Talla, peso, conversión alimenticia y tasa de crecimiento absoluta.
- b) La tasa de mortalidad
- c) La productividad primaria presencia de bioindicadores.
- e) factores físico-químicos del agua como: temperatura promedio y pH respectivamente y biológicos la turbidez del agua.

El alimento se disperso al voleo en la superficie del agua. La cantidad de alimento se calculo como un porcentaje de la biomasa húmeda equivalente al 10%. La ración para el estanque se repartió de acuerdo con el peso de los animales. Se hizo un muestreo pesando el 5% de los peces sembrados, teniendo cuidado de tomar las muestras en varios puntos del estanque (entrada de agua, mitad del estanque y salida de agua) procurando que fuera lo más representativa posible, y posteriormente se hacia un cálculo aproximado de biomasa.

A partir de la tercera semana de sembrados los peces, en unos intervalos de 15 días y seleccionando de manera aleatoria una muestra del 1% del total de la población. Se determinaba la ganancia de peso, talla, conversión de alimento y crecimiento absoluto.

El crecimiento se evaluó mediante el cálculo de la tasa de crecimiento absoluto, calculado como $(P_f - P_i)/t$, donde P_f y P_i corresponden a los pesos promedios final e inicial respectivamente y t el tiempo de de cultivo¹⁹.

¹⁹ GUEVARA Y ACUÑA. Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido de *Colossoma macroponum X piaractus brachypomus*. Tucupita. Venezuela. 2002.

Para evaluar los parámetros ambientales se realizaron varias medidas, en la temperatura ambiental y superficial del agua se hicieron diariamente para posteriormente sacar un promedio de estos dos factores. Estos registros se tomaron durante las horas de la mañana y horas de la tarde para determinar los picos altos y bajos de temperatura.

5.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

La bibliografía citada acerca de la piscicultura bajo invernadero es el grupo de control o son los lineamientos básicos para comparar la evaluación del proyecto y corroborar los resultados obtenidos.

Además de contar ya con un documento en el cual se evaluó el crecimiento de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) bajo invernadero hasta la fase de levante como fuente secundaria de información, se cuenta con la colaboración del director de proyecto formado en el sector pecuario como productor y con título universitario en producción animal y medicina veterinaria. Así como el médico veterinario el Dr. cuadrado quien ha apoyado desinteresadamente la propuesta desde su gestación hasta el desarrollo de esta en campo, realizando valiosísimos aportes a la investigación del proyecto y proporcionando elementos claves para el desarrollo del experimento en campo, conformarían las fuentes de información primaria.

5.3 INSTRUMENTOS

Los instrumentos usados para el desarrollo de este estudio son prácticamente los mismos equipos o materiales de campo que se requieren para un manejo normal en cualquier granja piscícola, sólo difieren en que usamos algunos termómetros ambientales, termómetro de sonda para la toma de temperatura del agua, así como una gramera, disco secchi y un pH-metro. Los demás elementos son una red para la captura, baldes, disco Secchi, programa de cálculos estadísticos, etc.

5.4 TIPO DE ESTUDIO

Al establecer el efecto de una variable independiente (llamada también tratamiento) sobre otra variable dependiente, es conveniente utilizar el método investigación experimental, el cual nos permite realizar mediciones u

observaciones, debido a que este tipo de diseño busca explicar la relación causa-efecto de la utilización de invernaderos o cobertizos en la producción de mojarra roja (*Oreochromis sp*) y el efecto en el microclima sobre el espejo de agua, controlando al máximo las variables extrañas puesto que se va a realizar en un ambiente natural²⁰.

El diseño experimental al aislar la variable independiente de interés pretende eliminar, en lo posible, cualquier variable extraña (de confusión) que pueda interferir en la relación y distorsionar las conclusiones sobre la variable independiente y dependiente en estudio²¹.

Además se requiere de una planeación y estructuración detallada y cuidadosa. Este tipo de investigación va mas allá del minimizar el error sistemático y maximizar la confiabilidad, ella busca establecer conclusiones inequívocas sobre causalidad²².

5.4.1 Diseño experimental

Para este caso se utilizó el diseño completamente al azar en donde al grupo experimental se le aplicó como variable independiente la estructura de invernadero o cobertizos para la climatización del agua, y los cambios en la variable dependiente se vean reflejados en los parámetros productivos (crecimiento absoluto, talla, conversión de alimento, mortalidad, productividad primaria, los rendimientos por unidad de área y el manejo de la piscicultura bajo atmósfera controlada durante las fases de crecimiento y engorde de la Mojarra roja (*Oreochromis sp*) y parámetros ambientales y físicos (temperatura, turbidez, luz, color de agua), químicos (pH, Oxígeno) y biológicos (descomposición de la materia orgánica, Zooplancton y fitoplancton).

El grupo de control es la información hallada en la literatura en lo referente a la producción de mojarra roja y a los parámetros normales aledaños al sitio de influencia de veredas de los municipios de Vélez, Barbosa, Puente Nacional.

²⁰ CASTILLO, Mauricio. Guía para la formulación de proyectos de investigación. Bogotá. 2004 p. 67

²¹ LERMA, Héctor. Metodología de la investigación. Bogotá. 2001. p. 68, 90-95

²² GUTIERREZ, Carlos Alberto. Investigación de Mercados Agropecuarios. Bucaramanga. 2003. p. 156

5.5 HIPOTESIS

5.5.1 Hipótesis Alternativa

El tiempo de producción de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) para alcanzar un peso promedio de 350 gramos en climas medios, se puede lograr en 6.5 meses, al climatizar el agua bajo el sistema de cobertizos o de invernaderos. El aumento en la temperatura del agua mejora los parámetros óptimos para la actividad metabólica y fisiológica del híbrido que redunde en un mayor desempeño productivo.

5.5.2 Hipótesis Nula

El desempeño productivo de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) en clima medio no se podrá mejorar, debido a que los cobertizos o sistemas de invernadero no logran aumentar la temperatura del agua en los rangos óptimos para un crecimiento adecuado de la mojarra roja y tampoco permite un manejo adecuado de la piscicultura.

5.6 DEFINICIÓN DE VARIABLES

5.6.1 Variable independiente

La climatización del agua en clima medio, a través de estructuras de cobertizos y/o de invernaderos, busca la modificación de la temperatura del agua, al aumentarla como mínimo en 4°C, de tal manera que el agua no sufra cambios bruscos en la temperatura y se mantenga un rango óptimo para el crecimiento de la mojarra roja (*Oreochromis sp*), desempeño productivo y la calidad del agua.

5.6.2 Variables dependientes

La calidad del agua para la explotación de mojarra roja (*Oreochromis sp*) afecta de un modo u otro el crecimiento de los peces, el comportamiento, los rendimientos por unidad de área, la productividad primaria y el manejo de la piscicultura.

Implicita la temperatura a la calidad del agua, es la variable que se esta manipulando con el fin de mejorar el desempeño productivo de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) en clima medio en índices de crecimiento como son: la ganancia de peso, talla, conversión de alimento y el crecimiento absoluto.

5.7 REGISTROS PARA RECOLECTAR LA INFORMACIÓN

La forma de registrar los datos se preparo con anterioridad siguiendo el cronograma de actividades. La información fue recolectada mediante la toma y registro de la temperatura semanalmente, así como el registro de las variaciones químicas (pH) y físicas (temperatura) mediante el método de observación directa estructurada (termómetros ambientales y de sonda, peachímetro, disco secchi).

El desempeño productivo de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) en los parámetros de crecimiento se realizan a través de muestreos de la biomasa húmeda cada 15 días y se registran en los registros que se muestran abajo. Los registros que se usaron para recolectar la información son los que aparecen en los anexos: ANEXO D.

5.8 POBLACIÓN²³

La población para la muestra piloto fue aproximadamente de 1000 peces, alevinos que tenían un peso inicial de 3gr aproximadamente. Estos peces fueron procedentes de piscifactorías del departamento del Meta y se sembraron a una densidad de 6 peces/m². Con unas condiciones adecuadas de alimentación, recambio de agua, control de malezas y abonado de los lagos o productividad primaria, esto era con el fin de mantener el hábitat con unas condiciones óptimas para el desarrollo de estos organismos.

²³ LERMA, Op. Cit., p.

5.8.1 Selección de la muestra

Para determinar el peso promedio o crecimiento de los alevinos de mojarra roja (*Oreochromis sp*) a la tercera semana de vida sembrados bajo el sistema de invernadero, se tomo una muestra que fuera representativa para toda la población como se describe a continuación.

a) Se definió trabajar por criterio propio un porcentaje de error del 10% y una confiabilidad del 95%.

b) Se seleccionaron al azar como muestra piloto el 10% de la biomasa húmeda de la población de mojarra roja (*Oreochromis sp*), la cual equivale 100 alevinos del total de la población.

c) sería muy tedioso pesar a cada uno de los alevinos, entonces se tomo la decisión de seleccionar el marco muestral de la siguiente manera: la biomasa se peso en lotes de 10 alevinos y se determino la media del peso de los 10 lotes y luego el promedio del peso de cada alevino como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 8. Crecimiento en peso de la muestra piloto

No. Lote ($X_{1\dots}$)	No. alevinos	Peso
1	10	140.5
2	10	141
3	10	149
4	10	150
5	10	150
6	10	145
7	10	152
8	10	146
9	10	153
10	10	155
Total (n)	100	1481.5

d) calculamos la media (\bar{x}) de los pesos por lote y por animal.

$\bar{x} = 148.15$ Es la media del peso de los lotes

$\bar{x} = 14.815$ Es la media del peso de cada uno de los alevinos que hacen parte de la premuestra.

e) Después calculamos la varianza (S^2) bajo la siguiente formula:

$$(S^2) = \frac{\sum (X_{1..} - \bar{X})^2}{n-1}$$

$$(S^2) = \frac{217}{9}$$

$$(S^2) = 24.11$$

f) Cálculo del error de muestreo (d) y el porcentaje de confianza (t)

d = (% de error)(media de las observaciones)

$$d = (0.1) \times (148.15)$$

$$d = 14.815$$

Para efectos de experimentos pecuarios y agroindustriales se utiliza un porcentaje de confianza del 95% a lo que corresponde un $t = 1.96$

g) Primera aproximación al tamaño de la muestra (n_o) bajo la siguiente formula:

$$n_o = \frac{S^2}{\frac{d^2}{t^2}}$$

$$n_o = \frac{24.11^2}{\frac{14.815^2}{1.96^2}}$$

$$n_o = 10.17$$

h) Calculo del tamaño de la muestra (n)

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

$$n = \frac{10.17}{1 + \frac{10.17}{1000}}$$

Donde (N), es el número total de los elementos que conforman la muestra²⁴.

i) Tamaño de la muestra (n) = 10.17 alevinos, para conservar el nivel de confiabilidad aproximamos a 11 alevinos como el número total de la muestra para realizar las observaciones de criamiento de la mojarra roja (*Oreochromis sp*).

El tamaño de la muestra se aplico para determinar cual fue la ganancia de peso, la longitud promedio, el índice de conversión y la tasa de crecimiento absoluto. Por otro lado para tomar las muestras entomológicas, y realizar su posterior análisis fue necesario hacer colectas, del fondo del lago, taludes y el espejo del agua, dos replicas durante la ejecución del proyecto.

5.9 PLAN DE ANÁLISIS

Todas las investigaciones cuantitativas manejan información numérica, en este proyecto se aplicaron análisis estadísticos de tasas de crecimiento, frecuencias relativa y frecuencias acumuladas para demostrar la efectividad del uso de invernaderos en la climatización del agua y el desempeño productivo de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) para verificar la hipótesis y para describir los hechos²⁵. Para entender los conceptos estadísticos nos apoyamos en tablas, registros de producción, cuadros estadísticos y gráficos.

5.10 TASA DE ALIMENTACIÓN

Los peces se alimentaron con piensos comerciales de la línea Itacol, la alimentación se programo en una dieta para el levante con un porcentaje del 45% de proteína hasta los 90 gramos de peso por animal, y se remato con una dieta con el 25% de proteína para la ceba hasta el sacrificio (340-350 gramos por animal).

El alimento se asperjo sobre el espejo de agua con varias replicas al día y cantidades que se ajustaban a la etapa y al tamaño de los peces, por ejemplo cuando se encontraban en la fase de levante se consumió un total de alimento de 183.19 Kg que es equivalente a 4.58 bultos y en fase de engorde el total de alimento fue 1.064 Kg que equivalen a 26.6 bultos.

²⁴ CONTRERAS, Carlos *et al.* Seminario de Investigación Avanzada. Bucaramanga. 2003. p 57-60

²⁵ LERMA, Op. Cit., p. 106-107

Tabla 9. Tasa de alimentación en levante de la mojarra roja (*Oreochromis sp.*)

TASA DE ALIMENTACIÓN PARA EL LEVANTE								
Tiempo	Peso /alevino	Peso biomasa	Razón Alimento	Cantidad alimento diario	# de comidas	cantidad de alimento por comida	Cantidad total alimento	Alimento acumulad.
semanas	gr	kg	%	kilos	#	gr	Kilos	kilos
3°	7	7	10	0.7	4	175	9.8	9.8
5°	14.81	14.81	8	1.185	4	296	16.59	26.39
7°	21	21	7	1.47	3	490	20.58	46.97
9°	48	48	6	2.88	3	960	40.32	87.29
11°	65	65	5	3.25	3	1000	45.5	132.79
13°	90	90	4	3.6	3	1200	50.4	183.19

Tabla 10. Tasa de alimentación para la ceiba o engorde.

Tiempo semana s	Peso/a levino	Peso biomasa	Razón Alimento	Cantidad alimento diario	# de comidas	cantidad de alimento/comida	Cantidad total alimento	Alimento acumulad.
semana	gr	Kg	%	kg	#	gr	Kg	Kg
15	130	130	4	5.2	2	2600	72.8	255.8
17	170	170	3	5.1	2	2550	71.4	327.2
19	200	200	3	6	2	3000	84	411.2
21	240	240	3	7.2	2	3600	100.8	512
23	270	270	2.5	6.75	2	3375	94.5	606.5
25	290	290	2.5	7.25	2	3625	101.5	708
27	320	320	2	6.4	2	3200	89.6	797.6
29	350	350	2	7	2	3500	98	895.6
31	385	385	2	7.7	2	3850	107.8	1003.8
33	420	420	2	8.4	2	4200	117.6	1121
35	450	450	2	9	2	4500	126	1247
TOTAL ALIMENTO							1064	1247

6. RESULTADOS

Los resultados de cada uno de los aspectos importantes en la producción de mojarra roja (*Oreochromis sp*) serán expuestos a continuación.

Tabla 11. Crecimiento de la mojarra roja (*Oreochromis sp*)

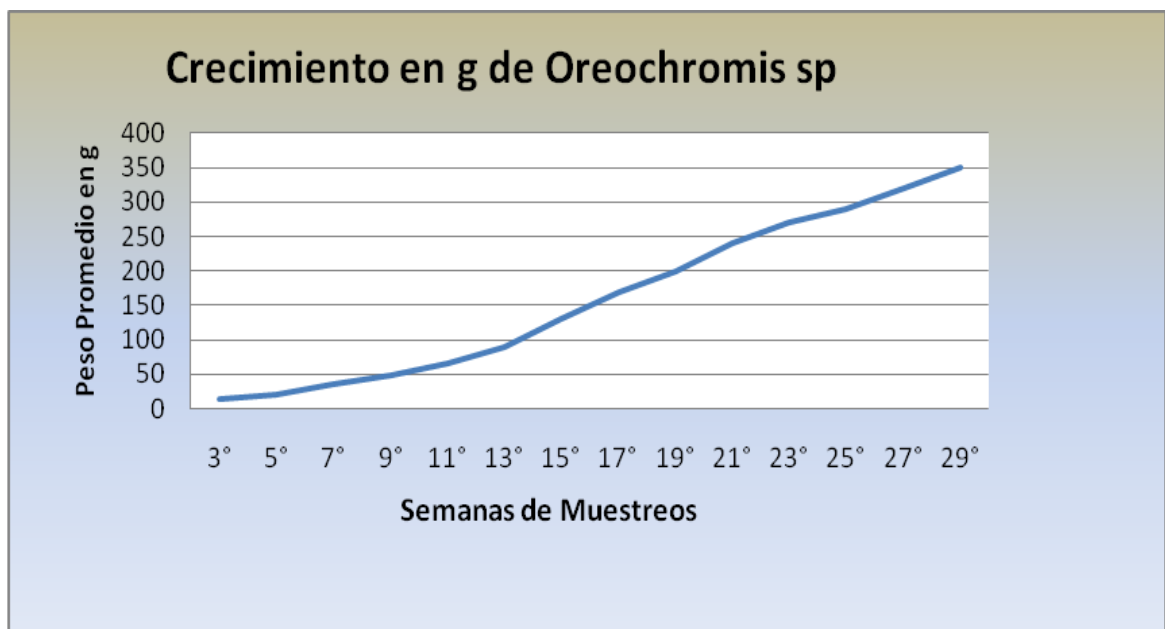
SEMANAS DE MUESTREO	PESO PROMEDIO (g)	LONGITUD PROMEDIO (cm)	ÍNDICE DE CONVERSIÓN	TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO
3°	14.185	7.5	0.66: 1	0.0815
5°	21	8	1.2: 1	0.144
7°	35	10.5	0.98: 1	1
9°	48	11	1.3: 1	0.8
11°	65	12	1.47: 1	1
13°	90	13	1.4: 1	1.78
15°	130	13	1.5: 1	2.85
17°	170	14	1.6: 1	2.86
19°	200	14	1.7: 1	2.14
21°	240	15	1.8: 1	2.86
23°	270	15	2: 1	2.14
25°	290	16	2.2: 1	1.43
27°	320	18	2.2: 1	2.14
29°	350	18	2.3: 1	2.14

6.1 CRECIMIENTO EN BIOMASA DE LA POBLACIÓN

El crecimiento en biomasa es uno de los aspectos más importantes de nuestra investigación ya que ella nos mostrara los avances de nuestro método. En la siguiente tabla se muestra el consolidado de la evolución del crecimiento de la biomasa del proyecto, en el cual se realizaron los siguientes cálculos:

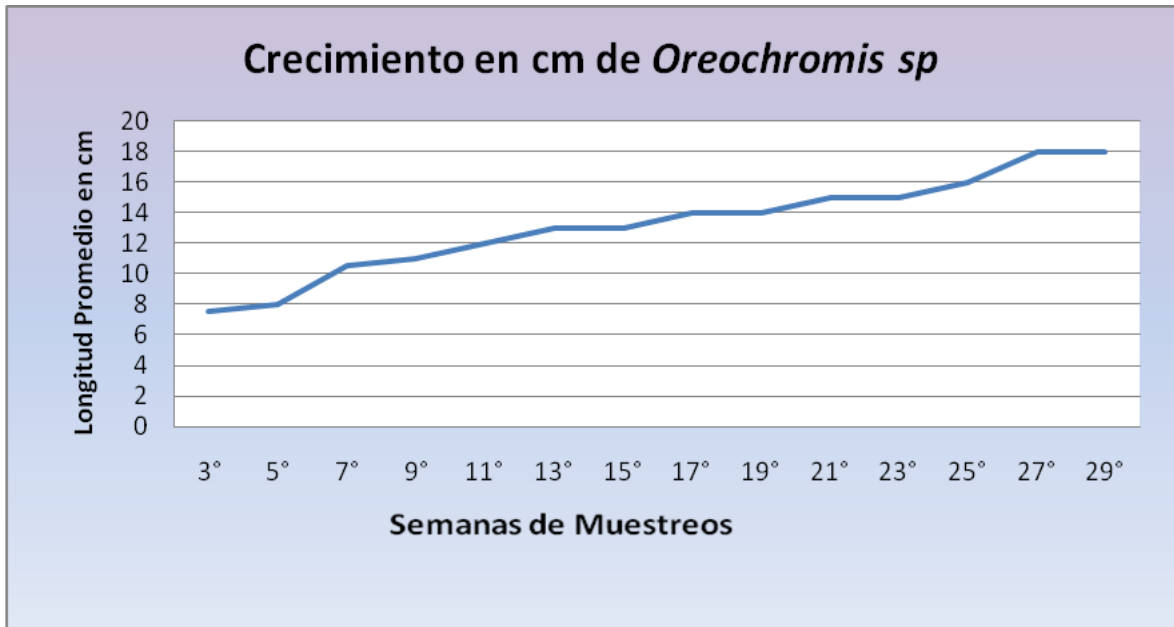
La ganancia de peso en mojarra nos mostro un crecimiento de tipo sigmoideo, ya que se observo que hasta la semana 28, la población estaba invirtiendo la mayor parte de los recursos en el incremento de masa. En un ecosistema cerrado como lo es un lago piscícola la capacidad de carga es una limitante muy importante, ya que esta frena ciertos procesos biológicos o los estimula, durante la investigación nuestro ecosistema de aguas lenticas permitió un gran incremento de la masa de los peces hasta el último muestreo, lo cual indica que nunca llego al máximo de capacidad de carga el ecosistema situación que se puede observar en la Figura 1.

Figura 1. Evolución del crecimiento en g de la población de mojarra roja (*Oreochromis sp*) bajo invernadero



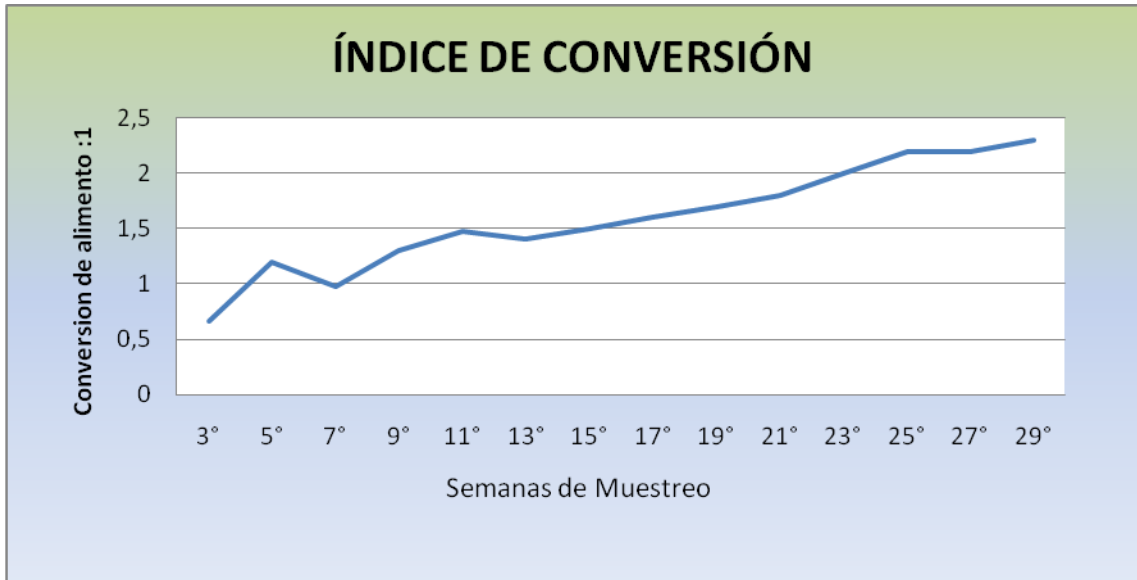
Otro factor importante durante la producción de la mojarra roja es el incremento de talla, durante nuestro cultivo se observo un incremento en centímetros hasta la semana 27 que alcanzo al hasta los 18cm, cifra que se mantuvo intacta hasta la semana 29 por lo que se convirtió en el valor máximo, la talla es importante en el momento de valorar la biomasa como conjunto en la producción (Figura 2.).

Figura 2. Crecimiento en cm de la mojarra roja en 29 semanas bajo invernadero



A diferencia de lo que muestra la figura 1 y 2. Sobre el crecimiento en biomasa de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) donde los peces ganan la mayor talla al inicio del cultivo desde la primer semana de siembra hasta la semana 9 y 11, este comportamiento se debe a que el metabolismo detiene su crecimiento y empieza a usar la mayor parte de los recursos alimenticios en la formación de músculo, por lo que ya no va a haber un crecimiento en longitud sino en músculo, en estas proporciones así como los animales crecen también aumenta el consumo de alimento, por lo que fue necesario realizar el cálculo del índice de conversión de alimento correlacionado con el crecimiento en biomasa para que no les hiciera falta nutrientes a la población de animales no solo durante el engorde sino también durante la maduración (Figura 3).

Figura 3. Índice de conversión de alimento (biomasa bajo invernadero): 1



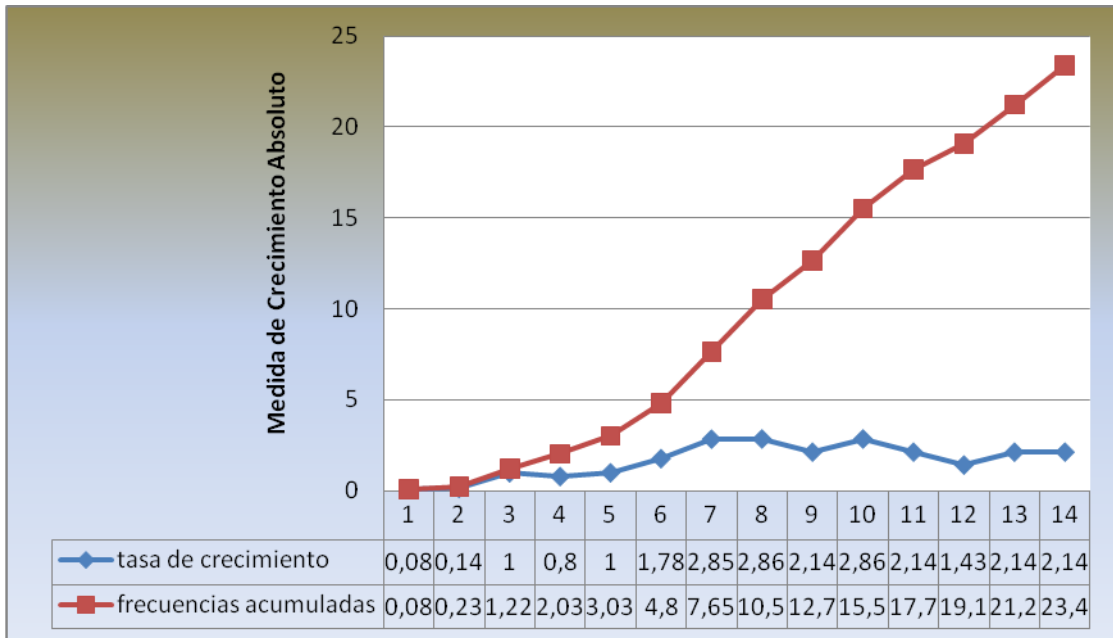
6.2 TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTA

El crecimiento fue evaluado mediante el cálculo de la tasa de crecimiento absoluto, calculado como $(P_f - P_i)/t$, donde P_f y P_i corresponden a los pesos promedios final e inicial, respectivamente y t es el tiempo de cultivo (Acuña y Guevara 2002)²⁶.

Como se puede observar ...en la Figura 4... el crecimiento de la mojarra es una constante bajo las condiciones ambientales optimas, sin embargo hubieron muestreos en las que la tasa crecimiento fue mayor al resto, esto posiblemente se deba a condiciones ambientales que se presentaron durante esas fechas.

²⁶ GUEVARA Y ACUÑA. Evaluación de dos dietas comerciales sobre el crecimiento del híbrido de *Colossoma macroponum X piaractus Brachypomus*. Tucupita. Venezuela. 2002.

Figura 4. Frecuencia de la tasa de crecimiento absoluto de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) cultivada bajo invernadero.



En la anterior figura se puede observar que el mayor porcentaje de ganancia de peso se alcanzó en el séptimo y octavo muestreo y posteriormente en el décimo. Se empieza a observar una mayor homogeneidad en el peso de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) a medida que los peces van rematando su fase de crecimiento y entran a la fase de pre-engorde. Opuesto a lo que sucede con la talla, la mojarra tiende a ganar más talla al inicio del cultivo que en las etapas ya de engorde o ceba.

La tasa de crecimiento absoluto de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) hasta la semana 28 (muestreo 14) visibiliza un comportamiento progresivo y una ganancia de peso homogénea en la población, sin embargo un leve descenso en la tasa de crecimiento entre la semana 9 y 11, posiblemente se deba a un cambio brusco en las temperaturas del agua que afectó el metabolismo de los organismos invirtiendo su mayor energía en la adaptación de la temperatura y no en el incremento de masa, después de la semana 28 de crecimiento los peces ya no mantienen un crecimiento acelerado sino que empiezan a usar el alimento consumido en el mantenimiento y no para la formación de músculo. (Figura 5.)

Figura 5. Evolución del Crecimiento absoluto de la biomasa en 28 semanas de cultivo.

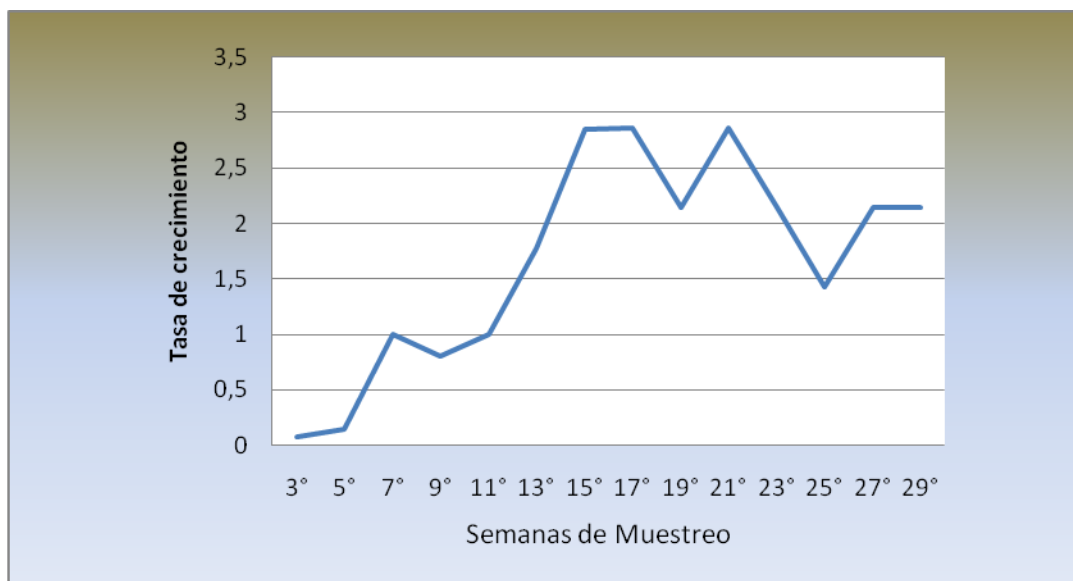
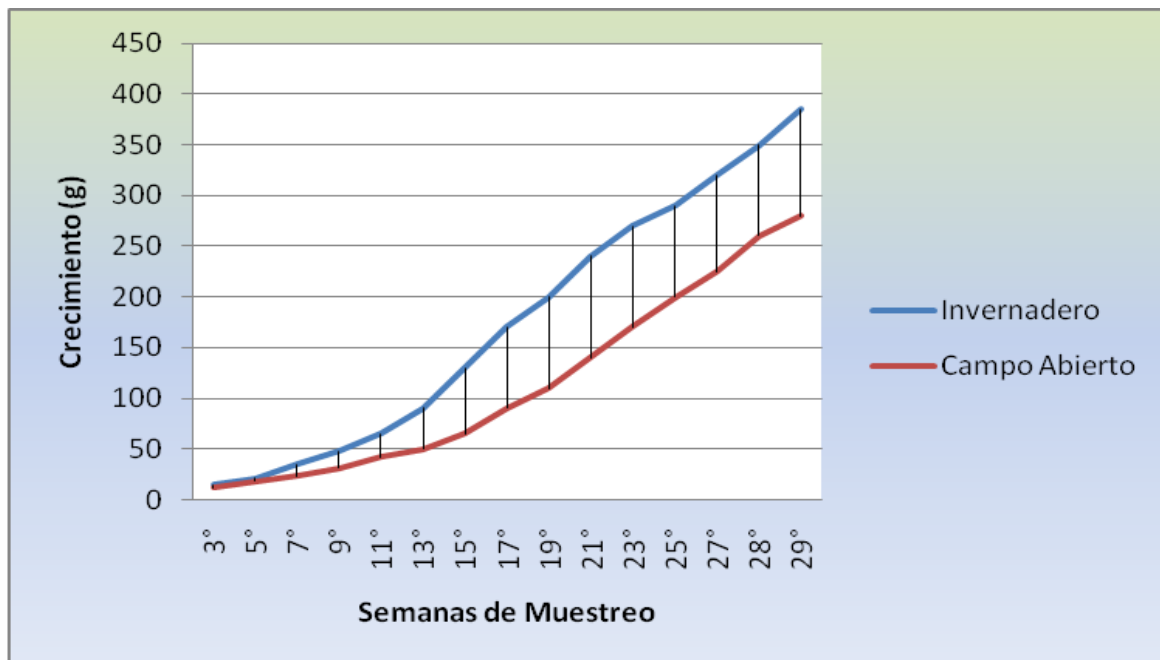


Tabla 12. Ganancia de peso de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) bajo invernadero vs la cultivada a campo abierto.

Semanas De Muestreos	PESO (g)	
	Invernadero	Campo Abierto
3°	14.815	12
5°	21	18
7°	35	23
9°	48	31
11°	65	42.2
13°	90	50
15°	130	65
17°	170	90
19°	200	110
21°	240	140
23°	270	170
25°	290	200
27°	320	225
28°	350	260

Figura 6. Análisis comparativo del cultivo de la población de mojarra roja (*Oreochromis sp*) bajo invernadero y en campo abierto.



En la figura 6. Se muestra que a partir de la quinta semana de cultivo, el crecimiento de los peces bajo invernadero muestra un rango de amplitud en biomasa (g) significativo en comparación con los cultivados en campo abierto. Esto nos demuestra que los peces (*Oreochromis sp*) al tener temperatura constante y óptima para su desarrollo adquieren un mayor peso en poco tiempo, debido a que su tasa metabólica se estabiliza.

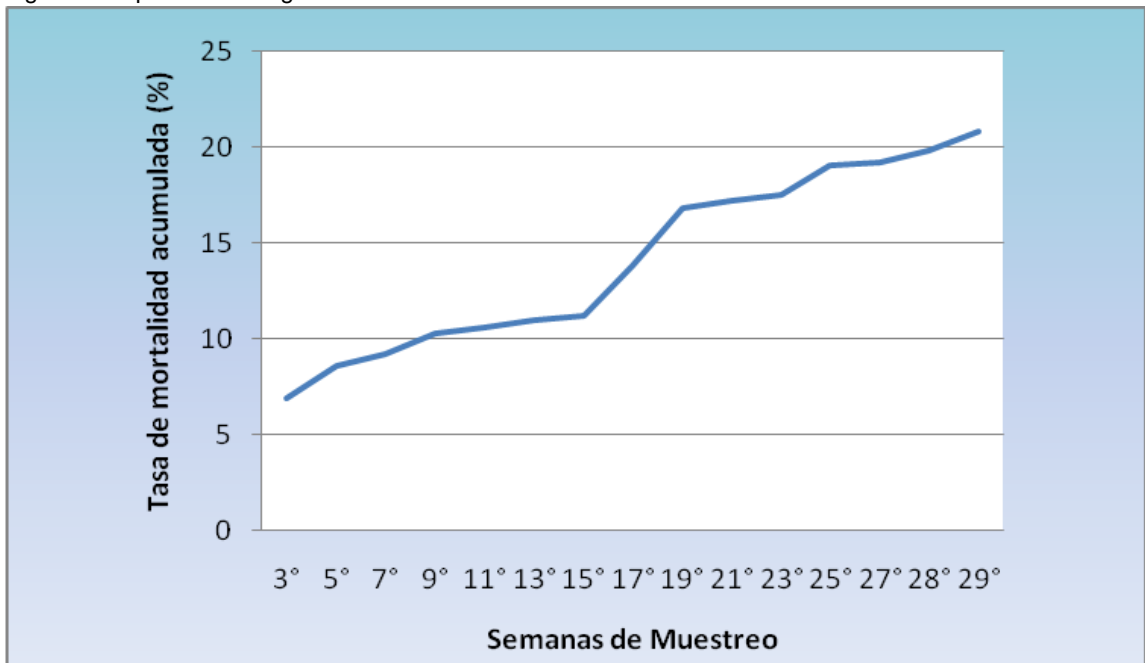
6.3 TASA DE MORTALIDAD

Otro punto importante en el desarrollo de nuestra investigación fue la tasa de mortalidad, es decir el número de individuos que morían durante los muestreos cada 2 semanas se realizó un consolidado de la población muerta que constaba de los peces que aparecieron muertos sobre el espejo de agua. Esto nos arrojó como resultado un estimativo de 20.8% de la población (tabla13.) (Figura 7.)

Tabla 13. Tasa de mortalidad acumulada en porcentajes

Semanas de muestreos	tasa de mortalidad acumulada en %
3°	6,9
5°	8,6
7°	9,2
9°	10,3
11°	10,6
13°	11
15°	11,2
17°	13,8
19°	16,8
21°	17,2
23°	17,5
25°	19
27°	19,2
28°	19,8
29°	20,8

Figura 7. Representación grafica de la tasa de mortalidad



6.4 PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

Para determinar la productividad primaria se realizó un estudio de bioindicadores con el fin de confirmar la presencia de larvas (zooplancton) que son aprovechadas como alimento en las primeras semanas de vida de la mojarra, además con el fin de asegurar las buenas condiciones del ecosistema para el cultivo de la especie. El factor biológico evaluado fueron los insectos acuáticos, y se analizaron por medio del índice BMWP' (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988). Dando como resultado:

- La presencia de las familias: *Corixidae*, *Gerridae*, *Notonectidae*, *Culicidae*, *libellulidae*, *Curculionidae* y *Belostomatidae* (*Belostoma sp.*). También hubo presencia de Artrópodos de la familia *Arachnidae*.

Esto permitió determinar que el sistema estudiado tenía un nivel de fertilización orgánica y química aceptable, y que no había saturación de materia orgánica en el ecosistema acuático.

En conclusión Este estudio entomológico dio como resultado; que aunque no se encontraron bioindicadores las condiciones del ecosistema sí eran aptas para un cultivo bajo monitoreo y que las fertilizaciones se debían realizar teniendo en cuenta la turbidez del agua y el suministro adecuado de alimentación.

6.5 ANALISIS BIOLÓGICO

6.5.1 Turbidez del agua

La turbidez del agua se monitoreó con el disco secchi, al inicio de la siembra de los alevinos y en las semanas 17 a 21, el cual nos determinó la coloración del agua y el uso adecuado de la fertilización orgánica. Al inicio de la siembra en las semanas del 5 al 7 las lecturas del disco secchi nos indicaron una lectura de 50 cm, eso confirma la poca disponibilidad de alimentación para los alevinos y una coloración del agua parda, también se le atribuye esa coloración al invierno que en esas semanas se presentaba en la zona y las aguas de escorrentía terminaban en el lago.

Después de la tregua invernal, se realizó una fertilización orgánica con estiércol de bovino en la semana 16 y se volvió a monitorear en las semanas 19, 21, 24, 27

en las cuales ya encontramos unas aguas mas turbias con una lectura del disco secchi entre 25 y 40cm, pero con una coloración mas verdosaVéase el anexo C3.... En la siguiente tabla se muestra los resultados arrojados durante la toma de muestra de turbidez o coloración del agua.

Tabla 14. Lecturas de la coloración mediante el disco secchi

Semanas de muestreo	Lecturas en el disco secchi en cm
4°	52
5°	48
6°	50
7°	51
19°	40
21°	37
24°	30
27°	25

6.6 COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA EN EL AGUA Y EL AMBIENTE

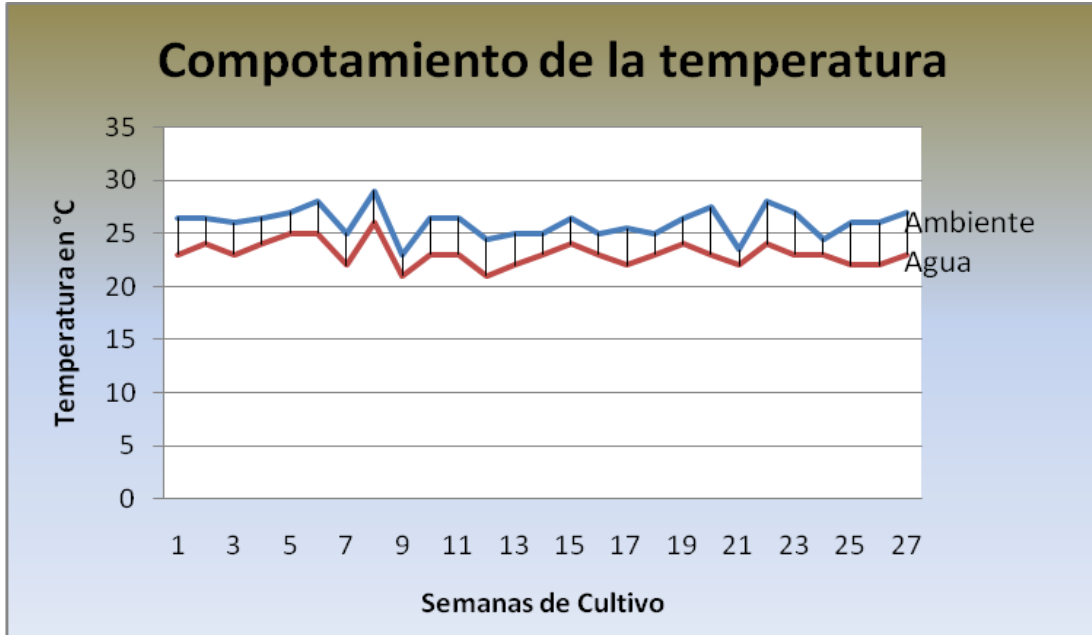
La temperatura del agua juega un gran papel para los organismos acuáticos, ya que influye en el metabolismo y el crecimiento (pagina de internet Brown, 1957). La experiencia muestra que las tasas de crecimiento óptimas se pueden esperar entre 23 ° y 27 ° C, mientras que los niveles de temperatura por debajo o por encima de este rango pueden resultar en menores tasas de crecimiento. Tome el consumo de oxígeno de la carpa común, por ejemplo, que disminuye a bajas temperaturas, pero aumenta a 28 ° C a 32 ° C, según la influencia de las temperaturas imperantes en el medio ambiente (Korovin *en alabastro* y Lloyd, 1982, citados por Castillo 2000).

En la Tabla 14 se detalla el promedio de las temperaturas registradas en cada una de las semanas de cultivo, algunas de ellas se tuvieron en cuenta para hacer la comparación entre la ganancia de peso y los promedios de temperatura tanto de los peces criados bajo invernadero y los resultados de los peces criados a campo abierto en el primer estudio.

Tabla 15. Temperatura ambiental y temperatura del agua

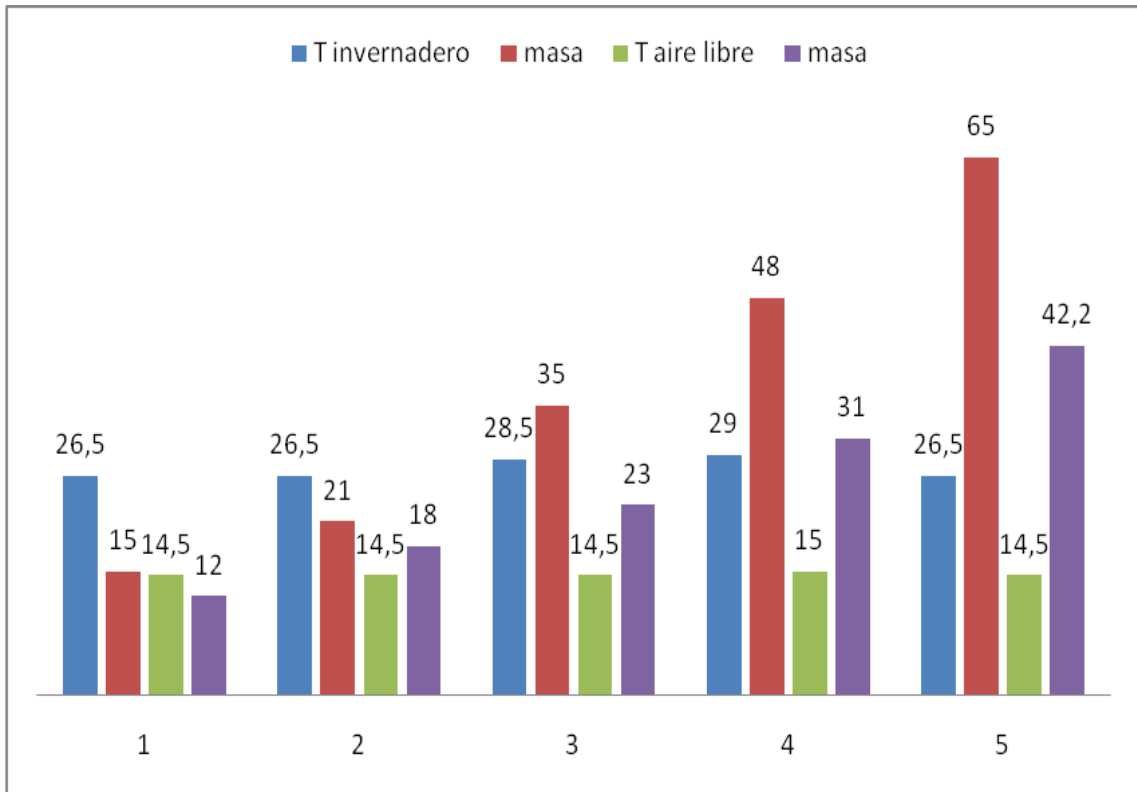
SEMANAS	Lecturas de la temperatura ambiental y del agua del lago bajo invernadero			
	LECTURAS EN HORAS DE LA MAÑANA (Máxima)	LECTURAS HORAS DE LA TARDE(MÁXIMA)	PROMEDIO	AGUA
2	16	37	26.5	23
3	19	34	26.5	24
4	17	35	26	23
5	19	34	26.5	24
6	18	36	27	25
7	20	37	28	25
8	17	33	25	22
9	18	40	29	26
10	15	33	23	21
11	18	35	26.5	23
12	18,2	34,8	26.5	23
13	19	30	24,5	21
14	17	33	25	22
15	15	35	25	23
16	17	36	26.5	24
17	16	34	25	23
18	16	35	25,5	22
19	16	34	25	23
20	20	33	26,5	24
21	20	35	27,5	23
22	20	27	23,5	22
23	19	37	28	24
24	17	37	27	23
25	17	32	24,5	23
26	16	36	26	22
27	15	37	26	22
28	16	38	27	23

Figura 8. Comportamiento de la Temperatura ambiental y la temperatura del agua bajo invernadero



En la figura 8 se puede observar que las variaciones en la temperatura con el uso de la manta térmica presenta oscilaciones por debajo de los 6°C; según Rodríguez y Anzola (1993) los cambios bruscos en la temperatura paralizan el metabolismo en los peces y aumenta los niveles de estrés. Se puede hacer una comparación entre la producción de mojarra roja (*Oreochromis sp*) cultivada bajo invernadero la cultivada en ambiente libre hasta la semana cinco de cultivo, observando el comportamiento en el incremento de peso bajo las dos condiciones se verifico que los peces mostraron un mayor crecimiento bajo una temperatura constante además de un notable crecimiento acelerado (Figura 9).

FIGURA 9. Eficiencia de la temperatura en el incremento de masa (5 primeros muestreos)



La figura 9 nos muestra el alto grado de significancia de la correlación existente entre la temperatura del agua y la ganancia de peso de la mojarra roja (*Oreochromis sp*), el cual se vio reflejado en el crecimiento de los peces a medida que la climatización del agua se hacia más constante. Los autores Rodríguez y Anzola (1993) en su libro calidad del agua en acuicultura dice “la mojarra roja es un pez que tolera las bajas temperaturas y hasta la no realización de recambios de agua sin embargo los cambios bruscos en la temperatura hacen que la actividad metabólica descienda y empiecen a sufrir de estrés.”²⁷ Sin embargo es evidente que cuando la temperatura se mantiene constante el crecimiento de los peces es positivo al haber un mayor consumo de alimento y la tasa de crecimiento también mantiene un crecimiento positivo.

²⁷ RODRIGUEZ, Horacio y ANZOLA Eduardo. Calidad del agua en acuicultura continental. Bogotá. 1993. p.88

6.7 ANALISIS QUÍMICO

El rango de pH que no es directamente letal para los peces es 5-9. Por debajo de un valor de pH de 5, la mortalidad de peces se puede esperar, aunque algunas especies pueden ser aclimatados a valores tan bajos como 3.7 (alabastro y Lloyd, 1982). El agua con un pH de 6,5 a 9,0 antes del amanecer se ha encontrado al parecer son los más adecuados para el cultivo en estanques. En el agua más ácido, los organismos importantes de los alimentos de peces no crecen normalmente y con un pH de 4, el agua puede matar a los peces (Swingle *en* Hickling, 1971).

Durante nuestro estudio obtuvimos un pH muy cercano al neutro ascendente, sin embargo los resultados no son muy confiables ya que el pH-metro presentaba algunas fallas (Tabla 15.)

Tabla 16. Control del pH en el estanque piscícola

Semanas de Muestreos	pH	Semanas de Muestreos	pH
3	7,1	17	7
5	7,6	19	7,2
7	7,3	21	7,6
9	7,7	23	7,4
11	6,9	25	7,2
13	7,3	27	7,8
15	7,5	29	7,1

6.8 COMO DISEÑAR UN INVERNADERO PARA LA PRODUCCIÓN DE MOJARRA ROJA A PEQUEÑA ESCALA

Es importante señalar que no es suficiente seguir las siguientes indicaciones al momento de construir un invernadero para la producción de mojarra, puesto que cada productor decide de acuerdo a sus necesidades de producir, entonces tendrá en cuenta el tipo de diseño, los materiales y hasta el sistema de producción.

Sin embargo cabe señalar que un productor pequeño puede aplicar las siguientes indicaciones y de esta manera hacer un uso más eficiente de los recursos y que tenga una buena funcionalidad.

- Cuando el agua se toma de una fuente como quebradas, arroyos y nacimientos, se mejora la funcionalidad del invernadero si se cuenta con un lago de reservorio con el fin de calentar el agua antes de ser vertida al estanque que cuenta con el invernadero.
- También aumenta la funcionalidad si el lago de reservorio se encuentra bajo invernadero con una manta o un plástico de color negro, esto permite que el agua aumente su temperatura y al momento de ser vertida al lago la diferencia de temperatura no sea mayor a 5°C.
- El uso de madera de la finca en especial en donde se cuenta con guadua, facilita la construcción de invernaderos ya que esta permite darle una forma parabólica o tubular como aparece en el ANEXO E o el sistema de dos agua como se aprecia en la imagen del ANEXO C4.
- La altura depende del tipo de clima donde se vaya a construir, pues en climas medios o fríos como el de la vereda la pesca es muy funcional a una altura de máximo dos metros del espejo de agua al caballete. Para climas cálidos y donde su funcionalidad es la mantener la temperatura constante se puede construir hasta de tres metros de alto y se manejan cortinas para permitir la ventilación cuando la temperatura del agua se eleva por encima de los 28°C.
- Si se desea que la estructura tenga una durabilidad mayor a la que puede ofrecer la madera se pueden usar tubos o láminas metálicas.
- La orientación de la construcción debe en ser en sentido contrario de las corrientes de aire para evitar daños a las mantas o invernadero, también se pueden sembrar barreras vivas rompe vientos.

6.9 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción para un lote de 1000 alevinos de mojarra roja sembrados bajo el sistema de invernadero en la finca la pesca de la vereda La Palmera, fueron los siguientes en porcentaje del total de los costos: alimentación (64%), mano de obra directa (15%), arriendo (0.5%), servicios (agua, luz, arriendo 1.5%), la semilla (6%), cosecha (7%), transporte (3%), correctivos del agua (3%).

Los costos totales de producción alcanzaron un valor de **\$1´582.828** más **\$76.250** que corresponde al recargo por la construcción del invernadero, teniendo en cuenta que el invernadero nos permite obtener 8 lotes, y que el costo total de la

construcción se divide en las cosechas obtenidas durante la vida útil del invernadero. El costo por kilogramo de carne de mojarra roja (*Oreochromis sp*) producido fue de **\$6000/Kg** y se alcanzo una utilidad de \$1000/Kg al venderse Kg. a \$7000.

Tabla 17. Costos de producción.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNIDAD (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Plástico para invernadero	300 m ²	1300	390.000
Biomasa (semilla)	1000	135	135.000
Mano de obra adecuación de lagos y construcción de cobertizos	5/Jornales	20.000	100.000
Insumos (desinfectantes, fertilizantes),			20.000
Equipos y materiales (madera, termómetros, manta)	Corte y transporte, 2 Jornales	20.000	40.000
Alimentación en la fase de levante	183.19 Kilogramos	1.200	219.828
Alimentación en la fase de engorde.	800 Kilogramos	1.000	800.000
Servicios (agua, arriendo, luz)	10 meses	20.000	20.000
Mano de obra Directa	0.5 SMMLV	248000	248000
Cosecha	2 Jornales-transporte	50.000	\$100.000
Σ de Totales			2'072.828

6.9.1 RENTABILIDAD Y APLICABILIDAD

La rentabilidad de producir un kilogramo de mojarra roja bajo invernadero está entre \$1100 y \$1500/Kg; sin embargo en el anterior proyecto se alcanzo una ganancia solo de \$1000/Kg por la que la producción total no alcanzo sino un 80% de cosecha de los peces sembrados, en tanto que la mortalidad se considerafue muy alta. Una mortalidad normal está ubicada por debajo del 5%.

La tasa de alimentación se inició con un 10% de la biomasa del estanque y esto produjo demasiado desperdicio de concentrado, además hay que tener en cuenta que el concentrado de iniciación es el más costoso.

Con una buena fertilización a la siembra, y el uso de una tasa de alimentación del 8% de la biomasa al inicio y un remate máximo del 2% reduce sustancialmente los costos de producción y se pueden alcanzar ganancias alrededor de los \$1500/Kg.

En el caso de la evaluación realizada en la Palmera y en la cual se evidencio una reducción hasta de tres meses del tiempo por cosecha, se alcanzó un aumento en la producción por unidad de área, por lo que pasamos de sacar 1 cosecha al año a casi dos (1.8) cosechas por año. Pasamos de 1 Kg/m a 3.2Kg/m². Eso marca una eficiencia en el uso de invernaderos para el crecimiento de mojarra roja en climas medios.

En términos de eficiencia y de manejo de la mojarra roja en el crecimiento, el invernadero garantiza una mejor estructuración en el sistema de producción, en la producción escalonada y la programación del levante de lotes. Optimiza el uso del recurso hídrico y es de muy fácil aplicación en cualquier finca sin importar el tipo de producción ya se a intensiva o extensiva en pequeña o gran escala.

7. ANALISIS DE RESULTADOS

A pesar de que no existen estándares sobre la creación de invernaderos de una manera artesanal, nuestros resultados fueron muy buenos en la producción de la mojarra roja, lo cual permitirá que a nivel regional se pueda replicar para aumentar las ganancias y disminuir el tiempo de producción.

Al evaluar los resultados obtenidos Hasta la novena semana de experimentación y muestreo, obtuvimos resultados positivos en el manejo de la piscicultura debido a que se redujo la tasa de mortalidad a un 10% en los alevinos. Al comparar datos de mortalidad de un 30% que describen los autores Rodríguez y Anzola para etapa alevinaje e iniciación, se ha logrado disminuir la pérdida de alevinos por climatización, estrés, depredación de pájaros y plagas.

La ganancia de biomasa evaluada con la tasa de crecimiento absoluto de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) teniendo en cuenta los parámetros de cultivo (bajo el sistema de invernaderos o cobertizos) es significativa, frente a resultados obtenidos en otras oportunidades con la mojarra cultivada a campo abierto. Durante el análisis comparativo se observó que el incremento de la biomasa de la población aumento en menos de la mitad del tiempo que se requería si se cultivaba en medio ambiente abierto, lo cual significa que los peces ya no tienen que gastar mucho tiempo para aclimatarse si la temperatura es constante, por lo que su metabolismo se centra en el crecimiento inicialmente de tamaño y posteriormente de musculo.

Se evidencio una marcada relación entre la temperatura y el crecimiento, la cual demostró que los mejores resultados en ganancia de peso se obtienen cuando la temperatura del agua es constante y sus variaciones son moderadas. Durante los muestreos se registro un descenso en el crecimiento debido al aumento de la temperatura. Sin embargo en el cultivo de la mojarra roja no solo se debe controlar la temperatura sino las condiciones físicas del agua.

Las ganancias de la producción en biomasa con nuestro proyecto fueron de más del 30% que no solo se reflejo en peso sino también en tiempo y economía. La proyección de nuestro estanque no solo es para la investigación académica sino también para la motivación regional.

El hecho de alcanzar un peso de 350g en los peces en un tiempo de 6.5 meses en clima medio utilizando un sistema de cobertizos o invernaderos para adecuar las condiciones físicas del agua, nos permite decir que la hipótesis aceptada en nuestro proyecto fue la alterna porque nuestros resultados coincidieron puntualmente, evitamos cada uno de los aspectos que de un modo u otro afectarían el comportamiento de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) cultivada en climas medios y así obtener resultados óptimos. Como lo fueron 790 peces con un peso de 350g y con una longitud de 18cm en 29 semanas de cultivo.

8. CONCLUSIONES

La producción de mojarra roja no se puede prolongar por mucho tiempo, ya que el agua se puede saturar de agentes orgánicos, altos costos económicos y la reproducción precoz de la especie que podrían afectar el desarrollo del cultivo, por lo tanto la implementación de tecnologías que disminuyan el tiempo de producción de la mojarra roja brinda consigo beneficios no solo en cantidad en biomasa sino en calidad del producto.

Uno de los ejemplos de estas tecnologías es el uso de cobertizos y/o invernaderos en los estanques de producción de mojarra roja (*Oreochromis sp*) ya que ha logrado que se aumente un promedio de hasta en 5°C en la temperatura del agua brindando a la mojarra roja (*Oreochromis sp*) una mejor calidad agua que se reflejo durante la producción, en el crecimiento de los peces y el comportamiento de la piscicultura en general semejando a los que se producen en climas con rangos óptimos de temperatura (22°C) y con la obtención de una cosecha en 6.5 meses. Los cultivos normalmente con las condiciones climáticas como las que presenta la vereda la palmera en el municipio de Vélez puede tardarse hasta meses para sacar una cosecha, entonces en 1 año solo se podía sacar una cosecha tomando la época mas cálida, con esta tecnología al año se pueden sacar dos cosechas produciendo el doble de ganancia con la tercera parte del tiempo ya que la protección térmica permitirá la estabilización de la temperatura durante todo el año.

Al implementar este tipo de tecnología en cualquier sistema de producción de mojarra roja, vamos obtener una mayor ganancia económica,, mejor eficiencia en el recurso hidrobiológico, mejor planeación para las producciones escalonadas, mayor probabilidad de éxito en el cultivo al disminuir la tasa de mortalidad y un mejor aprovechamiento de un tipo de energía 100% ecológica (Energía solar).

Es importante resaltar que tecnologías como la manta térmica, no solo beneficia la producción económica de una población sino el medio ambiente ya que no trae consigo efectos secundarios dañinos para el contorno ni para el ecosistema en sí y además permite un uso eficiente y razonable del recurso hídrico.

9. RECOMENDACIONES

Esta es una propuesta viable en la construcción de invernaderos para otras especies de cultivo especialmente para el manejo de larvas y alevinos por la susceptibilidad de estos a las plagas, depredadores naturales y a los cambios bruscos de temperatura. Así como también en otros climas en donde se quieran manejar más eficientemente los recursos de la producción.

En grandes espejos de agua mayores a los 500m² se hace difícil manejo la piscicultura en aspectos tales como; alimentación de los peces, sistemas de oxigenación del agua, extracción de los peces muertos y el control de las malezas en los taludes del estanque.

Se recomienda utilizar algún elemento de protección para el viento (muretes, setos) situados estratégicamente, teniendo en cuenta la dirección predominante del mismo con el fin de conservar la durabilidad de la manta, así como el uso de estanques de reservorio con cobertizos con manta negra para realizar un precalentamiento del agua antes que pase a los lagos bajo invernadero.

También hago énfasis que al momento de implementar una tecnología de esta envergadura, el productor debe sistematizar el sistema de producción, aumentar la productividad (más kilos de biomasa por metro cúbico), aplicar técnicas que le permitan controlar otras variables que no se evaluaron en este estudio pero que son importantes cómo: la recirculación de agua, el uso de estanques circular en plástico, uso de medidores de nitritos y nitratos y un sistema de oxigenación automático del agua por gravedad.

Es importante ponernos en la tarea de estandarizar este tipo de metodologías para poderlas adecuar a cualquier altura y en cualquier clima con el fin de poder ayudar a nuestros productores artesanales, no solo a nivel departamental sino a nivel nacional.

10. BIBLIOGRAFIA

BORJA, Francisco Javier. Diseño modelo de estanques climatizados para el cultivo de Tilapia roja, *Oreochromis sp*, localizados en la Zona fría del valle del cauca, Colombia. Trabajo de grado (ingeniero agrícola), universidad nacional de Colombia sede Palmira (2003).

CASTILLO SANCHEZ, Mauricio. Guía para la formulación de proyectos de investigación. Primera edición. Bogotá. Colección Alma Mater. 2004. p.38-40, 73-75.

CASTILLO Luis Fernando. La historia genética e hibridación de la tilapia roja. Cali: Ideal, 1994, 330 p.

___ 2006a. Tilapia Roja 2006: una evolución de 25 años, de la incertidumbre al éxito. Alevinos del Valle.

___ La importancia de la tilapia Roja en el desarrollo de la piscicultura en Colombia. Cali. 2006. P 1-20

CONTRERAS, Carlos *et al*. Seminario de Investigación Avanzada. Bucaramanga. Publicaciones Universidad Industrial de Santander. 2003. p 57-60.

El Agronegocio de la Tilapia. Tilapia Roja 2008, Sistemas de producción en sistemas cerrados acuícolas 2. Monografía en CD-ROM

Infografía fuente de información:

<http://www.angelfire.com/a2/ingenieriaagpiscicultura.htm>

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AC415E/AC415E00.htm>

<http://www.encolombia.com/medioambiente/hume-decreto168178.htm>

<http://www.faolex.fao.org/docs/texts/col1240>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio tesis y otros trabajos de grado. Bogotá. D.C. ICONTEC. Edición actualizada. 2009.

LERNA, Daniel. Metodología de la investigación, Segunda Edición. Bogotá D.C. 2001. p. 68, 90-95, 73, 90-95.

Libro 2 Diagnóstico Vélez. Componente físico-Biótico. Monografía en CD-ROM

ORTIZ, Deyanira y MOSQUERA, Andrés. Evaluación de la utilización del invernadero en clima frío en la fase de levante de la mojarra roja (*Oreochromis sp*) en la vereda la palmera del municipio de Vélez. Barbosa.2007. p. 43-48. Trabajo de grado (Tecnólogos Agropecuario) UIS. Facultad de Agropecuaria. 2007.

PALACIOS, Jhon Fredy. Propuesta Metodológica de Generación de tejido Empresarial comunitario Rural -PADEMÉR, proyecto de Apoyo al desarrollo de la Microempresa Rural.

RODRIGUEZ, Horacio y ANZOLA, Eduardo. Calidad del agua en acuicultura continental. En: COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Fundamentos de acuicultura continental. Bogotá. s.p.i. 1993. 40p.

SALAZAR ARIZA, Gustavo. Consideraciones generales de la acuicultura. En: COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Fundamentos de acuicultura continental. Bogotá. s.p.i. 1993. p. 3.

ANEXO A

INFORME SOBRE EL ESTUDIO ENTOMOLÓGICO

La presente es para informarle sobre los resultados obtenidos en el estudio de macro invertebrados acuáticos colectados en un sistema lenticó donde se lleva a cabo la producción de mojarra roja (*Oreochromis sp.*), este se realizó con el fin de determinar las buenas condiciones del ecosistema y asegurar un óptimo desarrollo de esta especie.

La presencia de las familias: *Corixidae*, *Gerridae*, *Notonectidae*, *Culicidae*, *libellulidae*, *Curculionidae* y *Belostomatidae* (*Belostoma sp.*). También hubo presencia de Artrópodos de la familia *Arachnidae*.

De acuerdo con las especies encontradas, se realizó un análisis mediante el índice BMWP' (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988). por lo que se puede deducir que el sistema estudiado tiene un nivel de contaminación aceptable, lo que indica puede cultivar pero se debe estar pendiente de las condiciones físicas del estanque; el ecosistema presenta un leve deterioro en la calidad del agua que seguramente es producida por algún agente externo y que más adelante puede afectar el desarrollo de la mojarra roja, sin embargo por ahora el ecosistema no representa ningún peligro para la producción de *Oreochromis sp*

Lo mejor en estos casos es realizar revisiones periódicas para evitar que el deterioro del ecosistema afecte directamente la producción del animal en estudio. El estudio se realizó basado en: ALBA-TERCEDOR, JAVIER. Macro invertebrados Acuáticos y Calidad de las Aguas de los Ríos. Departamento de Biología Animal y Ecología. Universidad de Granada. 1996. Vol. LI: 203-213.

DIANA M. GÓMEZ COY
TP 37671254 Bióloga

**ANEXO B.
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2009 -2010**

MESES	Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiem.		Octub.		Noviem.		Diciem.		Enero		Mayo
ACTIVIDADES	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	P	E	
Revisión bibliográfica																							
Presentación del documento del anteproyecto																							
Establecer necesidades de equipos, mano de obra, materiales y semilla.																							
Diseñar un plan de manejo productivo.																							
Establecer y/o adecuar los lagos																							
Diseño y construcción de los cobertizos en los lagos																							
Comprar, trasladar y sembrar los alevinos																							
Muestrear la población para medir el crecimiento de los peces y la conversión de alimento.																							
Muestrear los factores físicos (temperatura).																							
Determinar el índice de mortalidad																							
Realizar un muestreo de la población entomológica.																							
Muestrear el pH.																							
Procesamiento de datos																							
Presentación del documento final																							
Cosecha y venta de la mojarra fresca																							

Fuente: ANDRÉS ALONSO MOSQUERA ARIZA

ANEXO C. FOTOGRAFÍAS DURANTE EL TRABAJO DE CAMPO.



Anexo c.1 Muestro del peso en biomasa de los peces.



Anexo c.2 Muestreo de la talla de los peces.



Anexo C.3 Muestreo de la turbidez del agua.



Anexo C.4 Imagen del invernadero de experimentación.

ANEXO D

REGISTROS

Anexo D.1 Registro de peso, tamaño, índice de conversión y tasa de crecimiento

SEMANAS DE MUESTREO	PESO PROMEDIO (g)	LONGITUD PROMEDIO (cm)	INDICE DE CONVERSIÓN	TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO
3ª semana				
5ª semana				
7ª semana				
9ª semana				
11ª semana				
13ª semana				
15ª semana				
17ª semana				
19ª semana				
21ª semana				
23ª semana				
25ª semana				
27ª semana				
5ª semana				
7ª semana				
9ª semana				
11ª semana				

Anexo D.2 Registro del lote o la muestra

Numero del ejemplar	PESO EN (g)	LONGITUD (cm)
1		
2		
3		
49		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
TOTAL		
TOTAL ALIMENTO CONSUMIDO		
INDICE DE CONVERSIÓN		

Anexo D.3 Registro del pH

semanas de Muestreos	pH	semanas de Muestreos	pH
3		17	
5		19	
7		21	
9		23	
11		25	
13		27	
15		27	

Anexo D.4 Registro de Mortalidad

Semanas de muestreos	Número de animales muertos	tasa de mortalidad acumulada en %
3°		
5°		
7°		
9°		
11°		
13°		
15°		
17°		
19°		
21°		
23°		
25°		
27°		
28°		
29°		

Anexo D.5 Registro de las temperaturas promedio semanales

SEMANAS	Lecturas de la temperatura ambiental y del agua del lago bajo invernadero			
	LECTURAS MAÑANA (Mínima)	LECTURAS TARDE(Máxima)	PROMEDIO	AGUA
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

ANEXO E. DISEÑO TUBULAR CON TUBOS METALICOS Y PLASTICO NEGRO.

