

**EVALUACIÓN DE HENO A BASE DE FORRAJES ENRIQUECIDO CON
SANGRE FRESCA, MELAZA, PRE-MEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES
PARA LA FASE DE PRE-ENGORDE Y ENGORDE DE TILAPIA ROJA
(OREOCHROMIS SP) EN EL MUNICIPIO DE MÁLAGA S.**

HERNÁN CORREA BOHÓRQUEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BUCARAMANGA
2013**

**EVALUACIÓN DE HENO A BASE DE FORRAJES ENRIQUECIDO CON
SANGRE FRESCA, MELAZA, PRE-MEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES
PARA LA FASE DE PRE-ENGORDE Y ENGORDE DE TILAPIA ROJA
(OREOCHROMIS SP) EN EL MUNICIPIO DE MÁLAGA S.**

HERNÁN CORREA BOHÓRQUEZ

Trabajo de grado para optar el título de zootecnista

**DIRECTOR
CESAR ORLANDO PÉREZ
ZOOTECNISTA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BUCARAMANGA
2013**

DEDICATORIA

La Educación es el pasaporte hacia el futuro, el mañana pertenece a aquellos que se preparan para él en el día de hoy.

MALCOLM X

*“A **DIOS**, que me permitió la luz para prepararme y cumplir la misión que me encomendó; a mis padres: **BETULIA** y **CARMELO** por su amor, comprensión y paciencia; a mis **TÍOS** por su apoyo; a mis **HERMANOS**, por sus ánimos y a mis **AMIGOS**, por sus sueños.”*

HERNÁN CORREA BOHÓRQUEZ

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander Sede Málaga, por su receptividad y apoyo a la investigación científica desde el concepto de pecuario, factor que permite una verdadera formación integral con capacidad para formular propuestas de innovación empresarial.

Al personal administrativo de la Universidad Industrial de Santander Sede Málaga, que con su ayuda hizo posible este trabajo.

Al Dr. CESAR ORLANDO PÉREZ “Zootecnista”, quien me oriento con sus mejores aportes académicos, su dedicación y valentía, logrando incentivar motivos de trabajo y de transformación.

Al Doctor IVAN DARÍO ROJAS, “Zootecnista”, docente UIS sede Málaga, por su colaboración, orientación y apoyo en este trabajo

Al Dr. ADUAR ABRIL BORRERO instructor del Sena por su generosa colaboración en la estrategia metodológica pertinente para la recolección y manejo de información.

A mis compañeros, quienes me ayudaron a desarrollar la amistad y la empatía necesarias para trabajar en equipo y lograr construir una propuesta de investigación válida para la producción piscícola en Colombia

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. PROBLEMA	17
2. OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GENERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. MARCO REFERENCIAL	21
3.1 ANTECEDENTES	21
3.2 MARCO TEÓRICO	23
3.2.1 La importancia de la tilapia roja en el desarrollo de la piscicultura en Colombia	23
3.2.2 Historia ligada a la evolución del mercado internacional	25
3.2.3 Situación del mercado de la tilapia año 2010	28
3.2.4 Importaciones de tilapia EU durante el año 2011	29
3.2.5 Generalidades de la tilapia roja	30
3.2.6 Alimentación en tilapia roja	34
3.2.7 Requerimientos nutricionales	35
3.2.8 Producción de tilapia en estanques de tierra	38
3.2.8.1 Presentación del estanque	38
3.2.8.2 Fertilización	38
3.2.9 Características del cultivo	39
3.2.10 Etapas del cultivo	42
3.2.11 Materias primas utilizadas	44
3.2.11.1 Gramíneas	44
3.2.11.2 Yatago	47
3.2.11.3 Sangre de bovino	50
3.2.11.4 Melaza	55
3.2.11.5 Heno	56
3.3 MARCO LEGAL	57
3.4 MARCO CONCEPTUAL	57
4. DISEÑO METODOLÓGICO	61
4.1 LOCALIZACIÓN	61
4.2 TIPO DE ESTUDIO	61
4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	61
4.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO	62

	Pág.
4.4.1 Duración del ensayo	62
4.4.2 Adecuación de las instalaciones	63
4.4.3 Manejo de los animales (Tilapia roja)	64
4.4.4 Obtención y manejo de las materias primas	66
4.4.5 Elaboración del heno	72
4.4.6 Suministro de alimento	76
4.5 VARIABLES A EVALUAR	77
4.5.1 Consumo de alimento	77
4.5.2 Ganancia de peso vivo	77
4.5.3 Conversión alimenticia	78
4.5.4 Eficiencia alimenticia	78
4.5.5 Análisis económico	78
4.5.6 Mortalidad	78
4.5.7 Palatabilidad	78
4.5.8 Análisis de varianza	78
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	79
5.1 CONSUMO DE ALIMENTO	79
5.2 GANANCIA DE PESO	83
5.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	87
5.4 ANÁLISIS ECONÓMICO	91
5.5 ANÁLISIS DE MORTALIDAD	93
6. CONCLUSIONES	94
7. RECOMENDACIONES	96
BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXOS	99

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Producción de la acuicultura en Colombia (ton/año) 1996 – 2000	28
Cuadro 2. Top ten seafood EU, 2010	29
Cuadro 3. Cuadro resumen importaciones de tilapia según la presentación a Estados Unidos desde el 2007 hasta 2011, en toneladas	30
Cuadro 4. Factores de conversión alimenticia	35
Cuadro 5. Requerimientos de proteína para la especie tilapia roja en sus diferentes etapas	36
Cuadro 6. Requerimientos de aminoácidos para la producción de tilapia roja	36
Cuadro 7. Requerimientos de minerales	37
Cuadro 8. Requerimientos de suplementación y vitaminas	37
Cuadro 9. Recomendaciones para la aplicación de abonos orgánicos	39
Cuadro 10. Caracterización de las etapas del cultivo	43
Cuadro 11. Composición química del pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) en muestras recolectadas en varias localidades del departamento de Santander, % MS.	47
Cuadro 12. Análisis bromatológico del yatago (<i>Trichanthera gigantea</i>)	48
Cuadro 13. Composición química promedio (% en base seca) del tallo y de las hojas de yatago (<i>Trichanthera gigantea</i>) a intervalos de corte de tres meses	49
Cuadro 14. Composición química de la sangre (% de materia seca)	51
Cuadro 15. Contenido nutricional solla mojarra 38% proteína	67
Cuadro 16. Contenido nutricional solla mojarra 32% proteína	68
Cuadro 17. Contenido nutricional solla mojarra 24% proteína	69
Cuadro 18. Cantidades utilizadas para 100kg de heno para pre-engorde y engorde (requerimientos proteína 32%)	73
Cuadro 19. Consumo de alimento por bloque y tratamiento en Kg.	80
Cuadro 20. Consumo de alimento total por tratamientos y bloques en periodos de 14 días/Kg.	81
Cuadro 21. Análisis de varianza para el consumo de alimento para tratamientos y bloques periodos de 14 días	82
Cuadro 22. Diferencia mínima significativa (DMS) para el consumo de alimento entre los tratamientos en periodos de 14 días/Kg	82
Cuadro 23. Bloque 1 ganancia de peso promedio periodo de 14 días/gr	84
Cuadro 24. Bloque 2 ganancia de peso promedio periodo de 14 días/gr	84
Cuadro 25. Ganancia de peso promedio por tratamiento y bloques en periodos 14 días/gr	85

	Pág.
Cuadro 26. Análisis de varianza para la ganancia de peso para bloques y tratamientos de periodos de 14 días	86
Cuadro 27. Diferencia mínima significativa (DMS) para la ganancia de peso entre los tratamientos periodos de 14 días	86
Cuadro 28. Conversión alimenticia periodos de 14 días por bloques y tratamientos por animal	88
Cuadro 29. Conversión alimenticia por bloques y tratamientos	88
Cuadro 30. Análisis de varianza para la conversión alimenticia para bloques y tratamientos	89
Cuadro 31. Diferencia mínima significativa (DMS) para la conversión alimenticia entre los tratamientos	90
Cuadro 32. Resumen costos totales por tratamiento	91
Cuadro 33. Ingreso neto parciales para los tratamientos	92
Cuadro 34. Análisis de dominancia	92
Cuadro 35. Mortalidad en los diferentes tratamientos por periodos de 14 días	93

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diseño experimental	62
Figura 2. Adecuación de estanques	64
Figura 3. División del estanque	65
Figura 4. Manejo de los animales para el pesaje	66
Figura 5. Concentrado comercial solla	69
Figura 6. Yátago (<i>Trichanthera gigantea</i>)	70
Figura 7. Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	70
Figura 8. Sangre fresca de bovino	71
Figura 9. Premezcla vitaminas y minerales	71
Figura 10. Melaza	72
Figura 11. Bandejas de secado	74
Figura 12. Deshidratador de heno	74
Figura 13. Procedimiento preparación suplemento alimenticio	76
Figura 14. Suministro de alimento	77

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Cálculo de las materias primas para 100 Kg. de heno	99
Anexo B. Análisis bromatológico heno	100
Anexo C. Tablas de recolección de datos o registros de producción para las diferentes etapas del cultivo de la tilapia roja.	101

RESUMEN

TITULO: “Evaluación de heno a base de forrajes enriquecido con sangre fresca, melaza, premezcla de vitaminas Y minerales para la fase de pre-engorde y engorde de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en el municipio de Málaga S.”*

AUTOR: HERNÁN CORREA BOHÓRQUEZ**

PALABRAS CLAVES: Heno, Aceptabilidad, Dieta, Acostumbramiento, yatago (*Trichanthera gigantea*)

CONTENIDO:

Buscando la rentabilidad de producción piscícola, con tilapia roja en etapa de preengorde y engorde alimentadas con heno a base de forraje (pasto elefante *Pennisetum purpureum*, kikuyo *Pennisetum clandestinum*) y Yatago *Trichanthera gigantea* enriquecido con sangre fresca de bovino proveniente del matadero regional de Málaga, melaza, premezcla de vitaminas y minerales. Se desarrolló en la finca Los Laguitos, municipio de Málaga, altitud 2.200m.s.n.m., temperatura promedio 18°C; duración 210 días, en tres etapas; primera: elaboración del heno, cría y levante de larvas hasta 106gr. durante 90 días; segunda: adecuación de instalaciones, período de acostumbramiento a tratamientos durante 15 días; y tercera: experimentación con suministro de dieta, pesajes, toma de datos y comparación de variables durante 105 días.

Los tratamientos evaluados fueron T₀: 100% Concentrado; T₁: (50% concentrado - 50% Heno); T₂: 100% Heno), el alimento se suministro, en alevinos 6 veces al día (6:00, 8:30 y 11:00am, 1:30, 4:00 y 6:30pm.), durante el preengorde 4 veces al día (6:00 y 10:00am, 2:00 y 6:00pm) y engorde 3 veces al día (6:00am, 12:00m, 6:00pm), el alimento se pesó diariamente y cada 14 días se realizaron pesajes al 20% de los animales de cada unidad experimental para establecer biomasa y conversión alimenticia.

Se trabajó con diseño experimental de bloques completos al azar utilizando 600 tilapias rojas, se evaluó el comportamiento de las dietas, consumo de alimento, ganancia de peso diaria, conversión alimenticia, mortalidad, costos de tratamientos y rentabilidad marginal. El consumo promedio de alimento se presento mayor consumo en T₀ con promedio 83.321Kg., el menor consumo correspondió al T₂ con 62,029Kg promedio, mientras que el T₁ fue mayor al T₀ y menor que T₂ con un promedio de 72,255Kg. El tratamiento de mejor conversión fue T₀ con 4,48:1 en promedio mientras que T₁ y T₂ reportaron conversión de 5,02:1 y 6,35:1 respectivamente.

*Proyecto de grado

**Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Director: Zootecnista CÉSAR ORLANDO PÉREZ.

SUMMARY

TITLE: "Evaluation of hay-based fodder enriched with fresh blood, molasses, pre-mix of vitamins and minerals for the phase of pre-fattening and fattening of Red tilapia (*Oreochromis SP.*) in the municipality of Málaga S.".

AUTHORS: HERNÁN CORREA BOHÓRQUEZ**

KEY WORDS: Hay, acceptability, diet, habituation, yatago (*Trichanthera gigantea*)

CONTENT:

Looking for the profitability of fish production, with red tilapia in stage preengorde and fattening fed with hay-based forage (grass elephant *Pennisetum purpureum*, kikuyo *Pennisetum clandestinum*) and Yatago *Trichanthera gigantea* enriched with fresh blood from cattle of the regional slaughterhouse's Malaga, molasses, vitamins and minerals premix. Developed on the farm the small lakes, municipality of Málaga, altitude 2.200m.s.n.m., temperature average 18°C; duration: 210 days, in three stages; first: making hay, breeding and release of larvae to 106 Gr. for 90 days; Second: adequacy of facilities, habituation to treatments for 15 days period; and third: experimentation with provided diet, weigh-ins, data collection and comparison of variables for 105 days.

The evaluated treatments were T0: 100% concentrate; T1: (50% concentrate - 50% Hay); T2: 100% Hay), food supply, in FRY 6 times a day (6:00, 8:30 and 11:00 am, 1:30, 4:00 and 6:30 p.m.), during the preengorde 4 times a day (6:00 and 10:00 am, 2:00 and 6:00 pm) and fattening 3 times a day (6:00 am, 12:00, 6:00 pm), the food was weighed every day and every 14 days were weighing 20% of the animals of each pilot to establish biomass and feed conversion.

He worked with experimental design of randomized complete blocks using 600 Red tilapia, was evaluated the behavior of diets, feed intake, daily weight gain, feed conversion, mortality, costs of treatments and marginal profitability. The average consumption of food presented higher consumption in T0 with average 83.321 Kg., lower consumption corresponded to T2 with average 62,029Kg, while the T1 was greater than the T0 and smaller than T2 with an average of 72, 255Kg. Best conversion treatment was T0 4, 48:1 on average while T1 and T2 reported conversion of 5, 6, and 02:1: 35:1 respectively.

*Graduation project

**Institute Regional Outreach and Distance Education. Animal Science Program. Director: CÉSAR ORLANDO PÉREZ, Zootecnista.

INTRODUCCIÓN

En la región de García Rovira la cría y explotación de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*) se ha venido desarrollando muy artesanalmente atravesando por una serie de problemas, como son los costos de la alimentación y las técnicas utilizadas en su manejo, situación que ha llevado a desistir a algunos productores.

Pero en la actualidad la piscicultura es una actividad con gran proyección a futuro ya que la escasez de esta proteína y los tratados de libre comercio, convierten a la tilapia roja en una especie promisoría caracterizada por su rusticidad, alta resistencia y adaptabilidad a diferentes medios de cultivo, su alimentación puede ser a base de concentrados combinados con productos de la finca como forrajes, hortalizas, productos de molinería y residuos de matadero como la sangre

Bondades que hacen posible nuevas alternativas para su alimentación que permitan al productor la reducción de costos y remplazar en lo posible la utilización de concentrado, viéndose reflejado directamente en una mayor rentabilidad. El forraje aporta al animal fibra y proteína además de volumen el cual garantiza que el alimento no se precipite rápidamente al fondo del estanque generando desperdicios, así mismo fue enriquecido con sangre fresca (proteína animal de alto valor y excelente digestibilidad de hasta un 90%), melaza y premezcla de vitaminas y minerales como suplemento para cubrir los requerimientos de la tilapia roja.

El heno es un producto de fácil elaboración el cual se puede obtener por medio de procesos artesanales con algunas especificaciones técnicas o industrialmente, para la investigación se balanceo la dieta de acuerdo al contenido nutricional de las materias primas utilizadas, buscando suplir los requerimientos nutricionales de la tilapia, así mismo con los resultados arrojados por el análisis bromatológico se

realizó el cálculo de la ración diaria para el cual se tiene en cuenta la biomasa obtenida con el pesaje de las tilapia cada 15 días respectivamente.

Durante todo el ciclo el suministro del alimento se realizó diariamente con una frecuencia según la etapa; inicio 6 veces al día, pre-engorde 4 veces al día y engorde 3 veces día, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos: (T₀: concentrado 100%, T₁: concentrado 50% + heno 50% y T₂: heno 100%) y dos repeticiones para un total de 6 unidades experimentales las cuales fueron lo más homogéneo posibles, adaptadas a cada una de las etapas del desarrollo fisiológico del animal, cada unidad con 100 alevinos de tilapia roja, el estudio duro un periodo de 210 días en los cuales se tuvieron en cuenta las siguientes variables consumo de alimento, ganancia de peso vivo, conversión alimenticia, mortalidad y análisis económico.

Buscando cambiar la situación actual de la piscicultura que aparte de ser una explotación de autosubsistencia puede convertirse en una actividad altamente rentable generadora de empleos e ingresos para la región, se presentan alternativas importantes además de la explotación de la carne, se busca impulsar la gastronomía de regiones de García Rovira, Norte y Gutiérrez con la presentación a los diferentes restaurantes de la región de un producto de excelente calidad, así mismo la pesca deportiva impulsando el turismo en estos municipios, con una especie que con un manejo adecuado y controlado se puede adaptar a las condiciones medio ambientales de la zona produciendo tilapia de buena calidad a bajos costos en su alimentación ya que se aprovechan recursos del medio los cuales son más factibles de conseguir a un costo económicamente menor que el concentrado comercial.

1. PROBLEMA

La escasa producción de tilapia roja (*Oreochromis sp*) para suplir la demanda de esta proteína a nivel regional, nacional e internacional, debido a los elevados costos de la alimentación y el manejo inadecuado que se ha venido dando a las pocas explotaciones en García Rovira durante los últimos años por la falta de experiencia, en la cría, levante y ceba de esta especie piscícola conllevando a que muchas explotaciones hayan desistido por sus bajos rendimientos.

La tilapia roja (*Oreochromis sp*) es una especie de un alto potencial productivo además de su rusticidad y buena adaptación a un rango bastante amplio de temperatura, a pesar de estas bondades son pocas las explotaciones que se encuentran en el país, siendo insuficiente para suplir la totalidad de la demanda de esta proteína, lo cual limita la proyección a futuro de exportaciones del producto a otros países que por la falta de recursos hídricos y las condiciones medioambientales no les permite una producción a gran escala y se ven obligados a la compra de los productos ofrecidos por la tilapia roja como los filetes frescos y filetes congelados.

Específicamente en la región de García Rovira la producción de esta especie es muy baja por no decir que nula conllevando a tener que importar el producto a un alto costo de otras regiones del país para cubrir esta demanda, debido a que los costos de producción son muy elevados por el alto valor que presenta el concentrado comercial el cual es más elevado en esta regiones debido al precio del transporte por ser zonas alejadas de las casas comerciales que proveen estos productos y por el mal estado de las vías lo cual acarrea costos a las explotaciones.

Otro factor que limita la producción en la provincia, es el manejo inadecuado de los pocos cultivos de tilapia roja ya que son animales demasiado precoces que se

reproducen rápidamente superando la capacidad de carga de los estanques lo cual no permite la presentación de un producto competitivo, debido a que las tallas no son las esperadas y los tiempos de producción son muy largos por presentarse súper población repercutiendo en mayores costos, también un factor limitante en el manejo de la tilapia ha sido la falta de registros que permitan controlar las diferentes variables que intervienen en la explotación.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el rendimiento, costos y adaptación de tilapia roja en la etapa de pre-engorde y engorde alimentadas con heno a base de forrajes (pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)), yatago (*Trichanthera gigantea*), enriquecidas con sangre fresca de bovino proveniente del matadero regional de Málaga, melaza y premezcla de vitaminas y minerales como nueva alternativa para el piscicultor, bajo condiciones ambientales de la finca los laguitos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Elaborar un heno para tilapia roja (*Oreochromis sp.*) a base de forrajes (pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)), yatago (*Trichanthera gigantea*), enriquecido con sangre fresca, melaza y premezcla de vitaminas y minerales.

Realizar análisis bromatológico al heno elaborado para determinar los contenidos nutricionales aportados por la dieta y ajustar los tratamientos de acuerdo con los requerimientos de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*).

Evaluar la tasa de crecimiento, mortalidad y comportamiento de los alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) sometidos a estudio durante la fase de pre-engorde y engorde para establecer el nivel de adaptación a las condiciones medio ambientales de la finca los laguitos en el municipio de Málaga.

Determinar los niveles de consumo diario, ganancia de peso diario, conversión alimenticia y palatabilidad de cada uno de los tratamientos suministrados.

Comparar los costos del alimento elaborado versus concentrado comercial para establecer la rentabilidad de los mismos.

Presentar al piscicultor una nueva alternativa de alimentación para la Tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con una ración a base de forrajes, proteína animal, melaza y premezcla de vitaminas y minerales, contribuyendo de esta forma a reducir los costos de alimentación y contaminación ocasionada al medio ambiente.

3. MARCO REFERENCIAL

La utilización en la alimentación animal de harina de sangre y especies forrajeras en el país durante los últimos años en diferentes especies como pollos, cerdos, peces ha estado a la expectativa con muy buenos resultados como una alternativa para remplazar proteínas tales como la soya y la harina de pescado las cuales son bastante escasas y presentan un alto valor económico. Buscando cambiar las perspectivas sobre la piscicultura se presentó la elaboración de un heno alimento de fácil elaboración, con materias primas que se encuentran en la misma región de García Rovira como los son los siguientes forrajes; kikuyo y el pasto elefante fuentes de energía y proteína los cuales se encuentran en una amplia variedad y aun costó mucho más económico que el alimento concentrado, de la misma manera la sangre de bovino tratada como un desperdicio en el matadero regional de Málaga.

3.1 ANTECEDENTES

Durante los últimos años se han venido utilizando en la piscicultura diferentes fuentes proteicas tanto animales como vegetales entre las cuales la harina de sangre de bovino proveniente de los matadero ha sido una de las más utilizadas Desde el punto de vista nutricional, es una fuente muy concentrada en proteína presentando valores superiores al 80%. Si bien la calidad de la proteína es alta, existen dos características en la harina de sangre que son determinantes de esa calidad. Por un lado, contiene un alto contenido en lisina (superior al 7.5%) aminoácido que constituye el principal interés nutricional de esta materia prima y por otro lado tiene un alto contenido en leucina¹.

¹FALLA CABRERA, Luis Humberto. Desechos de matadero como alimento animal en Colombia [online]. Santafé de Bogotá, Colombia: Frigorífico Guadalupe S.A., 1994. [consultado enero 2012] Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/APH134/cap7.htm>

Entre los residuos de matadero también es importante mencionar la harina de hígado la cual también es una fuente de un alto valor proteico además se puede utilizar con la harina de sangre se han encontrado muy buenos resultados en alimentación de trucha arco iris con un consumo promedio de 1.123gr/animal/día y una ganancia de peso de 1.103gr/animal/día².

Por otro lado otra alternativa para la elaboración de dietas para la alimentación de los peces son algunas fuentes proteicas de origen vegetal entre las cuales encontramos, matarratón, confrey, hoja de yuca, cáscara de cacao y hoja de plátano en investigaciones realizadas en Río Negro Santander se encontraron ganancias de peso que varían de 2.666 y 2.853gr diarios por animal y una tasa de retorno de 22.49%³. También se han utilizado dietas en la alimentación de los peces en las que se utilizaron subproductos de mataderos mezclados con material vegetal como los siguientes: matarratón (*Gliricidia sepium*), yatago (*Trichantera gigantea*), maíz (*Zea mays L.*), trigo (*Triticum estevum L.*), harina de carne, harina de hígado, harina de sangre, grasa animal (homogeneizar) y premezcla (afillin) encontrando ganancias de peso 2.255gr día por animal y una conversión alimenticia 4.18gr⁴.

Es importante mencionar que las plantas se han convertido en una alternativa promisoría para la utilización en la alimentación de la tilapia, al estar ubicados en una zona tropical Colombia cuenta con una gran diversidad de plantas las cuales representan un potencial sin descubrir. En un caso más concreto se encuentra la inclusión de harina de chachafruto en las dietas para esta especie, representan

²HERRERA Carlos Alberto y SUAREZ Orlando. Evaluación de una dieta para levante y ceba de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) a base de subproductos de matadero. Trabajo de grado Zootecnia. Málaga (Santander). Universidad industrial de Santander, programa de Zootecnia, 2005 20-29p.

³HURTADO Freddy y JIMÉNEZ Alberto. Evaluación de una dieta a base de proteína vegetal. Trabajo de grado Zootecnia. Málaga (S). Universidad industrial de Santander, programa de Zootecnia, 1998. 9 - 28p.

⁴JAIMES, Luz Mercedes Evaluación de la especie tilapia roja (*Oreochromis spp*) en las fases de crecimiento y levante con fuentes proteicas no tradicionales. Trabajo de grado Zootecnia. Málaga (S). Universidad industrial de Santander, programa de zootecnia, 1998 41 - 52p.

una alternativa para la reducción de los costos de alimentación siempre y cuando se utilicen con otros ingredientes de alto contenido proteico. La inclusión del chachafruto (*Erythrina Edulis*) en una dieta para engorde reemplazar el 50% de la harina de pescado con un contenido de proteína del 24%.

3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1 La importancia de la tilapia roja en el desarrollo de la piscicultura en Colombia. La piscicultura ha ascendido de 1.4 millones de toneladas en 1980 a 16.8 millones de toneladas en 1990, más de 42 millones en 1999 y según las predicciones más de 47 millones en al 2010. El sector aumenta a una velocidad de más de un 10% anual, muy por encima del 3% en ganado de carne y del 1.5% de las capturas pesqueras. Sin embargo la FAO advierte que se necesita planificar el avance del sector, de forma que crezca de forma sostenible y pueda hacer frente a otros problemas como la calidad del agua y la destrucción de zonas naturales. Entender las interacciones genotipo medio ambiente es de gran interés no solo para la biología sino también para la gestión adecuada de la acuicultura. En este sector unas empresas mantienen los reproductores, producen huevos y crían larvas hasta unos 10 gramos. Otro grupo compra las crías y las engorda hasta la venta. Una de las estrategias que se viene utilizando desde hace tiempo es el aumento de la temperatura del agua, de esta forma optimizan los ciclos de producción, se obtienen más machos y se produce en menor tiempo⁵.

La tilapia roja ha venido ganando popularidad entre los productores y consumidores por su parecido a especies marinas de gran valor económico, por su fina textura y suave sabor es comparada con lenguados como el Turbot; por su cultivo potencial en aguas continentales, salobres y saladas, la hacen una especie

⁵PIFERRER, Francesc. Condiciones ambientales que influyen en la diferenciación sexual de los peces [online]. 1ed. Bogotá D. C.: Instituto de Ciencias de Mar CSIC, 2004 16p. [Consultado enero 2012]. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2004/10/27/15024.php>

ideal para la piscicultura semicomercial y comercial. Actualmente son muy pocas las líneas de Tilapia roja en el mundo que superan los rendimientos alcanzados por las Líneas Colombianas, lo que justifica la alta demanda por reproductores y alevinos nacionales⁶.

Es a partir de 1992 cuando se inicia un crecimiento ascendente en su producción y mercadeo en gran cantidad de países de las Américas con la finalidad básicamente de exportarla hacia EU. Para 1995 en los EU la Tilapia se convierte en el pez que más personas desean degustar, posicionándose como un gran sustituto de especies de alto valor comercial por su carne blanca y bajo número de espinas⁷.

De los 5 países más poblados del mundo, 4 se encuentran entre los mayores productores y consumidores de tilapia en el mundo: China, Estados Unidos, Indonesia y Brasil. En Colombia el aporte de la acuicultura a la producción pesquera nacional supera el 27% de la producción total, siendo los productos de acuicultura más importantes en su orden: la tilapia (95% tilapia roja: *Oreochromis sp.*), las cachamas (*Piaractus brachipomus* y *Colossoma macropomun*), los camarones de cultivo (*Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*) y la trucha (*Oncorhynchus mykiss*).

El liderazgo acuícola de Colombia está basado fundamentalmente en la riqueza de sus recursos hídricos lo que le otorga condiciones privilegiadas para el desarrollo de la acuicultura, cuenta con 2,900Km. de Costas en los dos Océanos, 48,365Km² de Plataforma Continental, 20,000Km. de ríos y más de 70,000Ha en ciénagas, lagos, embalses y humedales⁸.

⁶CASTILLO CAMPO, Luis Fernando. La importancia de la tilapia roja en el desarrollo de la piscicultura en Colombia [online]. Primera edición. Cauca: Asociación Red del Cauca, Alevinos del Valle, 2002. 21p. [consultado enero 2012]. Disponible en: <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/new/TilapiaColombia.pdf>

⁷Ibid.

⁸Ibid.

3.2.2 Historia ligada a la evolución del mercado internacional. La producción de tilapia en Colombia ha pasado por las mismas etapas que muchos países productores en el mundo, partiendo de ser una actividad totalmente desconocida y de alta incertidumbre, de la que solo se conocía la muy limitada información proveniente de otros países, esporádicos congresos, talleres, foros o publicaciones, algunos paquetes tecnológicos aplicados en otros países por profesionales asiáticos o israelitas principalmente.

Esta primera época el mecanismo aplicado correspondía al de “Ensayo-Error”, las tecnologías consideradas en la actualidad como totalmente prácticas, necesarias y rutinarias eran totalmente desconocidas, por ejemplo: procesos de inducción sexual (reversión sexual), densidades de siembra, recambios de agua, calidad de suelos, conversión alimenticia (FCA), mallas antipájaros, relación talla vs peso, rentabilidad... No eran parte del vocabulario de los primeros piscicultores.

Esta falta de experiencia ocasiona la reproducción incontrolable de las primeras Tilapias en los sitios acondicionados para su cultivo, la falta de experiencia en su manejo técnico facilitó su escape hacia el medio natural, las cuales lógicamente se adaptaron sin problemas a un medio propicio totalmente para su desarrollo, este mismo medio se tornaba cada día más hostil para las especies nativas, especialmente las endémicas, mientras que estas primeras Tilapias se hacían más dominantes en sus nuevos nichos. La mala imagen de las Tilapias rápidamente se expandió por algunos países, llegándose a prohibir totalmente su introducción con fines investigativos y de cultivo. Esta situación tiende a cambiar, cuando se comienza a ver a la piscicultura como una alternativa productiva que más que de autosubsistencia podía convertirse en una actividad altamente rentable generadora de ingresos, pero se debía encontrar una especie que liderara este

progreso, y en el panorama nacional aparecieron dos: Las Cachamas y la Tilapia roja⁹.

En 1982 es introducido a Colombia el primer grupo de "tilapias rojas" provenientes de Panamá, esta primera línea importada correspondía básicamente a ejemplares de *O. mossambicus albina*. En 1984 se importa desde México un segundo grupo de tilapias rojas que llegó a Colombia con el nombre de "percas o perchas doradas", que presentaban una coloración bronce resultante del cruce de un macho *O. mossambicus albino* con una hembra de *O. urolepis hornorum*, correspondiente a la Red Florida, las cuales serían la base que generaría el desarrollo de toda la actividad de producción de tilapia roja. A partir de 1987, luego de un intenso trabajo de hibridación y selección genética en la piscícola Acuicultivos Cali LTDA (Finca El Acuario), se logran obtener 3 líneas de tilapia roja totalmente identificadas y diferentes, en su presentación y potencial de cultivo, la más conocida la línea Red Yumbo.

Para 1989, se comercializaba con gran aceptación la tilapia roja en el mercado regional colombiano con el nombre de "pargo rojo de agua dulce, Parviña o Pargo Cardenal" y hacia EU en pequeñas cantidades con el nombre de "Red Snapper de agua dulce" (Freshwater Snapper), nombre que luego fue prohibido por la Food Drugs Administration FDA, por lo que se comenzó a emplear su nombre original "Red Tilapia", la firma comercializadora de nuestra tilapia en EU fue F&F INTERNATIONAL FOOD CORPORATION, Inc. localizada en Plantación (Florida).

En el mes de Noviembre de 1988 se inicia la construcción de COLAPIA S.A. culminada totalmente en Julio de 1990, ésta empresa sería la punta de lanza que por su tecnología y volumen de producción revolucionó el concepto de la piscicultura comercial de tilapia roja en Sur América, y proyectó a Colombia como uno de los mayores productores de tilapia roja en el ámbito mundial. Se construyó

⁹Ibid.

sobre 100Ha de terreno plano, con un espejo de agua productivo equivalente a 64 Ha, y una revolucionaria tecnología implementada.

Se implementaron los programas de reproducción basados en la colecta diaria de alevinos en estanques en tierra y la colecta de huevos directamente de la boca de las hembras productoras de incubación artificial en el laboratorio, garantizando una inducción sexual del 98% por primera vez en el país. El afianzamiento de la Tilapia roja como la especie bandera de la acuicultura Colombiana se ve reflejada en el incremento de la producción desde 2,000 Toneladas en 1996 hasta 16,000 toneladas en 2000, convirtiendo a Colombia como el país de mayor crecimiento en acuicultura en todas a América en estos segundos 5 años de la década de los 90. En 1996, con una pequeña empresa familiar que aún hoy perdura: CAMARPEZ S.A. con sede en la Ciudad de Cali, inicia el proceso de la curtiembre de pieles de Tilapia, aplicados a diseños de modas exclusivos para damas, con gran éxito, actualmente sus gestores trabajan en España y Francia.

En 1999 Colombia, aparece de nuevo tímidamente en las exportaciones hacia EU, procedentes de dos grupos de productores: "BETANIA SPRINGS", que es la marca comercial de las 5 mayores empresas productoras de Tilapia roja en el país, ubicadas principalmente en los Departamentos del Huila, Tolima y Valle del Cauca, asociadas en una Federación de Acuicultores con sede en la ciudad de Bogotá, pero que aún requieren mayor experiencia internacional y asesoría empresarial en el sector Acuícola y una empresa radicada en el Departamento del Valle, pero grandes problemas en la infraestructura productiva obligaron a su posterior cierre. La disminución de las producciones reportadas por el INPA en el 2000, fue un fiel reflejo de la situación de incertidumbre y conflicto en el sector rural, sumados a los problemas internos del mismo Instituto, solo el sector camaronero registró crecimiento por ser desarrollado en zonas relativamente tranquilas (cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de la acuicultura en Colombia (ton/año) 1996 – 2000

Especies	1996	1997	1998	1999	2000
Bocachico	3	318	1.202,86	1.311.11	1,474
Cachama	6.154	12.131,17	12.335,31	13.445.48	6,511
Carpa	83	285,18	794,56	866.07	877
Langostino	5.221	6.907,20	7.466,32	9.227.53	10
Ostras	10	0	15	16.35	18
Otros	0	211,54	403,47	439.79	349
Tilapias	14.025	16.112,34	18.203,73	19.842.06	10,175
Trucha	4.506	7.822,55	6.283,60	7.064.81	2,253
TOTAL	30.002	43.787,72	46.704,84	52.213.21	31,659

FUENTE: Boletín estadístico pesquero, INPA 1999-2000

El nuevo reto para los productores de tilapia colombianos, similar al de los productores norteamericanos, fue el de recurrir a la venta de la tilapia viva, especialmente a las muy numerosas pescas deportivas, con precios muy atractivos, evitando tener que competir con la tilapia que ingresa desde Ecuador la cual a pesar de ser de una inferior calidad, tenía gran aceptación al ser vendida a los mayoristas a precios muy por debajo de lo que un productor colombiano puede hacerlo.

3.2.3 Situación del mercado de la tilapia año 2010. La producción mundial de tilapia continúa creciendo año por año, superando en el 2010 los 3.2 millones de toneladas, a pesar de la recesión mundial. China es el mayor productor y consumidor mundial de tilapia, aumentando significativamente sus exportaciones hacia EU, México y nuevos mercados que se encuentran en pleno crecimiento como África, Región del Sub Sahara Africano, Rusia y Polonia.

El mayor importador mundial de Tilapia en sus diferentes presentaciones, incluyendo valor agregado que cada día gana más popularidad, continúa siendo los Estados Unidos de América, el comportamiento de este mercado puede ser considerado como el mejor termómetro para evaluar el estado actual de la

producción industrial y artesanal de la tilapia, el cual por concepto de exportaciones en todo el mundo ya alcanzó a superar el billón de dólares americanos y continúa consolidándose en los mercados domésticos de todos los países en donde es producida o introducida. El demanda de tilapia en el 2010 en los EU se incrementó en un 20%, lo que le permitió ascender hasta el cuarto lugar en la preferencia de los consumidores, gracias a su carne blanca, firme y de disponibilidad continua, su consumo per cápita se incrementó ligeramente de 0.55 kg en 2009 hasta aproximadamente 0.59 kg en 2010, contribuye con el 6.5% de las ventas en tiendas especializadas en productos acuáticos y equivale al 17.8% de las ventas de pescado, siguiendo al salmón y por un 7% más del tercer producto que es el bagre de canal (catfish). El consumo per cápita de productos acuáticos en general pasó de 15.8 libras en el 2009 a 16.0 libras en el 2010 (cuadro 2).

Cuadro 2. Top ten seafood EU, 2010

Producto	Cantidad consumida Lbs
1. Camarón (Shrimp)	4.00
2. Atún enlatado (Canned Tuna)	2.70
3. Salmón	1.999
4. Tilapia	1.450
5. Alaska Pollock (Abadejo: <i>Pollacius sp.</i>)	1.192
6. Bagre de Canal (Catfish)	0.800
7. Cangrejo (Crabs)	0.573
8. Bacalao (Cod)	0.463
9. Pangasius	0.405
10. Almejas (Clams)	0,341
Total todas las especies	16.00

FUENTE: Howard Johnson, H.M. Johnson & Associates para la National Fisheries Institute, 2011.

3.2.4 Importaciones de tilapia EU durante el año 2011. Definitivamente tal como sucedió en el primer semestre del año 2011 continua marcándose un avance significativo en la producción y exportación de filetes congelados sobre

otras presentaciones de la tilapia, actualmente ya es equivalente al 66.1% del volumen total de las importaciones de tilapia en todas sus presentaciones a EU, aumentado significativamente su precio por kilogramo. Mientras los filetes frescos, nicho de mercado casi exclusivo para los países latinoamericanos por tercer año presentan un descenso gradual en el volumen de las importaciones, en parte por la disminución en la producción de algunos países latinoamericanos y por otra el cambio de destino de gran parte de sus exportaciones de fresco, hacia un creciente y muy atractivo mercado europeo. Las exportaciones de filetes frescos fueron equivalentes al 10.8% del volumen total importado por EU, a partir del mes de Junio Honduras con un gran trabajo en la producción intensiva de tilapia roja asumió el liderazgo de este sector con el 38.90%, Ecuador mantuvo el nivel de sus exportaciones perdiendo el liderazgo que lo identificó por muchos años en este sector con el 36.81%, Colombia con el 11.37% que asciende al tercer y puesto Costa Rica 8.39% sin haber exportado el mes de Junio y un mínimo en los meses siguientes, desciende al cuarto lugar, con una reducción ya más que significativa en el volumen de exportaciones hacia los EU, y priorizando nuevos mercados de mayor valor (cuadro 3).

Cuadro 3. Cuadro resumen importaciones de tilapia según la presentación a Estados Unidos desde el 2007 hasta 2011, en toneladas

Presentación	2007	2008	2009	2010	2011
Filetes frescos	26,182	29,231	24,372	23.718	20.780
Filetes congelados	100,630	100,587	114,748	150.770	132.525
Entero	46,945	49,648	44,174	40.890	39.595
TOTAL	173,757	179,465	183,295	215.378	192.900

FUENTE: Howard Johnson, H.M. Johnson & Associates para la National Fisheries Institute, 2011.

(*) Asumimos para este ejemplo que para 1 Kg de Filete necesitamos 3 Kg DE TILAPIA VIVA.

3.2.5 Generalidades de la tilapia roja. También conocida como mojarra roja, pargo, es un híbrido resultado del cruce de varias especies de Tilapia su carne es apetecida por su filete con pocas espinas y por su sabor. Por su coloración presenta problemas de depredación por aves que la pescan por ser muy visible

para controlar esta depredación se requiere que el estanque sea recubierto en su totalidad por mallas antipájaros. Se caracteriza por ser un pez omnívoro que acepta muy bien el alimento balanceado. Se deben manejar cultivos monosexo únicamente machos, para evitar la reproducción ya que se presentaría competencia por espacio, oxígeno y alimento, entre otros, y las hembras nunca tienen una aceptable tasa de crecimiento.

La calidad de la semilla es factor esencial para el buen resultado del cultivo. Actualmente se cultiva en estanques, piletas, raceways o jaulas, dependiendo del grado de tecnología y del nivel de inversión. Las densidades de siembra más utilizadas en estanques son 3 - 10 peces/m² con recambio de agua moderado, de 35 - 40 peces/m², con mayor recambio o 120-170 peces/m³ en jaulas. Se recomienda para cultivos comerciales intensivos en los cuales alcanza 400 - 600gr. en 6 a 8 meses, en promedio (Velázquez y Botero 2003).

La tilapia roja es una especie óptima para el cultivo en agua dulce o salada, pues tiene una alta resistencia a enfermedades y una gran capacidad para adaptarse a condiciones adversas del medio. Además presenta dentro de sus características anatómicas y organolépticas: pocas espinas y exquisito sabor de su carne por lo que también se le conoce en algunos sectores comerciales como: "*la gallina del agua*"¹⁰.

La tilapia roja es un tetrahíbrido, es decir un cruce híbrido entre cuatro especies representativas del género *Oreochromis*: *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *O. hornorum* y *O. aurea*. Cada una de estas especies aporta al híbrido sus mejores

¹⁰CENTENO CENTENO, Yahaira del Carmen. La tilapia como materia prima en la producción de biodisel [online]. IX jornada universitaria de desarrollo científico. Matagalpa: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-CUR Matagalpa, 2007. 14p. [consultado enero 2012]. Disponible en: http://www.unan.edu.ni/dir_invest/webjudc/proyectos_matagalpa/pdf/ensayos/tilapia.pdf

características, resultando uno de los peces con mayor potencial para la acuicultura comercial en el mundo¹¹.

La línea genética Red Florida (*O. mossambicus* x *O. urolepis hornorum*) es una variedad excelente para la obtención de talla y carne especialmente cuando los proyectos tienen como finalidad directa la comercialización de filetes, siendo el híbrido ideal para el cultivo en aguas salobres y saladas con niveles que llegan hasta 36 ppm¹².

Desde hace algunos años, en E.U.A las tilapias rojas constituyen el tercer producto acuático (SEAFOOD) más importado después del camarón marino y el salmón del Atlántico. De los 5 países más poblados del mundo, 4 se encuentran entre los mayores productores y consumidores de tilapia roja en el mundo: China, Estados Unidos, Indonesia y Brasil¹³.

La tilapia roja es un híbrido que en el mercado mundial compite con el pargo rojo, especie de mar muy cotizada también, semejantes ambas, por su forma externa y colores. Sin embargo en cuanto a la calidad del filete, ambas especies se consideran similares¹⁴.

Distribución: Dentro de sus áreas originales de distribución, las tilapias han colonizado hábitats mucho muy diversos: arroyos permanentes y temporales, ríos anchos y profundos o con rápidos, lagos profundos, lagos pantanosos, lagunas dulces, salobres o saladas, alcalinas, estuarios y lagunas costeras e incluso hábitats marinos. Las tilapias cultivadas habitan por lo general aguas lenticas

¹¹Ibid.

¹²Ibid.

¹³CASTILLO CAMPO, Luis Fernando. Op. Cit.

¹⁴CENTENO CENTENO, Yahaira del Carmen. Op. Cit.

(poca corriente), permaneciendo en zonas poco profundas y cercanas a las orillas donde se alimentan y reproducen¹⁵.

El Sexado: manual es relativamente sencillo aunque resulta muy laborioso, tardado y requiere cierta destreza por el personal que lo realiza. En muchas de las especies de Tilapia que se cultivan, ambos sexos pueden ser diferenciados a simple vista debido al desarrollo diferencial de la papila genital que presentan al alcanzar los 50 a 70 gr. En el caso del macho la papila genital posee solamente un orificio, mientras que la de la hembra posee dos y por lo general la papila misma es más pequeña. El Sexado debe realizarse cuidadosamente para evitar introducir hembras al cultivo y de esta manera prevenir su reproducción indeseada en los estanques.

Es conveniente realizar esta operación tan pronto como sea posible para ahorrar espacio y no desperdiciar alimento que ocuparían y consumirían respectivamente las hembras. Puesto que el Sexado no se puede efectuar con facilidad antes de que los alevines hayan alcanzado los 50 gr. de peso, conviene prolongar la crianza de los juveniles hasta dicha talla, y en una misma operación efectuar el Sexado y la siembra en los estanques de engorda. En la práctica es posible lograr que la población a engordar esté compuesta hasta por un 95% de machos. Los inconvenientes de este método radican en la posibilidad del error humano y en el desperdicio de las hembras¹⁶.

Otra diferencia que se puede apreciar en los sexos es el mayor tamaño del machos, ya que su tasa de crecimiento casi duplica la de las hembras, por otra parte el macho es más alto y más ancho en el lomo. Durante el sexage las hembras se sacrifican el sexage es eficiente en un 95% y por este motivo se

¹⁵VELÁZQUEZ y BOTERO. Cultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp*) y plateada (*Oreochromis niloticus*): las tilapias, (también llamadas mojarras). Caldas: SENA, regional caldas, 2003. 33p.

¹⁶Ibid.

acude a otros sistemas para lograr que la producción sea 100% machos, como es la reversión sexual¹⁷.

3.2.6 Alimentación en tilapia roja. Todas las Tilapias tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios herbívoros, a diferencia de otros peces que se alimentan o bien de pequeños invertebrados o son piscívoros.

Las adaptaciones estructurales de las Tilapias a esta dieta son principalmente un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos. Debido a la diversidad de alimentos que varían desde vegetación macroscópica (pastos, hojas, plantas sumergidas) hasta algas unicelulares y bacterias, los dientes también muestran variaciones en cuanto a dureza y movilidad. Acepta rápidamente el cambio a alimento balanceado presentado como “pellets”. Dados sus hábitos alimenticios y la capacidad para soportar condiciones adversas en cultivo, con amplia tolerancia y rápido crecimiento, son ideales para establecer cultivos rentables¹⁸.

Los registros alcanzados en tilapia roja son muy favorables ya que se tienen proporciones de 1.6 a 1 es decir que por cada 1.6Kg. De alimento consumido una tilapia aumenta 1Kg. de peso corporal. El volumen de concentrado a suministrar por día debe estar relacionado con la biomasa o peso calculado de los peces que se tengan y se determina así: se sacan, aproximadamente el 20% de los peces sembrados y se proceden a pesar vivos posteriormente se saca el promedio del peso, el cual es tomado y se multiplica por el número total de peces en el estanque luego se multiplica por el factor de conversión ya establecido. La dieta se puede suministrar de 3 a 8 raciones por día dependiendo de la etapa (cuadro 4).

¹⁷ESTÉVEZ R, Mario. Manual de piscicultura. Bogotá: Universidad Santo Tomas, 1990. 59 – 83p.

¹⁸VELÁZQUEZ y BOTERO. Op. Cit.

Cuadro 4. Factores de conversión alimenticia

Rango peso (g/ind.)	% biomasa	Factor conversión
ene-50	5	0.05
50-100	4	0.04
100-200	3	0.03
200-400	2	0.02
>400	2	0.02

Fuente: Ossa y Botero (2003).

Nota se recomienda no exceder un suministro de 70Kg. de alimento por día/ha ya que se disminuye el contenido de oxígeno en el agua.

3.2.7 Requerimientos nutricionales. La nutrición y alimentación de la peces está comprometida con el suministro de esos nutrientes en la dieta de la tilapia roja debe estar compuesta tanto de una manera directa, en forma de un alimento “artificial” exógeno, o indirectamente a través del incremento en la producción de alimento vivo natural dentro del cuerpo de agua (fitoplancton y zooplancton), obtenido de la correcta desinfección y fertilización de los estanque.

Proteínas: La proteína suministrada en la dieta, puede ser catabolizada y actuar como fuente de energía o puede servir como substrato para la formación de lípidos y carbohidratos para reparación del tejido dañado y desgastado (mantenimiento de tejido) y formación de tejido nuevo (síntesis de nuevas proteínas durante el crecimiento) la proteína suministrada en la dieta, es requerida dentro del cuerpo del animal para la formación de hormonas, enzimas y una variedad muy amplia de otras sustancias biológicamente importantes, tales como los anticuerpos y hemoglobina por esta razón los requerimientos de proteína varía según la etapa del desarrollo fisiológica de la tilapia (cuadro. 5).

Cuadro 5. Requerimientos de proteína para la especie tilapia roja en sus diferentes etapas

Especie	Alevín	Juvenil	Adulto
Tilapias	35-40	30-35	20-30

Fuente: NRC (1993) **Santiago y Lovell (1988)

Aminoácidos: Los aminoácidos son unidades formadoras de proteína por lo tanto son fundamentales en la mayoría de tejidos musculares (crecimiento) reproducción y formación de tejidos, Participan en el metabolismo de carbohidratos y lípidos, los excesos son catalizados a energía y eliminados como amonio como la mayoría de los animales los peces también necesitan de 10 aminoácidos esenciales en la dieta (cuadro 6).

Cuadro 6. Requerimientos de aminoácidos para la producción de tilapia roja

	% proteína	g/Mcal ED
Lisina	5.12	5.72
Arginina	4.20	4.72
Metionina +Cistina	3.21	3.60
Fenilalanina +Tirosina	5.54	6.20
Treonina	3.75	4.20
Triptófano	1.00	1.12
Histidina	1.72	1.92
Isoleucina	3.11	3.48
Leucina	3.39	3.80
Valina	2.80	3.12

*NRC (1993) **Santiago y Lovell (1988) 36%Pt, 3.50McalED /Kg 28% Pt, 2.50Mcal ED /Kg.

Minerales: Son constituyentes esenciales de la estructura ósea, participan en el mantenimiento de la presión osmótica, regulan el intercambio de agua y solutos dentro del cuerpo del animal, son constituyentes estructurales de los tejidos blandos, esenciales para la transmisión de los impulsos nerviosos para las contracciones musculares, regulan el equilibrio ácido-base corporal y regulan el pH de la sangre, participan como cofactores en el metabolismo, catálisis y como

activadores enzimáticos, su deficiencia reduce el crecimiento, la eficiencia alimenticia y produce deformaciones esqueléticas (cuadro 7).

Cuadro 7. Requerimientos de minerales

Minerales	Requerimientos (%)
Calcio	0.5 - 1.0%
Fósforo	0.5 - 0.8
Sodio	0.4 - 0.6

Fuente: NRC (1993)

Vitaminas: Nutrientes orgánicos esenciales para crecimiento, reproducción y salud general, no hay síntesis en cantidades suficientes por el organismo de las especies acuáticas por lo que se deben suplementar en la dieta, síntomas comunes de deficiencia con menor crecimiento, menor apetito y letargo, en sistemas intensivos el alimento debe cubrir los requerimientos (cuadro 8).

Cuadro 8. Requerimientos de suplementación y vitaminas

Complemento	Requerimiento	Suplementación
Vit. E, UI	25	50
Vit. D3, UI	375	2000
Vit. A, UI		5500
Vit. K, mg		10
Ácido ascórbico, mg	70	100
Ácido Pantoténico, mg	10	50
Niacina, mg	26	100
Tiamina, mg	2.5	20
Riboflavina, mg	6.0	20
Piridoxina, mg.	3.0	10
Biotina, mg		1
Vit. B12, mg		1
Inositol, mg		100
Colina, mg		500

Fuente: NRC (1993)

3.2.8 Producción de tilapia en estanques de tierra. Se usan principalmente estanques de: 300, 500, 1.000 y 2.000m² con profundidad promedio de 1 - 1.5m para no generar cambios bruscos de temperatura, y taludes con pendientes del 33% para evitar su deterioro por erosión. La densidad de siembra puede ser de 3 – 10 peces/m² sembrando alevinos de 2 a 5gr. y se suministra alimento concentrado con más de 24% de proteína.

El oxígeno disuelto debe ser mayor a 4ppm y la dureza del agua no menor de 20ppm. Debe recambiarse el agua para evitar altas concentraciones de metabolitos tóxicos. Se recomienda desinfectar los estanques con cal viva después de cada cosecha. Se pueden obtener animales de 400gr en 6 a 7 meses de cultivo¹⁹.

3.2.8.1 Presentación del estanque. En forma general al menos debe tener las estructuras que le garanticen su llenado y su vaciado. Para el llenado dependiendo de la fuente puede hacerse una caja de captación o un lugar de bombeo, dese allí se puede conducir el agua por manguera o por canales abiertos, dicha conducción deberá contar con una válvula de cierre al final antes del estanque se instala un registro de entrada que actuara como mecanismo de retención de sólidos y desde donde se distribuye a cada uno de los estanques. La salida puede construirse con tubería sanitaria de PVC de seis pulgadas y un mecanismo articular de rotación para salida del agua por gravedad²⁰.

3.2.8.2 Fertilización. Consiste en agregar abonos orgánicos, tales como estiércol de aves de corral, bovinos, cerdos, ovinos, caprinos o fertilizantes inorgánicos comerciales, se les usa para incrementar la productividad de

¹⁹Ibid.

²⁰OSSA V., Jaime y BOTERO A, Luz Mercedes. Guía para la cría, manejo y aprovechamiento sostenible de algunas especies animales promisorias y otras domésticas. Bogotá: Convenio Andrés Bello, 2003. 44 - 55p.

fitoplancton y zooplancton²¹. Abono químico: puede ser compuesto tres elementos (nitrógeno, fósforo y potasio) o simple un solo elemento, la cantidad recomendada es de 1kg por 150m² de espejo de agua al inicio del cultivo (cuadro 9).

Cuadro 9. Recomendaciones para la aplicación de abonos orgánicos

Tipo de estiércol	Cantidad (Kg/ha)	Frecuencia (semana)
Vacunos y caballos	500 - 600	1
Porcinos	400 - 500	1
Aves	100 - 150	1

Fuente: Adaptado Ossa y Botero (2003)

Para garantizar un buen desarrollo de los animales es importante tener en cuenta algunos parámetros a la hora de fertilizar como: Evitar la presencia de plantas acuáticas (realizar limpieza de estanque), mantener la turbidez entre 15 y 45cm, el aumento del plancton hace que el agua cambie de color tornándose verdosa, no fertilizar estanques que estén botando el agua por reboce, ya que se pierde el fertilizante, cuando el fondo del estanque presente un pH ácido ahí la necesidad de encalar (aplicación de correctivos). La cantidad de cal a utilizar (Kg/ha) es: cal viva 200, cal hidratada 100 cal agrícola 200.

3.2.9 Características del cultivo. Para que la tilapia roja pueda espesar un rendimiento óptimo y se pueda alcanzar las tallas deseadas en los tiempos programados es necesario tener en cuenta una serie de factores que van mudamente ligados entre los cuales encontramos:

Temperatura: Prefieren temperaturas elevadas; por ello su distribución se restringe a áreas cuyas isothermas de invierno sean superiores a los 18°C, el rango

²¹Ibid.

natural oscila entre 18° y 30°C, pudiendo soportar temperaturas menores, durante el día no debe haber cambios de temperatura mayores a 15°C²².

Salinidad: Las Tilapias son peces de agua dulce que evolucionaron a partir de un antecesor marino, por lo tanto conservan en mayor o menor grado la capacidad de adaptarse a vivir en aguas saladas (eurihalinas).

Oxígeno disuelto: La tilapia puede vivir en condiciones ambientales adversas debida precisamente a que soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Ello se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno aun cuando la presión parcial de este último sea bajo. Asimismo, la Tilapia tiene la facultad de reducir su consumo de oxígeno cuando la concentración en el medio es baja (inferior a 3 mg/l). Finalmente, cuando esta concentración disminuye aún más, su metabolismo se vuelve anaeróbico²³.

pH: Los valores del pH del agua que se recomienda prevalezcan en un cultivo no se refieren tanto a su efecto directo sobre la Tilapia, sino más bien a que se favorezca la productividad natural del estanque. Así, el rango conveniente del pH del agua para piscicultura oscila entre 6.5 y 8 Por otra parte, mientras más estable permanezca el pH, mejores condiciones se propiciarán para la productividad natural misma que constituye una fuente importante de alimento para la Tilapia cuando el cultivo se desarrolla en estanques²⁴.

Alcalinidad y dureza: Una alcalinidad superior a 175mg CaCO₃/l (carbonato de calcio por litro) resulta perjudicial, debido a las formaciones calcáreas que se producen y que afectan tanto a la productividad del estanque como a los peces al dañar sus branquias. Una alcalinidad de aproximadamente 75mg CaCO₃/l se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque. Si

²²VELÁZQUEZ y BOTERO. Op. Cit.

²³Ibid.

²⁴Ibid.

la dureza con la que cuentan las aguas es de 200mg/l, esta dureza es muy alta. Pero siendo la tilapia un organismo que aguanta condiciones extremas es posible que pueda estar sin ningún problema. Debido a que la dureza depende de los carbonatos presentes en el agua, el único método para poder eliminarla, sería calentando el agua, pero esto es económicamente imposible. Debemos saber si donde brota el agua se alcanza esa dureza, ya que si no es así, se podrían colocar membranas o algún plástico, que pudiera evitar el contacto del agua con el suelo, ya que podría ser que la dureza se deba a que está en contacto directo con el suelo²⁵.

Voto y Meyer describen la dureza como la concentración de cationes divalentes de calcio y magnesio y se expresa en mg/l de CaCO₃. La dureza es un parámetro que nos revela la cantidad de compuestos de calcio y magnesio disueltos en el agua, estos minerales tienen su origen en las formaciones rocosas calcáreas; la cantidad de minerales disueltos en el agua hacen que ésta sea dura o blanda, cuanto mayor es la cantidad de minerales en el agua, mayor será la dureza de la misma (La Rocca, 2003). El rango de valor óptimo de dureza en el agua para el cultivo de peces es de 20 a 350 mg/l de CaCO₃²⁶.

Turbidez: La turbidez del agua tiene dos tipos de efectos: uno sobre el medio y se debe a la dispersión de la luz y el otro actúa de manera mecánica directamente sobre los peces.

Al impedir la libre penetración de los rayos solares, la turbidez limita la productividad natural del estanque, lo que a su vez reduce la disponibilidad de

²⁵Ibid.

²⁶CASTRO RIVERA, Rigoberto; HERNÁNDEZ GIRÓN, José de la Paz y AGUILAR BENÍTEZ, Gisela. Evaluación del crecimiento de alevines de tres especies de Tilapia (*Oreochromis* sp.) en aguas duras, en la región de la Cañada, Oaxaca, México [online]. México: Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)– IPN,Oaxaca (México)c/Hornos 1003, St. En: Revista AquaTIC, N° 20, pp. 38-43. Año 2004. [Consultado Febrero 2013]. Disponible en: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=172>

alimento para la Tilapia. Es por ello que se recomienda que el agua de los estanques no sea demasiado turbia para que el fitoplancton se pueda desarrollar adecuadamente.

Por otra parte, la materia coloidal en suspensión puede dañar físicamente las branquias de los peces provocando lesiones e infecciones. En caso de que las aguas sean demasiado turbias (>100 ppm) conviene propiciar su sedimentación previamente a su introducción a los estanques de cultivo, bien sea por medios físicos y/o químicos.

Una forma práctica para medir la turbidez se hace sumergiendo el brazo en el agua. La distancia mínima a la que se debe ver el brazo es de 15cm. Y la máxima es de 45cm también se puede realizar por medio del disco de sachi²⁷.

Altitud: La altitud, como un factor limitante de distribución de la Tilapia, se relaciona no a la presión barométrica sino fundamentalmente a la temperatura. Como ya se mencionó, la isoterma invernal de 18°C, constituye el límite de su distribución; en función de la latitud y de las características micro climáticas, este límite se establece entre los 850 y los 2.000m.s.n.m²⁸.

3.2.10 Etapas del cultivo²⁹. El cultivo se realiza generalmente en tres fases: alevinaje, pre-engorde y engorde, pero algunos piscicultores lo hacen solo en dos, uniendo el alevinaje con el pre-engorde.

Alevinaje: se lleva a cabo en estanques pequeños. Se inicia con peces de 1 a 3gr, con densidades de 30-50 peces/m², hasta un peso de 15 a 20gr, durante 55 a 75 días. Durante este tiempo es necesario alimentar en proporciones del 8 al 4% de

²⁷Velázquez y Botero. Op. Cit.

²⁸Ibid.

²⁹MERINO ARCHILA, María Claudia; SALAZAR ARIZA, Gustavo y GÓMEZ LEÓN, Diana. Guía práctica de Piscicultura en Colombia. Bogotá D. C.: Incoder, 2006.

la biomasa diariamente, con alimento con 40-45% de proteína y con una frecuencia de 4 a 6 veces al día; es conveniente tener el agua bien fertilizada para que los peces aprovechen al alimento natural (cuadro 10).

Cuadro 10. Caracterización de las etapas del cultivo

Etapa	Alevinaje	Preengorde	Engorde
Peso promedio peces (gr.)	1-3 hasta 15-20	20 hasta 150	150 hasta 400
Densidad (pez/m ²)	30 a 50	12	1 a 5
% de proteína en alimento	40-45	30	24
Alimento diario (% de biomasa)	8% inicio, 4% final	4% inicio, 3,5% final	3% inicio, 2% final
Numero de comidas/día	4 a 6	4	2

Fuente: MERINO, María Claudia. INCODER (2006)

Luego de esta etapa los peces se deben sexar, es decir, separar los machos de las hembras. Es importante mencionar que aun cuando los alevinos hayan tenido el proceso de reversión sexual, es imposible garantizar que el 100% sean machos, por lo que es necesario siempre sexar a mano para cultivar solamente machos, que son los que más crecen y evitar la reproducción.

Pre-engorde: es el levante de animales de 20 a 150gr., que durante 3,5 meses aproximadamente, usándose densidades de 12 peces/m²; la conversión alimenticia debe ser de 1,5:1, suministrando alimento con 30% de proteína en un porcentaje de biomasa entre 3,5 y 4% día, entregado hasta 4 veces por día.

Engorde: es el cultivo de animales de 150 a 400gr. o más, con una duración de 2 y 3,5 meses, con una densidad de 1.5 a 5 peces/m² y una conversión alimenticia entre 1.4 a 2:1. Se suministra el alimento con 24% de proteína en un porcentaje de la biomasa entre 3 y 2/día. Antes del sacrificio se puede suministrar el 1% de la biomasa al día. Si se pretende producir filetes, el cultivo requiere mayor tiempo pues los animales deben alcanzar entre 500 y 1.000gr para que cada filete sea de 75 a 150gr. de peso.

3.2.11 Materias primas utilizadas. Gracias a las bondades de la tilapia roja en cuanto a su alimentación por ser una especie omnívora que se alimenta de una variedad de plantón y zooplancton, permite utilizar materias primas tanto de origen animal como de origen vegetal como lo son las gramíneas (pasto elefante *Pennisetum purpureum*, kikuyo *Pennisetum clandestinum*) y fuentes proteicas como el yatago *Trichanthera gigantea*) y la sangre de bovino proveniente del matadero de Málaga las cuales fueron mezclada con productos comerciales como lo son la melaza y la premezcla de vitaminas y minerales para la elaboración de un heno balanceado de acuerdo a los requerimientos nutricionales de esta especie.

3.2.11.1 Gramíneas. Las gramíneas son el componente más valioso de casi todas las praderas; a lo largo de la historia, la mayor parte de las referencias a la alimentación de animales y la protección y rejuvenecimiento que da a los suelos atestiguan el valor de las gramíneas y la vegetación predominante herbácea. Además, cuando se estudian y evalúan las gramíneas, es necesario recordar que la mayoría de los cereales (arroz, maíz, trigo, avena, cebada, centeno, sorgo), así como la caña de azúcar y el bambú, pertenecen a la familia de las gramíneas y que son de gran importancia en la alimentación animal³⁰.

* **Pasto elefante (*Pennisetum purpureum*):** una de las gramíneas más utilizadas en la ganadería de leche intensiva, encontrándose en la actualidad más de 25 variedades e híbridos de este pasto bajo estudio en el país; esta gramínea crece bien desde el nivel del mar hasta los 2.200 metros, pero su mejor desarrollo se obtiene hasta los 1.500 metros; crece bien bajo temperaturas de 18 a 30°C, pero la más adecuada es alrededor de 24°C.

Es una especie perenne alta, crece en matorros, los tallos pueden alcanzar hasta 2 a 4 cm de diámetro y alturas de 2 a 3 m; es un pasto de corte esencialmente pero

³⁰BERNAL EUSSE, Javier. Manual de pastos y forrajes. Tercera Edición, Santafé de Bogotá: Banco Ganadero, 1994. 400p.

en algunas zonas es utilizado en pastoreo, aunque no es muy resistente al pisoteo, también se puede usar para ensilaje.

Características de cultivo: es un pasto de corte, que se desarrolla en clima cálido, entre 0 y 2.200m.s.n.m., y temperaturas inferiores a los 18°C, aunque su desarrollo es más lento, se da mejor en suelos fértiles aunque se adapta a suelos de baja fertilidad, se siembra por medio de material vegetativo, es susceptible al atacado por gusanos, candelilla, tolera suelos ácidos, sequía no tolera encharcamientos, su contenido nutricional (6-9) en Colombia, presenta una digestibilidad del 50% ms. El pasto elefante morado *Pennisetum purpureum* se desarrolló en Tifton, Georgia, E.E.U.U., de origen africano por selección de una progenie auto polinizada del pasto Merkeron, el cual es un híbrido alto seleccionado de un cruce de pasto elefante enano x pasto elefante alto; este cultivo es introducido en Venezuela en la década de los 80, y ahora presenta en la mayoría de los países tropicales y subtropicales.

Su principal característica es que posee originalmente en su componente genético un gen recesivo que le da una coloración púrpura de donde obtiene su segundo nombre en la clasificación de la respectiva especie, es una planta perenne que produce pastizal abierto en forma de macollas, de tallos erectos, recubiertos por las vainas de las hojas en forma parcial o total, las hojas son lanceoladas y pueden alcanzar una longitud de un metro, variando su ancho entre 3 y 5 centímetros, la inflorescencia en forma de espiga con abundante grano en los ápices de los tallos y es sostenida por un largo pedúnculo y pubescente, los tallos contienen hasta 20 internodos de hasta 3cm de diámetro; las hojas son largas, de 30 a 120cm de longitud y 1 a 5cm de ancho con una vena media muy pronunciada.

Valor nutricional: una de las características más sobresalientes del PE es que mantiene valores nutritivos más altos que los observados en la mayoría de las

gramíneas de origen tropical (Mott 1984; Sollenberger y Jones. 1989). Si esta forrajera es defoliada cada 9 semanas y 22cm de altura con 8.6%PB, el forraje cosechado sería adecuado para satisfacer los requerimientos nutricionales de animales de alta producción, tales como animales en crecimiento (destetes y novillos), vacas lecheras en producción.

Kikuyo: especie tropical originaria de África, posee un crecimiento muy agresivo que le permite dominar las demás especies que se siembren con ella, inclusive la Bermuda. Competidor e invasor si se implanta junto a otras especies, se acostumbra a sembrar combinado con Raygrass inglés para que éste que sale muy rápido, permita ver un césped verde pronto, ya que el Kikuyo tarda algo en salir. Luego, el Kikuyo, que es más agresivo, terminará por extenderse y se lo "comerá", haciendo desaparecer, el Kikuyo mantiene mucho mejor el color en invierno y podemos ahorrarnos la resiembra con Raygrass, tolera altas temperaturas y salinidad, prospera en todo tipo de suelo, pero prefiere los suelos sueltos con buen drenaje, es por eso que se adapta excelentemente a los suelos arenosos; es importante cortar con frecuencia y mantenerlo bajo para evitar la formación de colchón. Una altura baja de siega es la clave para reducir el colchón o "thatch", la altura de corte recomendada es de 10 a 20cm; tiene muy alta capacidad de recuperación en caso de deterioro, no tiene demasiados problemas con plagas y enfermedades, se reproduce vegetativamente por medio de potentes rizomas y estolones.

Contenido nutricional: su contenido nutricional es bastante bueno para la alimentación de bovinos aun para la alimentación de tilapia el contenido de fibra sea un poco alto es de gran importancia en cuanto al aporte de volumen aportado a los demás ingredientes del alimento (cuadro 11).

Cuadro 11. Composición química del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en muestras recolectadas en varias localidades del departamento de Santander, % MS.

	PC	EE	Cen	FDN	FDA	CNE
Promedio	20.5	3.63	10.6	58.1	30.3	13.4
Máximo	27.1	4.71	13.9	66.9	32.8	17.2
Mínima	15.4	1.63	8.65	51.7	28.3	8.93
D. E.	3.26	0.82	1.71	3.91	1.20	2.51
C. V., %	15.9	22.6	16.1	6.73	3.95	18.7
N	39.0	27.0	27.0	36.0	19.0	23.0

D. E. = Desviación estándar; *PC* = proteína cruda; *EE* = extractor etéreo; *Cen* = cenizas; *FDN* = fibra en detergente neutro; *FDA* = fibra en detergente ácido; *CNE* = carbohidratos no estructurales ($CNE = 100 - (PC + EE + FDN + Cen) + PCIDN$ (Proteína Cruda Insoluble en Detergente Neutro), *NRC 2001*)

3.2.11.2 Yatago. Es conocido con los siguientes nombres comunes: aro blanco, nacedero, rompe barriga, nacedero (Tolima), quiebra barrigo (Antioquia), cajeto (Ocaña), Fune, madre de agua (Villavicencio) (Colombia); suiban, cenicero, (Bolivia); tuno (Guatemala); Naranjillo (Venezuela); Palo de Agua (Panamá); Beque, paúl Santo (Brasil); trichantera (Inglés).

Descripción morfológica Un arbusto o pequeño árbol de hasta 5m, ocasionalmente hasta 15m, con una copa redondeada. Las ramas son cuadradas con ángulos redondeados, las puntas cubiertas de pelos marrones diminutos. Hojas ovadas a oblongas, estrechando por ambos extremos y cóncavo acercarse a la punta, 26 x 14cm; sin pelo o pubescentes lo largo de la nervadura, pecíolos 1 - 5cm de largo. Inflorescencia es un compacto terminal de panoja 5 - 15cm de largo, flores tienen pequeñas brácteas triangulares a 3mm, el cáliz es de 10 - 12mm de largo con segmentos 10 x 5mm y redondeado en el ápice, corolla es de color rojo y sin pelo cerca del eje, y de color amarillento con cortos pelos sedosos más alejado del eje, 3 - 4cm de largo. Las frutas contienen 35 - 40 semillas cada una, y hay alrededor de 4.000.000 de semillas/kg.

Distribución: nativo de los arroyos y áreas pantanosas y bosques húmedos de América Central y países del norte de América del Sur; se produce a partir de Costa Rica y Panamá en América Central, al este a través de Colombia y el occidente de Venezuela, y al sur por Ecuador y Perú. En los últimos años se utiliza como forraje para diferentes especies animales, cerco vivo y la sombra de árboles. En general, se establece a partir del tallo estacas que enraízan con facilidad. Estacas 2,2 – 2,8mm de diámetro, 20cm de largo y con al menos 2 brotes de las hojas. Mayores y más prolongados cortes tuvieron menos éxito. Las estacas producen brotes en cerca de un mes y pueden ser plantadas en el campo después de unos 50 días. Espaciamientos varían desde 0,5 hasta 1,0 m de distancia y se pueden plantar en un bloque o como un doble vallado a lo largo de líneas de la cerca.

Moderada a alta calidad nutritiva dependiendo de la procedencia; contiene altas concentraciones de carbohidratos solubles en agua y almidón, y baja FDN. PC intervalos de contenido en 12 a 22%, DIVMS oscila entre 45-60% y 24 h *en sacco* DMD oscila entre 50 - el 70%; contiene cenizas relativamente alto y las concentraciones de calcio en 16-20% y 2.4 a 3.8% de la MS, respectivamente. La ceniza de alta y las concentraciones de Ca puede estar relacionado con la presencia de cristolitos, pequeñas concreciones minerales en las hojas y tallos. Adecuada como alimento para animales no rumiantes (cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis bromatológico del yatago (*Trichanthera gigantea*)

Elemento	%
Proteína	17.25
Calcio	3.80
Fósforo	0.26
Potasio	3.18
Magnesio	1.14
Fenoles	453mg/Kg.

Fuente: FAO - CIPAV (1989)

Según Galindo et. (1989) La gran ventaja del yatago ha sido su aceptación por parte de los animales monogástricos debido a su alta digestibilidad y la baja concentración de sustancias fenólicas, además posee una área foliar mayor que otras especies, la gran capacidad para dar rebrotes tiernos y un gran contenido de proteína total que fluctúa entre 16 - 20% en la materia seca del follaje. La calidad del forraje y su producción se considera de buena calidad se emplea para la alimentación de todo tipo de ganado doméstico y constituye una valiosa alternativa para los sistemas pecuarios sostenibles. El forraje es de gran aceptación por parte de cuyes, aves de corral, conejos, ovejas, cerdos, bovinos, equinos y búfalos.

La composición química varía de acuerdo con el tipo de suelo, los intervalos de corte y con las condiciones climáticas. Los análisis realizados en Colombia muestran un alto contenido de Ca y P, lo que hace ideal para los animales en lactancia; las hojas presentan una tasa de digestibilidad de 52% a los 12 horas de haber sido consumido, de 60% a las 24 horas y de 77% a las 48 horas (cuadro 13)

Cuadro 13. Composición química promedio (% en base seca) del tallo y de las hojas de yatago (*Trichanthera gigantea*) a intervalos de corte de tres meses

	MS	Nº 6.25	N	P	K	Ca	Mg
Tallo Grueso	27	4.6	0.74	0.36	3.8	2.19	0.48
Tallo Delgado	17	8.7	1.39	0.42	6.96	2.61	0.72
Hoja	20	18	2.87	0.37	3.76	2.34	0.75

Fuente: Gómez Citado por Gómez et al, 1997

Palatabilidad: bien aceptada por una amplia gama de animales domésticos como los cerdos y otros animales monogástricos, después de un período de familiarización. La palatabilidad puede cambiar con procedencia.

Valor Nutritivo Los tallos delgados se incluyen porque son también consumidos por los animales. El contenido de proteína bruta de las hojas varía desde 15 hasta 22%; el contenido de calcio 3.8% se ha encontrado particularmente elevado en comparación con otros árboles forrajeros, fósforo 0.26% y magnesio 3.18% (Rosales *et al.*, 1992).

3.2.11.3 Sangre de bovino. Mediante la busque de nuevas fuentes de proteína que se puedan utilizar en la alimentación animal la sangre de bovino se constituyó como uno de los residuos de matadero más viable por su alto contenido de proteína bruta y aunque las autoridades en los últimos años han legislado algunas normas referentes a la utilización en la alimentación de algunas especies como los rumiantes y porcinos no hay una norma que prohíba la utilización en peces así mismo la Unión Europea prohibió el uso de la misma en rumiantes pero excluyo la utilización en alimentación de peces y pellets según el Reglamento (CE) N° 1774/2002 relativo a los subproductos animales.

La fuente proteica más importante para la elaboración del heno aunque la forma más utilizada es como harina también se puede utilizar fresca, solamente 6 Kg. De sangre se pueden obtener de 1000Kg. De peso vivo. Los métodos modernos de producción de harina de sangre comprenden la desecación de la sangre en capas fluidas, desecación por rociado a bajas temperatura o desecación de la sangre en un transportador poroso por corrientes de aire caliente. Estos procedimientos de desecación producen una harina de sangre soluble en agua (que con frecuencia se denomina en inglés “blood flour”) para distinguir de la harina de sangre corriente (“blood meal”), que es menos soluble en agua. En escala semi comercial, la harina de sangre se fabrica coagulando la sangre al vapor o hirviéndola durante 20 minutos, recogiendo luego el coagulo para secar y moler. Hay que tomar todas las precauciones para no dejar que la temperatura exceda de 120°C en cualquiera de las fases del proceso para evitar la desnaturalización de la proteína.

Otra forma de utilizar la sangre consiste en empapar los afrechos de trigo, harina de citrus o salvado de arroz, y luego esparcirla a la intemperie en bandejas calentadas por el fondo o desecarlas al sol, de esta manera la materia vegetal pobre en proteína se enriquece con la proteína de la sangre el proceso puede repetirse varias veces. La sangre cruda puede conservarse durante una semana añadiendo 0.7% de ácido fórmico o ácido sulfúrico, cuando a la sangre tratada con ácido sulfúrico se le añade 0.5% de meta bisulfito de potasio, puede conservarse durante algunos meses antes de suministrar o mezclarse con otras materias primas.

Uso: la sangre solo contiene pequeñas cantidades de minerales pero es muy rica en proteína, la cual sin embargo es de composición bastante sesgada en aminoácidos, a causa de su menor palatabilidad se incluye en dosis bajas para cerdos y aves de corral, se puede mayores proporciones para los bovinos para estos últimos no debe representar más del 50% de proteína. Se ha suministrado con buenos resultados a las aves de corral sangre cruda mezclada en proporciones de 2:1 con despojos de materia desmenuzada, se ha suministrado a los cerdos hasta 0.7 de sangre cruda o de sangre tratada con ácido, después de algunos días de haberlos acostumbrado al pienso, la digestibilidad de la sangre cruda es muy elevada, la digestibilidad de la proteína bruta en los cerdos es del 88% para la harina de sangre, para la harina corriente de sangre 72%, para la sangre cruda 90% y para la sangre tratada con ácido 95% la digestibilidad es mayor en el caso de los bovinos (cuadro 14).

Cuadro 14. Composición química de la sangre (% de materia seca)

	MS	PB	FB	Cen.	EE	ELN	Ca	P
Harina de sangre	89.5	88.5	0.4	6.0	1.2	3.9	0.28	0.28
Sangre fresca de bovino	20.2	95.7		4.1	0.2		0.89	0.25

Fuente: Ckerman H. W. Hansn, C. L. (1994)

En la gran mayoría de los mataderos del país no se tiene la infraestructura mínima para aprovechar los residuos orgánicos que se generan a partir del sacrificio de los animales (aves, ganado ovino, bovino, porcino, etc.). Es por esto que a los ríos o fuentes superficiales más próximas llegan los alcantarillados municipales descargando los vertimientos sin ningún tipo de tratamiento entorpeciendo la vida acuática y degradando las corrientes que aguas abajo deben ser tomadas para abastecimiento de otros pueblos. De igual manera, a los suelos se vierten de manera directa los vertimientos provenientes de los mataderos ya sean trozos de carne, rumen o sangre, ocasionando contaminación de los suelos, las aguas subterráneas y de las mismas fuentes superficiales a donde descargan.

En Nutrición Animal la sangre puede ser utilizada de diferentes maneras que depende del volumen producido en el día. Para este caso existen tres usos potenciales de la sangre considerando su condición.

Sangre Fresca: Se mezcla en parte iguales con salvado, cáscara de arroz y utiliza para la alimentación de porcinos y aves.

Sangre Seca: La sangre fresca con 1% de peso de cal viva se extiende en plataformas de cemento expuestos al sol y voltea con rastrillo para facilitar su secado; este proceso se puede acelerar con secadores solares o aplicando fuego directamente sobre los contenedores metálicos.

Harina de Sangre: Una buena metodología para la observación de la Harina de Sangre para dietas concentradas para animales sería la siguiente: Recolección en recipientes bien limpios directamente del matadero, deshidratación se debe tener en cuenta que la temperatura no debe ser muy alto, luego se realiza la molienda, para posteriormente enfriarla, empacarla y almacenada³¹.

³¹OCKERMAN, H. W. y HANSN, C. L. Industrialización de subproductos de origen animal. Zaragoza, España: Acribia, 1994. 387p.

Las graves deficiencias en proteínas que afronta el sector pecuario en varios países del mundo han sido y serán motivo de constante preocupación por parte de las autoridades con injerencia en el sector agropecuario. Esta problemática se ha hecho más evidente en aquellos países en vías de desarrollo, los cuales, en un alto porcentaje, no cuentan con las condiciones técnicas para desarrollar planes apropiados en la alimentación animal. Los Organismos Nacionales e Internacionales, con injerencia en la producción animal, han venido implementando políticas especiales de fomento y divulgación en estas materias, con miras a buscar nuevas alternativas de explotación de fuentes proteínicas³².

En los últimos años, el país ha venido tomando conciencia de la importancia de dar un adecuado uso a los desechos de matadero, no solamente como una manera de dar protección al ambiente, sino, también, como una solución más a las deficiencias de proteínas para la alimentación animal. De otra parte, los mataderos colombianos han visto que, al procesar adecuadamente sus desechos de matanza, se ven favorecidos ampliamente en sus ingresos económicos, al poder comercializar un producto que se había constituido en un generador de mayores costos de producción. Es así como, los Mataderos Frigoríficos vienen desarrollando planes especiales de implementación tecnológica en el área de los desechos de matadero, a través de la adquisición de nueva tecnología proveniente de aquellos países considerados como pioneros de la industria cárnica.

El Gobierno nacional, a través de los organismos con injerencia en la salud pública y, de otra parte, la Universidad Nacional de Colombia, por intermedio del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) viene adelantando estudios sobre el aprovechamiento de desechos de matadero. Este Instituto cuenta con una Planta Piloto de Carnes, cuya implementación se efectuó gracias a convenios especiales entre la Universidad Nacional y la FAO. La planta desarrolla planes especiales de investigación, docencia y extensión, en el campo de la industria cárnica.

³²FALLA CABRERA, Luis Humberto. Op. Cit.

Periódicamente, en este centro de investigación se realizan cursos de extensión y Talleres Seminario sobre aprovechamiento de desechos de matanza, dirigidos al sector público y privado con injerencia en el sub-sector cárnico. Para el cumplimiento de sus objetivos, la planta cuenta con instalaciones para el faenado de ganados y equipos para el procesamiento de desechos de matanza.

La sangre fresca puede ser utilizada en la alimentación animal, especialmente en la porcicultura, para estos efectos se recolecta en recipientes limpios y se lleva a los lugares en donde es suministrado el alimento a los animales. Por lo general se recomienda realizar cocción antes de ser suministrado a los animales.

El uso de la sangre fresca en el consumo humano o animal presenta graves riesgos para la salud de las personas y animales, debido a que en la mayoría de mataderos municipales o rurales no existe un adecuado sistema de control sanitario a los animales que se sacrifican. Por esta razón se recomienda hacer previa cocción al suministro de la misma.

Orientaciones sobre la aplicación del nuevo Reglamento (CE) N° 1774/2002 relativo a los subproductos animales: El 3 de octubre de 2002, la UE adoptó el Reglamento (CE) N° 1774/2002 relativo a los subproductos animales. El uso de algunos subproductos animales en los piensos puede propagar la EEB y otras enfermedades animales, o contaminantes químicos como las dioxinas. Los subproductos animales pueden ser también una amenaza para la salud humana si no se eliminan correctamente. Por supuesto, la UE ya ha adoptado medidas para regular los subproductos animales de alto riesgo o material especificado de riesgo y excluirlos de la cadena alimentaria. Sin embargo, la Comisión Europea considera que es fundamental aplicar un planteamiento global a la regulación de los subproductos animales para garantizar un alto nivel de protección sanitaria en la UE. Dado que los alimentos, los piensos y los subproductos animales pueden

circular libremente en el mercado interior de la UE, sólo resultará eficaz una reglamentación adoptada a nivel comunitario.

La UE a partir del 2003 ha venido aplicando una serie de normas que regulan la eliminación de los subproductos de matadero. Pero entre la prohibición de la utilización de subproductos animales se introdujeron algunas excepciones como la no aplicación de prohibición del canibalismo en peces y animales de peletería.

La alimentación de animales rumiantes con materiales de mamíferos (incluidos los rumiantes) está prohibida en la UE desde 1994. Se prohibió después de que comités científicos independientes de destacados expertos precisaran que el reciclado de material de ganado infecto por EEB propagaba y mantenía la epidemia de EEB. El Comité director científico de la UE y los organismos científicos consultivos de los Estados miembros, como el *Spongiform Encephalopathy Advisory Committee* del Reino Unido (Comité consultivo sobre la encefalopatía esponjiforme), aconsejaron que la prohibición de reciclado dentro de la misma especie se extendiera a los animales no rumiantes. Con el nuevo Reglamento se pretende, pues, reducir el riesgo que puede entrañar la práctica del reciclado en la misma especie, debido a la ausencia de barreras dentro de una misma especie, ante la posibilidad de que se reciclen elementos potencialmente infecciosos.

3.2.11.4 Melaza. Es un producto líquido derivado de la caña de azúcar y en menor medida de la remolacha azucarera, obtenida en las cubas de extracción de los azúcares. Su aspecto es similar al de la miel aunque de color pardusco muy oscuro, prácticamente negro, el sabor es dulce ligeramente similar al del regaliz. Nutricionalmente presenta un altísimo contenido en azúcares e hidratos de carbono además de vitaminas del complejo B y abundantes minerales, entre los que se destacan el hierro, cobre y magnesio. Su contenido de agua es bajo³³.

³³BERNAL EUSSE, Javier. Op. Cit.

Utilización. Principalmente se emplea como suplemento energético para la alimentación de rumiantes por su alto contenido de azúcar y su bajo costo en algunas regiones. No obstante una pequeña porción de la producción se destina al consumo humano empleándola como endulzante culinario. Es importante diferenciar la melaza empleada en la alimentación animal, la cual es un producto residual de la industria azucarera, de la melaza que se emplea como materia prima en la producción de azúcar. En algunos países de Sudamérica esta última suele procesarse artesanalmente hasta transformarse en bloques sólidos de azúcar no refinada muy apreciada por su sabor que se conoce en Latinoamérica como chancaca, piloncillo, panela o panelón. La melaza de remolacha no es apta para el consumo humano pues amarga, sin embargo se utiliza en la alimentación de vacas de lecheras y ganado vacuno entero³⁴.

3.2.11.5 Heno. Resultado de la deshidratación del forraje verde hasta un contenido de humedad menor al 15%, es la fuente de nutrientes para los animales con excepción del pastoreo.

Preparación y manejo: uno de los factores más importantes en la henificación es la época de corte entre más maduro este el contenido de fibra es mayor y menor contenido de proteína por consiguiente menor calidad. El pasto secado con aire caliente es similar al forraje verde y superior al secado al ambiente natural³⁵.

La calidad del heno depende de los siguientes parámetros: Desarrollo de la planta al momento de la cosecha (prefloración), edad de la planta, contenido de follaje, sistema de deshidratación, deterioro por el tiempo y el manipuleo, especie forrajera henificada.

³⁴Ibid.

³⁵Ibid.

3.3 MARCO LEGAL

JUNTA MILITAR DE GOBIERNO DE LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto Legislativo No. 0376, 13 de diciembre de 1957. Por la cual se dictan normas sobre pesca en aguas colombianas.

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto-Ley No 2811 Diciembre 18 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

REPUBLICA DE COLOMBIA. CONGRESO NACIONAL. Ley No. 13 del 15 de Enero de 1990. Por la cual se dicta el Estatuto General de Pesca.

REPUBLICA DE COLOMBIA. CONGRESO NACIONAL. Ley 16 Enero 22 de 1990 por la cual se constituye el Sistema Nacional de Crédito Agropecuario, se crea el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario, Finagro, y se dictan otras disposiciones.

3.4 MARCO CONCEPTUAL

ADITIVOS: ingrediente o combinación de nutrientes agregados a un alimento, mezclado con la finalidad de llenar un requerimiento específico "se utilizan cantidades pequeñas generalmente y deben ser mezcladas lo más homogéneamente posible".

ALIMENTACIÓN A VOLUNTAD: sistema mediante el cual los animales tienen libre acceso a los componentes individuales o mezclas que conforman una dieta o ración.

BAGAZO: pulpa de la caña de azúcar o panelera.

BALANCEAR: incluir en cantidades correctas las materias primas en la dieta para que cubran los requerimientos nutricionales de los animales.

BLOQUE: grupo de unidades experimentales homogéneas que pueden manipularse de manera uniforme.

CONCENTRADO: es un alimento o mezcla de alimentos que cumple con los requerimientos mínimos de la especie a la cual va dirigida (energía, proteína, fibra, vitaminas, minerales)

CONSUMO PERCAPITA: consumo de carne por persona estimado en un periodo de un año.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA: es la división del peso vivo en el alimento consumido por el animal.

DESARROLLO SOSTENIBLE: productividad sin alterar el medio ambiente que lo rodea.

FIBRA: material compuesto por estructuras vegetales de difícil digestibilidad siendo poco solubles.

FORRAJE: material vegetal compuesto generalmente por gramíneas y leguminosas cuyo contenido de fibra no puede ser inferior del 18% y que es destinado a la alimentación animal.

HENO: proceso de deshidratación y al maceramiento de los forrajes verdes como un método para la conservación de los alimentos para épocas de escasez (verano).

MATERIA SECA: material que queda después de ser deshidratado un alimento.

MEDIO AMBIENTE: conjunto de factores internos e internos, físicos, sociales y biológicos que determinan las características propias de una región y propician el medio ideal para la supervivencia y desarrollo de una especie.

MUESTRA: es una parte representativa de la población, es decir que una de las características de la población es importante para la investigación.

PALATABILIDAD: gustosidad de un alimento.

PERIODO DE ADAPTACIÓN: tiempo en días en el cual los animales son sometidos a cambios tanto del medio ambiente como de la alimentación de manera gradual esperando no provocar alteraciones fisiológicas y de comportamiento en su normal desarrollo.

POBLACIÓN: conjunto completo de individuos de interés que presenten características en común con los demás elementos que la componen.

REVERSIÓN SEXUAL: proceso mediante el cual se administra un esteroide masculino a las larvas recién nacidas que poseen entonces tejido gonadal aún no-diferenciado; por lo que estas hembras genéticas, desarrollan tejido testicular; produciendo individuos que crecen y funcionan reproductivamente

SANGRE: líquido rojo que circula por las venas y arterias de los vertebrados transporta los nutrientes y arrastra los desechos.

SUPLEMENTO: alimento o mezcla de alimentos que se utilizan para mejorar el equilibrio nutritivo de otros.

TRATAMIENTO: son los elementos o sujetos sometidos a estudio.

TESTIGO ABSOLUTO: elemento o sujeto de control, el cual no lleva tratamientos.

TESTIGO CONTROL: elemento o sujeto sometido a comparación.

UNIDAD EXPERIMENTAL: elemento, sujeto o material, al cual se le aplican los tratamientos en estudio.

VOLEO: sistema utilizado en la aspersión de semillas de pasto de tamaños muy pequeño.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la finca los laguitos de propiedad de señor Álvaro Jaimes Archila ubicada sobre la carrera 9 calle 24 del municipio de Málaga Santander a una altura de 2.200m.s.n.m., temperatura promedio de 18°C.

4.2 TIPO DE ESTUDIO

El estudio realizado fue una investigación experimental en la cual se quiso probar una nueva dieta alternativa para la alimentación de la tilapia roja (*Oreochromis sp*) se utilizaron productos del medio más factibles de conseguir como los forrajes y la sangre fresca de bovino, a un precio más económico que el concentrado comercial, reduciendo considerablemente los costos del alimento; con el procesamiento y recolección de la información mediante la toma de registros diarios, se plasmó el comportamiento presentado por los animales durante el periodo de estudio.

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental se hizo en bloques completamente a la azar (A, B, C) (figura 1), con tres tratamientos y dos repeticiones para un total de seis unidades experimentales las cuales fueron lo más homogéneo posible en cuanto a dimensiones, densidad, espejo de agua, cantidad de fertilizante, profundidad, turbidez, pH y se fueron adaptando de acuerdo a la etapa de desarrollo del animal, cada una con 100 alevinos de tilapia roja para un total de 600 alevinos de un peso inicial de 106gr para las etapas de pre-engorde y engorde hasta la cosecha.

Figura 1. Diseño experimental

Bloque No 1 (B1)

T_0	T_1	T_2
-------	-------	-------

Bloque No 2 (B2)

T_2	T_1	T_0
-------	-------	-------

Fuente: Autor proyecto

Descripción de los tratamientos

T_0 : Concentrado comercial (100%)

T_1 : (50%) Concentrado y (50%) Heno.

T_2 : Heno (100%)

6 unidades experimentales (100 tilapia)

4.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

4.4.1 Duración del ensayo. El estudio tuvo una duración 210 días el cual se llevó a cabo en tres etapas: la primera etapa con una duración aproximada de 90 días, para la elaboración del heno e implementación de toma de datos o registros (consumo, peso, mortalidad, costos) mediante la utilización de tablas, durante cría y levante de las larvas alimentadas con concentrado hasta un peso promedio de 106gr.

Una segunda etapa para la adecuación de estanques (limpieza, desinfección, abonado) y el periodo de acostumbramiento a cada uno de los diferentes tratamientos mediante el suministro gradual de la ración para ir disminuyendo el consumo de concentrado y aumentando la dieta elaborada hasta los porcentajes establecidos en los diferentes tratamientos el cual tuvo una duración aproximada de 15 días.

La tercera y última etapa fue la de experimentación en la cual se sometieron los animales al suministro de 3 diferentes tratamientos, pesajes cada 14 días, toma de datos y se realizó la evaluación de los diferentes tratamientos establecidos, se tuvieron en cuenta las siguientes variables: aportes nutricionales, costos de elaboración, consumo diario, palatabilidad, ganancia de peso diario, conversión alimenticia y tasa de crecimiento, se desarrollaron en un periodo aproximado 105 días.

4.4.2 Adecuación de las instalaciones. Se contó con un estanque en tierra de 150m² de espejo de agua con profundidad promedio de 1.5metro. La adecuación del pozo se hizo 8 días antes de la recepción de los alevinos se realizó la debida limpieza de malezas, residuos extraños y se desinfecto con cal viva se aplicó al voleo 15Kg. para los 150m² de espejo de agua; el abono químico se utilizó 1kg por 150m² de espejo de agua y el abono orgánico 7Kg. estiércol de bovino para los 150m² de espejo de agua este se colocó al inicio del ciclo en un costal de fibra en la parte donde entra el agua al estanque (figura 2).

El agua no es tratada en los estanques actuales que se está utilizando, sería conveniente realizar las diferentes pruebas tanto físico-químicas para aplicar los correctivos necesarios y ajustar a los condiciones requeridas por la tilapia roja, las aguas residuales serán utilizadas en el riego del pasto y de otros cultivos de la finca.

Figura 2. Adecuación de estanques



Como la explotación se ubica en un extremo de la altitud óptima para la tilapia se trató de controlar en lo posible las bajas temperaturas: el estanque estuvo completamente desprovisto de vegetación que impidiera la exposición directa al sol, además los niveles de agua se mantuvieron no mayores a 1.25mt., y una turbidez baja garantizando la penetración de los rayos solares en el agua, también se utilizó una arqueta de desagüe que permitirá el recambio del agua más fría que esta al fondo del estanque; además los estanques estaban ubicados en una hondonada topográfica protegido de la incidencia directa de corrientes de aire.

4.4.3 Manejo de los animales (Tilapia roja). Para el estudio se trajeron 700 alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp*), de la ciudad de Barrancabermeja Santander, con un peso promedio de 3gr por animal la dieta elaborada se

suministró cuando las tilapia alcanzaron un peso promedio 106gr., solo se utilizaron en el ensayo 600 alevinos. La densidad se ajustó de acuerdo a la etapa de desarrollo:

Para la cría y levante de alevinos hasta los 106gr. se manejó un espejo de agua de 17,5m² y una profundidad de 70cm., aproximadamente 40 alevinos por m². Los 700 alevines fueron recibidos y durante 90 días estuvieron en un solo estanque y alimentados con solo concentrado.

Durante el pre-engorde y engorde se manejaron 6 divisiones elaboradas en malla plástica cada uno con un espejo de agua de 17m² y una profundidad de 100cm. Para una densidad aproximada 6 animales por m² (figura 3).

Figura 3. División del estanque



Para el pesaje de los animales se utilizó una tarraya para la extracción 20% de los peces los cuales se depositaban en canecas plásticas de 200lt de agua; para posteriormente ser llevados a una balanza donde eran pesados y devueltos nuevamente al estanque; del resultado obtenido se sacaba el promedio del peso vivo de los animales de cada estanque conocido como biomasa para el cálculo de la ración (figura 4).

Figura 4. Manejo de los animales para el pesaje



4.4.4 Obtención y manejo de las materias primas. El concentrado comercial que se utilizó pertenece a la marca solla en sus tres presentaciones de acuerdo a las siguientes etapas del cultivo de la tilapia roja:

Inicio. Ingredientes básicos para las diferentes parentaciones: Harina de pescado, torta de soya y algodón, salvado de trigo, yuca harina, arroz integral, carbonato de calcio, harina de hueso, vitaminas A, C, D, E, K, B1, B2, B6, B12, cloruro de colina, niacina, biotina, pantotenato de calcio, ácido fólico, sulfatos de hierro y cobre, óxidos de zinc y manganeso, yoduro de potasio, antioxidante B.H.T.

La mojarra 38% se suministra durante la fase de iniciación a partir de los 3 gramos de peso hasta 80 gramos de peso vivo, este producto sirve tanto para la fase de reversión, como para la fase de pre levante, debe ser suministrado por lo menos en ocho raciones/día, a razón de un 8% de la biomasa/día, como norma general, se debe tener en cuenta la temperatura del agua si se quiere ser más técnico en el manejo de la alimentación para los diferentes pesos, la presentación de mojarra 38% harinas, es recomendada para suministrar a alevinos con menos de 3 gramos

de peso vivo, el pellet de 2.5mm asegura un consumo adecuado para alevinos por encima de los 3 gramos de peso vivo con el menor costo energético de movimiento en su proceso de alimentación diario (cuadro15).

Cuadro 15. Contenido nutricional solla mojarra 38% proteína

Proteína mínima	38%
Grasa mínima	4%
Ceniza máxima	12%
Humedad máxima	13%
Fibra máxima	4%
Tamaño de pellet	2.5 mm.
Registro ICA 7979 al	

Fuente: Concentrado comercial solla.

Pre-engorde. Mojarra 32% se suministra durante la fase de levante a partir de los 80 gramos de peso hasta 250 gramos de peso vivo, Debe ser suministrado por lo menos en 4 raciones día, a razón de un 4% de la Biomasa / día, como norma general, su tamaño de pellet de 3.5mm (de 80 a150 g de peso vivo) y 5.5mm (de 150 a 250g de peso vivo) que asegura un consumo adecuado y un menor gasto de energía en el proceso de alimentación diario. Está diseñada como alimento completo en el levante de tilapias.

Es un producto con un nivel de proteína por encima del 32% y con niveles de grasa cercanos al 4%, que garantizan un levante ideal de sus peces en las primeras fases de crecimiento. Se puede optimizar la velocidad de crecimiento de sus peces obteniendo hasta 1.5 gramos de incremento diario de peso en esta fase del ciclo, dependiendo de las condiciones del cultivo como temperatura, densidad, calidad del agua y manejo (cuadro16).

Cuadro 16. Contenido nutricional solla mojarra 32% proteína

Proteína mínima	32%
Grasa mínima	2.50%
Ceniza máxima	12%
Humedad máxima	13%
Fibra máxima	4%
Presentación de partícula	3.5 y 5.5 mm
Registro ICA 5703 al	

Fuente: Concentrado comercial solla.

Engorde. Mojarra 24% se debe suministrar durante las fases finales a partir de los 250 gr de peso hasta peso de cosecha. Es recomendado para los cultivos Semi-intensivos e intensivos de tilapia (densidades mayores de 4 peces/m² o 1.2Kg./m³). Debe ser suministrado por lo menos en 4 raciones día, de acuerdo a la tabla de alimentación recomendada. Su tamaño de pellet asegura un consumo adecuado con el menor costo energético de movimiento en su proceso de alimentación diario. Es un producto con un nivel de proteína por encima del 24% y con niveles de grasa cercanos al 2.5%, que garantizan los mejores beneficios económicos en la fase final de ceba. Usted puede optimizar la velocidad de crecimiento de sus peces obteniendo hasta 2.6g para tilapia de incremento diario de peso en la fase final del ciclo, dependiendo de las condiciones del cultivo (temperatura, densidad, calidad del agua y manejo); obteniendo así un ciclo de aproximadamente 60 días en la fase de ceba a peso final de 400 gramos.

Mojarra 24% genera menores pérdidas por acumulación de grasa en las vísceras debido a la relación energía - proteína manejada en la formulación del alimento (cuadro 17.)

Cuadro 17. Contenido nutricional solla mojarra 24% proteína

Proteína mínima	24%
Grasa mínima	2.50%
Ceniza máxima	12%
Humedad máxima	13%
Fibra máxima	4%
Presentación de partícula	5.5mm
Registro ICA 5329 al	

Fuente: Concentrado comercial solla.

Melaza y premezcla vitaminas - minerales: estas materias primas fueron adquiridas en el mercado para esta dieta se utilizó el fosfato bicalcio y eltramin (figuras 5 a 10).

Figura 5. Concentrado comercial solla



Figura 6. Yátago (*Trichanthera gigantea*)



Figura 7. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)



Figura 8. Sangre fresca de bovino



Figura 9. Premezcla vitaminas y minerales



Figura 10. Melaza



4.4.5 Elaboración del heno. El cálculo de las materias primas para la dieta se hizo de acuerdo a los contenidos promedio de proteína cruda (PC) de la sangre y el contenido promedio de proteína cruda de las diferentes especies forrajeras para la provincia de García Rovira de acuerdo a previos análisis bromatológicos, para su balanceo se utilizó el cuadrado de Pearson (anexo A)

En el cuadrado de Pearson se tomaron los contenidos proteicos de cada uno de las materias primas y conociendo los porcentajes a incluir de algunas materias constates (sangre, melaza, premezcla de vitaminas y minerales) se calcularon los porcentaje de las materias primas restantes (yatago, kikuyo y pasto elefante), la cantidad a utilizar dependiendo de su contenido proteico para obtener un alimento balanceado con un contenido del 32% de proteína bruta (cuadro 18.)

Cuadro 18. Cantidades utilizadas para 100kg de heno para pre-engorde y engorde (requerimientos proteína 32%)

Materia prima	PC (%)	Cantidad Kg.	Aporte (proteína)
Sangre fresca	80	25	20
Yatago	17	67.7	11.509
Kikuyo	13	3.225	0.41925
Pasto elefante	7	1.075	0.07525
Melaza		2	
Vit-minerales		1	
Total		100	32

Procedimiento. El forraje fue cultivado en la misma finca, se cortó en época de prefloración y dirigido a la pica pasto, luego del proceso de picado se realizó la deshidratación para la cual se utilizó un deshidratador que consistió en la colocación de bandejas de madera y polisombra en varios niveles en donde se colocó el forraje finamente picado en capas delgadas y luego se proporcionó aire caliente proveniente de un tubo plástico expuesto a la luz solar para calentar el aire circulante el cual era impulsado por un ventilador que estaba al extremo contrario de las bandejas este se enciende automáticamente cuando la temperatura sube y se detiene cuando la temperatura ambiente baja para evitar impulsar aire frío que pueda causar la presencia de humedad en las bandejas (figuras 11 y 12).

Figura 11. Bandejas de secado



Figura 12. Deshidratador de heno



La sangre se obtuvo en el matadero regional del municipio de Málaga esta se recogió higiénicamente en cuñetes directamente del animal en los cuales se transportó a la finca los laguitos donde se le adicionaron inmediatamente las materias constantes en las siguientes proporciones: Melaza (2%), premezcla de vitaminas y minerales (1%), mediante el uso de un taladro industrial con una adaptación de una paleta metálica, se realizó la mezcla hasta hacerla lo más homogénea posible para posteriormente ser mezclada con el forraje finamente picado y seco con una dimensión aproximada (3.5 - 5.5mm), en una peletizadora modificada con paletas giratorias, la cual garantiza la calidad de la mezcla; ya obtenida la mezcla fue nuevamente deshidratada mediante el mismo proceso realizado con el pasto fresco picado, al final se procedió a empacar en bolsas de cartón protegidas con costales de fibra para no tener pérdidas durante la manipulación y el almacenamiento (figura 13).

De esta manera se aprovecharon los forrajes finamente picadas no solo como un aporte de nutrientes sino también como un conductor de proteína, vitaminas, minerales y demás como un componente de la ración por su característica voluble que le permite flotar durante el tiempo necesario para que la tilapia pueda consumir el alimento sin que se vaya al fondo del estanque provocando desperdicios. Es importante recordar que la diversidad de alimento en la tilapia roja varía desde vegetación macroscópica (pasto, hojas, plantas sumergidas, frutos) hasta algas unicelulares y bacterias, factor que permite plantear esta dieta como una nueva alternativa para el medio.

Figura 13. Procedimiento preparación suplemento alimenticio



Listo el alimento se envió para realizar los respectivos análisis bromatológicos los cuales permitirán balancear los diferentes tratamientos de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la tilapia roja.

4.4.6 Suministro de alimento. Cada 14 días se ajustaba la ración a la biomasa obtenida, mediante los siguientes factores de conversión de acuerdo a las tablas de suministro de solla (inicio 8% de la biomasa, pre-engorde y engorde 4 % de su biomasa; la frecuencia de suministro fue: en alevinos de 6 veces al día (6:00am, 8:30am, 11:00am, 1:30pm, 4:00pm, 6:30pm.); durante el pre-engorde de 4 veces al día (6:00am, 10:00am, 2:00pm, 6:00pm) y engorde 3 veces al día (6:00am, 12:00m, 6:00pm), el alimento se pesaba diariamente y cada 14 días se realizó

pesajes de una muestra del 20% de los animales de cada una de las unidades experimentales para establecer biomasa y conversión alimenticia (figura 14).

Figura 14. Suministro de alimento



4.5 VARIABLES A EVALUAR

4.5.1 Consumo de alimento. Para el suministro del alimento en cada uno de los tratamientos T_0 (concentrado 100%), T_1 (50% concentrado + 50% dieta elaborada), T_2 (Heno 100%); se tuvieron en cuenta dos factores importantes los análisis bromatológicos del alimento elaborado (anexo B) y el contenido nutricional del concentrado; se calculó el aporte real por kg según el contenido de materia seca y se suministró una cantidad del 4% del peso vivo del animal. El consumo se ajustó cada 15 días de acuerdo al cálculo de la biomasa, la cual se calculaba de acuerdo a la ganancia de peso vivo y las tablas de suministro de solla, el alimento se pesaba diariamente y se dividía en el número de raciones recomendadas para cada etapa (anexo C).

4.5.2 Ganancia de peso vivo. Para esta variable se tuvo en cuenta aspectos importantes como son: el pesaje se realizó en horas de la mañana antes de suministrar la ración para evitar errores en intervalos de 14 días se tomó una

muestra del 20% de cada una unidades experimentales las cuales eran debidamente pesadas y promediadas de acuerdo al tratamiento (anexo C).

4.5.3 Conversión alimenticia. Este cálculo se obtuvo de la división del consumo de alimento sobre la ganancia de peso vivo, resultado de los datos anteriores; esto se hizo para cada tratamiento y bloque.

4.5.4 Eficiencia alimenticia. Para la evaluación de esta variable se tuvo en cuenta el peso promedio de la tilapia dividido sobre la conversión y multiplicado por 100 lo cual nos indicó la cantidad de alimento realmente aprovechado por los animales para producción de carne.

4.5.5 Análisis económico. Se efectuó por la diferencia de ingresos y egresos para cada uno de los tratamientos y así luego tener un resultado concreto con la ayuda de la tasa interna de retorno marginal.

4.5.6 Mortalidad. Este aspecto se evaluó desde el punto de vista de adaptación para cada uno de los tratamientos que se trabajaron.

4.5.7 Palatabilidad. El consumo del alimento fue bastante aceptable ya que se realizaba un consumo rápidamente y los desperdicios eran mínimos por no decir que nulos.

4.5.8 Análisis de varianza. Para la interpretación de los resultados, se utilizó la anava para bloques completamente al azar (BCD); lo cual permitió establecer las diferencias entre cada uno de los tratamientos. También se tuvo en cuenta que los animales tuvieran un peso vivo similar y que los estanques presentaran las mismas condiciones para obtener un mínimo error en los resultados.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El heno a base de forrajes (pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y yátago (*Trichanthera gigantea*) enriquecidas con sangre fresca, melaza, premezcla de vitaminas y minerales, luego de su elaboración se almacenó en bolsas de cartón, donde se conservó durante 5 meses, tiempo de duración del estudio; se pudo observar que sus características físicas no presentaron cambios notables ni contaminación, lo cual permite afirmar que el procedimiento de elaboración fue correcto y que es una alternativa viable para la elaboración de alimento, en cuanto a su palatabilidad fue bastante buena por parte de los animales ya que la ración suministrada diariamente era consumida en su totalidad.

En cuanto a la ganancia de peso no fue la esperada afectando directamente la conversión alimenticia, aunque es importante mencionar que pudo ser debido a las bajas temperaturas y los continuos cambios climáticos o de lo contrario que la digestibilidad de heno es muy baja.

5.1 CONSUMO DE ALIMENTO

La cantidad de alimento suministrado en cada tratamiento fue igual ya que estaba ajustado al 4% del peso vivo promedio (biomasa) de las tilapias presentes en cada uno de los estanques.

El tratamiento T₂ el heno se suministró gradualmente sin suspender totalmente el concentrado, durante los primeros 15 días para acostumar la tilapia al nuevo alimento durante el cual la ganancia de peso obviamente bajo un poco debido que el cambio del alimento puede producir alteraciones en el sistema digestivo.

El heno logró gran aceptabilidad por parte de los animales ya que el consumo de la dieta elaborada al igual que el concentrado comercial se realizaba inmediatamente era suministraba la ración.

El consumo del T₀ fue superior en ambos bloques: B₁ = 83.869; B₂ = 82.773Kg. de alimento concentrado respectivamente, luego el consumo inferior lo registro el T₂: B₁ = 73.172, B₂ = 71.337Kg de heno, mientras que el T₁ supero el T₂ pero fue inferior al T₀ con un consumo en B₁ = 63.519 B₂ = 60.538kg de 50% de concentrado más 50% de heno. Estos resultados se deben a que como se dijo anteriormente el alimento suministrado se ajustó al 4% de la biomasa para todos los tratamientos, lo cual lleva a que el tratamiento de mayor consumo fuera el que obtuvo la mejor ganancia de peso para el caso el T₀ (cuadro19).

Cuadro 19. Consumo de alimento por bloque y tratamiento en Kg.

Tratamiento		Alimento suministrado y consumo en kilogramos								Total	Promedio
		Periodo/14 días									
		1	2	3	4	5	6	7	8		
B ₁	T ₀	5.936	7.560	8.760	9.824	11.141	12.348	13.580	14.720	83.869	10.484
	T ₁	5.936	6.597	7.706	8.316	9.439	10.647	11.909	12.622	73.172	9.147
	T ₂	5.936	6.265	6.750	7.409	8.232	8.945	9.714	10.268	63.519	7.940
B ₂	T ₀	5.936	7.392	8.506	9.769	10.864	12.059	13.526	14.721	82.773	10.347
	T ₁	5.936	6.355	7.388	7.985	9.180	10.429	11.679	12.385	71.337	8.917
	T ₂	5.936	6.037	6.531	7.134	7.848	8.420	8.963	9.669	60.538	7.567

Como el alimento suministrado para cada animal era el mismo la variable que influyo notablemente en los resultados encontrados durante el estudio fue directamente la ganancia de peso.

En cuanto al consumo por bloques se registró un consumo promedio superior de alimento en el bloque B₁ de 73.52Kg., en comparación con el B₂ de 71.54Kg., la diferencia obtenida fue de 1.98kg lo cual permite afirmar que los dos bloques

tuvieron un comportamiento similar ya que la diferencia es mínima. Así mismo se encontró que el consumo promedio de alimento para los diferentes tratamientos fue el siguiente: el de mayor consumo fue T₀ (100% concentrado) con un promedio 83.321Kg., y el menor consumo correspondió al T₂ (100% Heno) con un promedio de 62.029Kg.; mientras que el T₁ (50% Heno, 50% concentrado) fue mayor al T₀ y menor que el T₂ con un promedio de 72.255 Kg (cuadro 20).

Cuadro 20. Consumo de alimento total por tratamientos y bloques en periodos de 14 días/Kg.

Tratamientos	Bloque ₁	Bloque ₂	Total	Promedio
	Kg. DE ALIMENTO			
T ₀	83.869	82.773	166.642	83.321
T ₁	73.172	71.337	144.509	72.255
T ₂	63.519	60.538	124.057	62.029
Total b	220.560	214.648	435.208	217.604
Promedio b	73.52	71.54	145.069	72.535

Es importante resaltar que el consumo de alimento se calculó de acuerdo a su biomasa y no se tuvo en cuenta desperdicios, ósea que se asume que el alimento suministrado es consumido en su totalidad y la ración depende o varía de acuerdo a otras variables como la ganancia de peso y la mortalidad.

Al consumo de alimento promedio se le practicó el análisis de varianza para observar y concluir si hubo diferencias estadísticas entre tratamientos y bloques encontró que en cuanto a los bloques las diferencias no son significativas pero para los tratamientos las diferencias son altamente significativas (cuadro 21).

Cuadro 21. Análisis de varianza para el consumo de alimento para tratamientos y bloques periodos de 14 días

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Observada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	5	460.333	92.066			
Bloques	1	5.825	5.825	12.916ns	18.51	98.50
Tratamiento	2	453.606	226.803	502.889**	19.00	99.00
Error experimental	2	0.902	0.451			

Factor de corrección (FC) = 31567.670

Coefficiente de variación (CV) = 0.926

Error estándar de la media = 0.474

Diferencia Mínima Significativa (DMS) = 2.88

Claramente se observa que hay diferencias marcadas en los tres tratamientos, ya que la diferencia encontrada supera la diferencia mínima significativa. Según los resultados obtenidos se puede deducir que la dieta aunque fue ajustada a su contenido proteico para un mejor rendimiento es necesario tener en cuenta la digestibilidad de esta proteína (cuadro 22).

Cuadro 22. Diferencia mínima significativa (DMS) para el consumo de alimento entre los tratamientos en periodos de 14 días/Kg

Tratamientos		
T ₀	T ₁	T ₂
83.321	72.255	62.029
A	AB	B

Diferencias entre tratamientos

83.321 - 72.255 = 11.066 > 2.88*

83.321 - 62.029 = 21.292 > 2.88*

$$72.255 - 62.029 = 10.226 > 2.88^*$$

Hurtado F y Jiménez Jaime A. (1998), reportaron un consumo de alimento en la dieta a base de proteína vegetal 4.65 gr. Comparados con un consumo promedio de 3.8 gr. para el concentrado comercial.

Jaimes Luz M. (1998) evaluación de la especie tilapia en las fases de crecimiento y levante con fuentes proteicas no tradicionales se registró un consumo mayor en el T₀ alimento comercial 4.81gr/anim/día, en los demás tratamientos se registró un consumo menor.

Méndez y Sarmiento (1995), reportaron un consumo de alimento en las fases de levante y engorde de tilapia roja de 3.46gr con una ganancia de 1.96gr./día.

5.2 GANANCIA DE PESO

Para analizar esta variable no se tomó el periodo de acostumbramiento ni la nivelación de peso, al iniciar la investigación se pesaron las tilapias y se distribuyeron en los corrales según el diseño experimental aplicado, los pesajes se realizaron quincenalmente llevando registros individuales por cada uno de los tratamientos de la ganancia de peso obtenida.

La ganancia de peso no fue la esperada en ninguno de los tratamientos aunque el T₀ tuvo un mejor rendimiento en comparación T₁ y T₂ y el de menos ganancia de peso fue el tratamiento T₂ en los dos bloques (cuadros 23 y 24).

Cuadro 23. Bloque 1 ganancia de peso promedio periodo de 14 días/gr

Periodo 14 días	T ₀ concentrado 100%		T ₁ 50% concentrado 50%heno		T ₂ ensilaje 100%	
	Peso en gramos/animal					
	Promedio	Ganancia promedio	Promedio	Ganancia promedio	Promedio	Ganancia promedio
0	106	---	106	---	106	---
1	135	29	119	13	113	6
2	158	23	139	20	123	10
3	179	21	150	11	135	12
4	203	24	172	22	150	15
5	225	22	194	22	163	13
6	250	25	217	23	177	14
7	271	21	230	13	191	14
8	297	26	253	23	204	13
Total		191		147		97
Promedio		23.88		18.38		12.13

Cuadro 24. Bloque 2 ganancia de peso promedio periodo de 14 días/gr

Periodo 14 días	T ₀ concentrado 100%		T ₁ 50% concentrado 50%heno		T ₂ ensilaje 100%	
	Peso en gramos/animal					
	Promedio	Ganancia promedio	Promedio	Ganancia promedio	Promedio	Ganancia promedio
0	106	---	106	---	106	---
1	132	26	117	11	111	5
2	155	20	136	19	122	11
3	178	23	147	11	133	11
4	200	22	169	22	148	15
5	222	22	192	23	162	14
6	249	27	215	23	175	13
7	271	22	228	13	190	15
8	298	27	250	22	203	13
Total		189		144		97
Promedio		24.75		18		12.13

Aunque la ganancia de peso en el tratamiento T₀ concentrado comercial fue notable respecto a los demás tratamientos no fue el esperado. Comparando los

promedios de la ganancia de peso se observó que el tratamiento T₀ (100% concentrado) sobresalió con ganancia de peso/día de 1.74gr respecto a los tratamientos T₁ (50% concentrado y 50% heno) que fue de 1.3gr y T₂ (100% heno) que fue de 0.9gr en cuanto a los bloques la ganancia de peso es bastante similar, lo cual permita afirmar que las condiciones de manejo son homogéneas (cuadro 25).

Cuadro 25. Ganancia de peso promedio por tratamiento y bloques en periodos 14 días/gr

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Total	Promedio	Promedio diario
	Gramos				
T ₀	23.88	24.75	48.63	24.32	1.74
T ₁	18.38	18	36.38	18.19	1.30
T ₂	12.13	12.13	24.26	12.13	0.9
Total	54.39	54.88	109.27	54.64	-
Promedio	18.13	18.29	36.42	18.21	-

Cabe anotar que las condiciones de altitud y temperatura ambiental fueron los factores que afectaron considerablemente esta variable ya que el tratamiento testigo también presentó deficiencias en la ganancia de peso; así mismo se desconoce la digestibilidad de la dieta elaborada variable que también pudo influir, la dieta elaborada está compuesta por materias primas disponibles en la región de García Rovira, de fácil consecución y económicas para los pequeños productores; lo que lleva a realizar un análisis costo - beneficio y ajustar la dieta con base a la energía ya que esta se trabajó en base a proteína y por lo tanto no se han obtenido los resultados esperados en cuanto a ganancia de peso.

En el análisis de varianza para la ganancia de peso se encontraron diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos (cuadro 26).

Cuadro 26. Análisis de varianza para la ganancia de peso para bloques y tratamientos de periodos de 14 días

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Observada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	5	135.08	27.016			
Bloques	1	0.055	0.055	3.143ns	18.51	98.49
Tratamientos	2	134.99	67.495	3856.86**	19.00	99.00
Error	2	0.035	0.0175			

Factor de corrección = 1948.68

Coeficiente de variación = 0.73

Error estándar de la media = 0.09

Diferencia mínima significativa = 0.57

Al realizar las pruebas de diferencia mínima significativa (DMS) y analizar los resultados para la ganancia de peso (cuadro 27). Se observó que los tres tratamientos son estadísticamente diferentes pues las diferencias de ganancia de peso entre tratamientos están bastante por encima de la diferencia mínima significativa.

Cuadro 27. Diferencia mínima significativa (DMS) para la ganancia de peso entre los tratamientos periodos de 14 días

Tratamientos		
T ₀	T ₁	T ₂
23.75	18.19	12.13
A	AB	B

Diferencia entre tratamientos

$$23.75 - 19.18 = 5.56 > 0.57^*$$

$$23.75 - 12.13 = 11.62 > 0.57^*$$

$$18.19 - 12.13 = 6.06 > 0.57^*$$

Así mismo y al observar la ganancia de peso de los tres tratamientos, se encontró que es menor en comparación a los registros en otros estudios realizados con este

tipo de alimentos, lo que permite reafirmar que las condiciones climáticas pueden ser la causa de la menor ganancia de peso; aunque se debe tener en cuenta que el pasto de corte es bastante fibrosos lo que puede estar dificultando la digestión de la dieta elaborada y por tanto la ganancia de peso.

Hurtado F y Jiménez Jaime A. (1998), reportaron un ganancia de peso en la dieta a base de proteína vegetal 2,853 y 2.666gr/anim/día para los tratamientos T₁ y T₃ respectivamente.

Jaimes Luz M. (1998) evaluación de la especie tilapia en las fases de crecimiento y levante con fuentes proteicas no tradicionales, registró una ganancia de peso que vario entre 2,344 y 2.156gr/animal/día correspondiente a los tratamientos T₀ (100% concentrado comercial) y T₂ (100% concentrado elaborado), el tratamiento T₁ tuvo una ganancia intermedia.

Méndez y Sarmiento (1995), reportaron ganancia de 1.96gr./día/animal en las mismas fases de levante y engorde.

5.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Para esta variable se tuvo en cuenta el consumo de alimento con respecto a la ganancia de peso de los animales en los diferentes tratamientos y bloques, encontrando que la conversión es bastante baja en todos los tratamientos, incluso en T₀ o testigo el cual solo tuvo una conversión aceptable en el primer periodo del ensayo y posteriormente disminuyo, en cuanto al T₁ y T₂ el comportamiento fue lo contrario de T₀, pero aun así la conversión es muy baja comparada con la registra en otros estudios (cuadro 28).

Cuadro 28. Conversión alimenticia periodos de 14 días por bloques y tratamientos por animal

Tratamientos		Periodo de 14 días								Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Consumo de Alimento en gr/Ganancia de Peso en gr								
B ₁	T ₀	2.05	3.29	4.21	4.18	5.17	5.04	6.67	5.84	4.48
	T ₁	4.57	3.33	7.08	3.82	4.38	4.72	9.34	5.25	5.05
	T ₂	9.89	6.33	5.74	5.04	6.46	6.52	7.08	8.23	6.68
B ₂	T ₀	2.28	3.69	3.77	4.53	5.09	4.60	6.34	5.62	4.48
	T ₁	5.40	3.45	3.46	3.74	4.11	4.67	9.26	5.80	4.99
	T ₂	11.89	5.6	6.06	4.85	5.72	6.67	6.16	7.66	6.38
Promedio		6.01	4.28	5.05	4.31	5.16	5.37	7.47	6.4	5.34

De acuerdo a los resultados obtenidos el tratamiento de mejor conversión fue el T₀ que correspondió a 4.48gr. de alimento en promedio mientras que el T₁ y T₂ reportaron una conversión de 5.02 y 6.35 gramos de alimento respectivamente (cuadro 29).

Cuadro 29. Conversión alimenticia por bloques y tratamientos

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Total	Promedio
	Conversión promedio periodo 14 días alimento en gr/ganancia de peso en gr.			
T ₀	4.48	4.48	8.96	4.48
T ₁	5.05	4.99	10.04	5.02
T ₂	6.68	6.38	13.06	6.35
Total	16.21	15.85	32.06	15.85
Promedio	5.40	5.28	10.69	5.28

Lo cual demuestra que la conversión alimenticia fue afectada no solo por la composición y digestibilidad de la dieta, ya que el alimento concentrado comercial tampoco presento los resultados esperados lo cual lleva a tener en cuenta otros factores tales como la altitud y la temperatura debido a que temperaturas muy bajas pueden aumentar el gasto de energía y por ende la conversión alimenticia, teniendo en cuenta que la época en la que se desarrolló el estudio fue de

constante presencia de lluvia, lo cual repercute en rangos de temperatura bastante variables.

Al realizar el análisis para la conversión alimenticia se encontró diferencia significativa para los tratamientos ($P \geq 0.05$) y no se encontró diferencia entre los bloques. Con el fin de determinar cuál de los tratamientos es estadísticamente superior se aplicó la diferencia mínima significativa (DMS) (cuadro 30).

Cuadro 30. Análisis de varianza para la conversión alimenticia para bloques y tratamientos

Fuente de varianza	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Observada	F. Tabulada	
					5%	1%
Total	5	4.56	0.91			
Bloques	1	0.02	0.02	1.3NS	18.51	98.49
Tratamientos	2	4.51	2.25	150**	19.00	99.00
Error	2	0.03	0.015			

Factor de corrección = 1027.84

Coeficiente de variación = 0.06

Error estándar de la media = 0.09

Diferencia mínima significativa = 0.53

Aplicando la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), a los resultados se puede deducir que los 3 tratamientos son diferentes estadísticamente, pues la diferencia entre los tratamientos es bastante amplia superando la diferencia mínima significativa.

Claramente se observa que el T₀ fue el de mayor conversión y el T₂ fue el de menor conversión, es decir que para convertir un gr de carne el animal necesita consumir en promedio 6,35gr de heno y 4.48gr de concentrado respectivamente, esta diferencia se puede atribuir al alto contenido de fibra de las gramíneas lo cual

puede afectar considerablemente la digestión y la conversión alimenticia (cuadro 31).

Cuadro 31. Diferencia mínima significativa (DMS) para la conversión alimenticia entre los tratamientos

Tratamiento		
T₀	T₁	T₂
4.48	5.02	6.35
A	AB	B

$$4.48 - 5.02 = 0.54 > 0.53^*$$

$$4.48 - 6.35 = 1.87 > 0.53^*$$

$$5.02 - 6.35 = 1.33 > 0.53^*$$

Hurtado F y Jiménez Jaime A. (1998), reportaron conversiones en la dieta a base de proteína vegetal de 1.33gr/anim/día para el T₀ (100% concentrado comercial) y de 1.72 para el tratamiento T₄ (dieta elaborada).

Jaimes Luz M. (1998) evaluación de la especie tilapia en las fases de crecimiento y levante con fuentes proteicas no tradicionales, se registró una conversión que vario entre 1.92 y 2.06 gr/anim/día correspondiente a los tratamientos T₂ (100% concentrado comercial) y T₀ (100% concentrado elaborado), respectivamente.

5.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 32. Resumen costos totales por tratamiento

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor unitario (\$)	Valor total \$
Tratamiento T0				
Animales	100	Alevinos	350	35000
Alimento	166.642	Kg	Varios	346669
Mano de obra	2H/120D	Hora/día	2500	300000
* Otros				20000
Sub total t0				701669
Imprevistos 5%				35000
Total T0				736669
Tratamiento T1				
Animales	100	Alevinos	350	35000
Alimento	144.509	Kg	Varios	209445
Mano de obra	2H/120D	Hora/día	2500	300000
* Otros				20000
Sub total t1				564445
Imprevistos 5%				28222
Total T1				592667
Tratamiento T2				
Animales	100	Alevinos	350	35000
Alimento	124.067	Kg	646.54	80214
Mano de obra	2H/120D	Hora/día	2500	300000
* Otros				20000
Sub total t2				435214
Imprevistos 5%				21757
Total T2				456971

Fuente: Autor proyecto

OTROS (Transporte y papelería)

Precio del concentrado:

Solla mojarra 38% 2750/Kg.

Solla mojarra 32% 2250/Kg.

Solla mojarra 24% 1750/Kg.

Precio de venta Kg. de tilapia 12.000 realizando el análisis de costos beneficio se determinamos que los tres tratamiento reportaron pérdidas aunque el tratamiento T₂ heno fue el que menores perdidas registro, ya que el heno tubo un menor costo debido a que las materias primas utilizadas para su elaboración son más económicas y más factibles de conseguir que el concentrado comercial (cuadros 33 y 34).

Cuadro 33. Ingreso neto parciales para los tratamientos

Tratamiento	Producción (Kg.)	Beneficio Bruto \$	Costo variable Parcial \$	Ingreso Neto Parcial \$
T0	57.715-15%	588693	736669	-147976
T1	49.044-15%	500248	592667	-92419
T2	37.715-15%	384693	456971	-72278

Cuadro 34. Análisis de dominancia

Tratamiento	Ingreso netos parciales \$	Costos variables \$
T ₀	-147976	736669
T ₁	-92419	592667
T ₂	-72278	456971

Igualmente estos resultados se debieron a factores tales como la baja ganancia de peso y conversión alimenticia, las cuales posiblemente fueron por la baja digestibilidad del heno variable que no se tuvo en cuenta en el ensayo, pero que sería de gran importancia para futuras investigaciones; así mismo otro factor que afecto considerablemente la producción fue la temperatura ya que la explotación se encontraba en una finca donde el promedio de T⁰ es de 18°C temperatura mínima óptima para el desarrollo de la tilapia, además es importante mencionar que debido a las constantes lluvias se aumentaron las bajas temperaturas y el rango de variabilidad de las mismas, afectando considerablemente el rendimiento de esta especie.

Jaimes Luz M. (1998) evaluación de la especie tilapia en las fases de crecimiento y levante con fuentes proteicas no tradicionales se registró que el T₀ (100% concentrado elaborado), incurrió en los mayores costos en comparación a los tratamientos en los que se incluyó la dieta elaborada que tuvo un costo de 133.75 pesos por kilogramo.

3.5 ANÁLISIS DE MORTALIDAD

Como se observa claramente en la mortalidad registrada es baja ya que no supera el 3% en periodos de 14 días además es conveniente aclarar que la mortalidad que se presentó en la mayoría de los casos se debió a la manipulación a la que eran sometidas durante el pesaje y demás labores realizadas (cuadro 35)

Cuadro 35. Mortalidad en los diferentes tratamientos por periodos de 14 días

Fecha	Mortalidad					
	T ₀	T ₂	T ₀	T ₁	T ₂	T ₀
05-feb.	0	0	0	0	0	0
19-feb.	0	1	1	2	3	0
05-mar	1	0	1	0	0	2
19-mar	1	0	0	0	0	0
02-abr.	0	1	0	0	0	1
16-abr.	0	0	0	1	0	0
30-abr.	1	0	0	0	0	0
14-may	0	0	2	1	0	0
28-may	0	0	1	2	0	0

6. CONCLUSIONES

El estudio realizado permite afirmar que la explotación de tilapia roja a una altitud de 2200m.s.n.m.se ve afectada notablemente la producción, en cuanto a ganancia de peso y por tanto a la conversión alimenticia a pesar de que se controló en lo posible las bajas temperaturas, aunque presentan una buena adaptación ya que la mortalidad fue baja su rendimiento es bastante deficiente lo cual alarga el ciclo de producción y el costo para la cría levante y ceba de esta especie.

Con la elaboración del heno se aprovecharon los forrajes finamente picados no solo como un aporte de nutrientes sino también como un conductor de proteína, vitaminas, minerales y demás por su característica voluble le permite flotar durante el tiempo necesario para que la tilapia pudiera consumir el alimento sin que se fuera al fondo del estanque provocando desperdicios.

El tratamiento T₀ en el cual se suministró solo concentrado dio los mejores rendimientos en ganancia de peso y conversión alimenticia pero fue el de menos rentabilidad por los altos costos de alimentación.

Se observó que la dieta suministrada es económicamente viable y técnicamente accesible para los productores piscícolas de la región de García Rovira que cuentan con temperaturas más favorables para el cultivo de la tilapia, pues la provincia posee los diferentes pisos térmicos además la aceptación en cuanto al consumo y palatabilidad fue buena.

El heno suministrado suplió ligeramente los requerimientos proteicos para mantenimiento, a pesar de que no se tuvo en cuenta variables como la digestibilidad ya que los forrajes presentan un alto contenido de fibra, lo cual pudo afectar considerablemente la ganancia de peso.

La alimentación de tilapia a través de la dieta elaborado, ofrece un alimento de fácil elaboración con materias primas del medio y a muy bajo costo haciendo más rentable la producción piscícola a pequeña y mediana escala así mismo contribuyendo con el medio ambiente ya que la sangre en los mataderos regionales un producto contaminante vertido a los desagües.

La producción pecuaria en nuestra región exige la generación de nuevas alternativas de alimentación donde se utilice eficientemente los recursos naturales disponibles de una forma técnica y en armonía con la naturaleza buscando la productividad y la sostenibilidad, aunque se tuvieron algunos inconvenientes el heno es un producto factible para mejorarlo y ajustarlo como un medio de conservación de alimento producido en la misma región.

7. RECOMENDACIONES

Es factible económicamente el uso del heno en la alimentación de tilapia roja en explotaciones de mediana y pequeña escala en zonas donde se disponga de las materias primas e instalaciones adecuadas para la elaboración del mismo y además que los rangos de temperatura no sean muy extremos.

El proceso de elaboración del heno debe hacerse con materias primas de óptima calidad y en el adecuado estado vegetativo. Realizar las labores técnicas de preparación con mucha cautela para asegurar el éxito del procedimiento y la conservación por un largo período de tiempo.

Aunque la tilapia presente un aparente adaptación al medio la ganancia de peso se vio afectada notablemente por la altitud por esta razón no se recomienda la explotación de la tilapia roja a temperaturas menores de 20 °C debido a que las bajas temperaturas disminuyen su producción.

Investigar con respecto a la aplicación de esta dieta en otras especies de interés zootécnico, buscando nuevas alternativas alimenticias y evaluando diversas variables como la digestibilidad y el aporte de energía.

Implementar en las fincas cultivos de gramíneas, leguminosas y especies arbórea con potencial forrajero adaptadas al medio, con la finalidad de reducir costos de alimentación que acarrea el uso de concentrado.

La búsqueda de alternativas en la utilización de la sangre proveniente de mataderos debe ser la base de más investigaciones para buscar alternativas viables que permitan que este producto no sea desechado causando problemas ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- BERNAL EUSSE, Javier. Manual de pastos y forrajes. Tercera Edición, Santafé de Bogotá: Banco Ganadero, 1994. 400p.
- CASTILLO CAMPO, Luis Fernando. La importancia de la tilapia roja en el desarrollo de la piscicultura en Colombia [online]. Primera edición. Cauca: Asociación Red del Cauca, Alevinos del Valle, 2002. 21p. [consultado enero 2012]. Disponible en: <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/new/TilapiaColombia.pdf>
- CASTRO RIVERA, Rigoberto; HERNÁNDEZ GIRÓN, José de la Paz y AGUILAR BENÍTEZ, Gisela. Evaluación del crecimiento de alevinos de tres especies de Tilapia (*Oreochromis* sp.) en aguas duras, en la región de la Cañada, Oaxaca, México [online]. México: Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR)– IPN, Oaxaca (México) c/Hornos 1003, St. En: Revista AquaTIC, N° 20, pp. 38-43. Año 2004. [Consultado Febrero 2013]. Disponible en: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=172>
- CENTENO CENTENO, Yahaira del Carmen. La tilapia como materia prima en la producción de biodiesel [online]. IX jornada universitaria de desarrollo científico. Matagalpa: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-CUR Matagalpa, 2007. 14p. [consultado enero 2012]. Disponible en: http://www.unan.edu.ni/dir_invest/webjudc/proyectos_matagalpa/pdf/ensayos/tilapia.pdf
- ESTÉVEZ R, Mario. Manual de piscicultura. Bogotá: Universidad Santo Tomás, 1990. 59 – 83p.
- FALLA CABRERA, Luis Humberto. Desechos de matadero como alimento animal en Colombia [online]. Santafé de Bogotá, Colombia: Frigorífico Guadalupe S.A., 1994. [consultado enero 2012] Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/APH134/cap7.htm>
- HERRERA Carlos Alberto y SUAREZ Orlando. Evaluación de una dieta para levante y ceba de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) a base de subproductos de matadero. Trabajo de grado Zootecnia. Málaga (Santander). Universidad industrial de Santander, programa de Zootecnia, 2005 20-29p.
- HURTADO Freddy y JIMÉNEZ Alberto. Evaluación de una dieta a base de proteína vegetal. Trabajo de grado Zootecnia. Málaga (S). Universidad industrial de Santander, programa de Zootecnia, 1998. 9 - 28p.

- JAIMES, Luz Mercedes Evaluación de la especie tilapia roja (*Oreochromis spp*) en las fases de crecimiento y levante con fuentes proteicas no tradicionales. Trabajo de grado Zootecnia. Málaga (S). Universidad industrial de Santander, programa de zootecnia, 1998 41 - 52p.
- MERINO ARCHILA, María Claudia; SALAZAR ARIZA, Gustavo y GÓMEZ LEÓN, Diana. Guía práctica de Piscicultura en Colombia. Bogotá D. C.: Incoder, 2006.
- OCKERMAN, H. W. y HANSN, C. L. Industrialización de subproductos de origen animal. Zaragoza, España: Acribia, 1994. 387p.
- OSSA V., Jaime y BOTERO A, Luz Mercedes. Guía para la cría, manejo y aprovechamiento sostenible de algunas especies animales promisorias y otras domésticas. Bogotá: Convenio Andrés Bello, 2003. 44 - 55p.
- PIFERRER, Francesc. Condiciones ambientales que influyen en la diferenciación sexual de los peces [online]. 1ed. Bogotá D. C.: Instituto de Ciencias de Mar CSIC, 2004 16p. [Consultado enero 2012]. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2004/10/27/15024.php>
- VELÁZQUEZ y BOTERO. Cultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp*) y plateada (*Oreochromis niloticus*): las tilapias, (también llamadas mojarras). Caldas: SENA, regional caldas, 2003. 33p.

Anexo A. Cálculo de las materias primas para 100 Kg. de heno

DIETA CON 32% DE PROTEÍNA PARA 100 Kg. SE DISPUSO DE:

- 25 % de sangre fresca 80% PC
- Yatazo 17% PC
- Kikuyo 13% PC
- Pasto elefante 7% PC
- 2% melaza.
- 1% premezcla de vitaminas-minerales.

MEZCLA

Kikuyo 13% X 3 = 39

P. elefante 7% X 7 = 7

46/4 = 11.5 PC

CANTIDADES CONOCIDAS

Y

DESCONOCIDAS (Kg.)

25 Sangre fresca

2 Melaza

100-28=72

1 Premezcla vit-minerales

28

PROTEÍNA CONOCÍA

Y

PROTEÍNA DESCONOCÍA

100-----80%

25-----X

32 - 20 = 12

$X = \frac{25 \times 80}{100} = 20$ PC

100

AJUSTE PROTEÍNA

72-----12%

100-----X

$X = \frac{100 \times 12}{72} = 16.67$ PC

72


Mezcla 11.5% $0.33/5.5 \times 72 =$ 4.3

- 16.67 +


Yatago $\frac{17\% \times 5.17}{5.5 \times 72} =$ 67.7

28.5% 5.5 72 Kg.

Anexo B. Análisis bromatológico heno



CGA
CONTROL Y GESTIÓN AMBIENTAL
NIT. 900.023.598-6



ISO 9001
IQNet
SC-CER102733

DIRECCION TECNICA Y DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO	VERSION . 0 Pág. 1 de 2
--	---	----------------------------

<p>SOLICITANTE: HERNAN CORREA NOMBRE DE LA MUESTRA: ALIMENTO PARA ANIMALES DESCRIPCION DE LA MUESTRA: HENO LUGAR TOMA DE MUESTRA: FINCA CLIENTE FECHA DE MUESTREO: 21 DE MARZO DE 2011 FECHA DE RECEPCION: 21 DE MARZO DE 2011 LOTE Y FECHA DE VENCIMIENTO: N.A. MUESTRA TOMADA POR: INTERESADO PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: PUNTUAL MOTIVO DE MUESTREO: SOLICITUD DEL INTERESADO SOLICITUD No.: 1374</p>	
--	--

RESULTADOS FISICOQUIMICOS

PARAMETRO	RESULTADO	*LIMITE PERMITIDO	UNIDADES	TECNICA
HUMEDAD	13.51	-----	%	GRAVIMETRICA
GRASA	5.11	-----	%	EXTRAC. SOXHLET
PROTEINA	30.0	-----	%	KJELDAHL
FIBRA	55.07	-----	%	DIG. ACIDO-BASE
CENIZAS	8.32	-----	%	GRAVIMETRICA
CARBOHIDRATOS	11.72	-----	%	CALCULO
CALORIAS	117.95	-----	Kcal/100g	CALCULO


*Límites Permitidos

ND = No Detectable

OBSERVACIONES

Ninguna.

Aprobado por:



SANDRA MILENA JAITEZ BUSTAMANTE
DIRECTOR TÉCNICO
MAT. PROF. 517

*Válido únicamente para la muestra analizada. Cualquier reproducción parcial requiere la autorización previa de Control y Gestión Ambiental No. 46B - 65 Telefono: 6523702 - 6429143 Bucaramanga, Santander
www.controlygestionambiental.com

Anexo C. Tablas de recolección de datos o registros de producción para las diferentes etapas del cultivo de la tilapia roja

Cuadro toma de datos para cría y levante de alevines tilapia roja.

Tiempo de muestreo (día)	Peso promedio (gr.)	N° de peces	Biomasa total (Kg.)	Peso de ración diaria (gr.)	Cantidad alimento acumulado periodo KG	Tipo de alimento	Costo alimento periodo
siembra	5	700	3.500	280	3.920	Mojarra 38	10780
15	12	665	7.980	638	8.937	Mojarra 38	24577
30	26	652	16.952	1356	18.986	Mojarra 38	52212
45	40	646	25.840	1034	14.470	Mojarra 32	32558
60	57	642	36.594	1464	20.493	Mojarra 32	46108
75	80	639	51.120	2045	28.627	Mojarra 32	64411
Total					95.433		230646

Cuadro toma de datos en la etapa de pre-engorde y engorde para (B1 – T0 100% concentrado)

Tiempo de muestreo (día)	Peso promedio (gr.)	N° de peces	Biomasa total (Kg.)	Peso de ración diaria (gr.)	Cantidad alimento acumulado periodo Kg	Tipo de alimento	Costo alimento periodo de 14 días	Consumo alim/anim.
90	106	100	10.600	424	5.936	Mojarra 32	13356	59.36
105	135	100	13.500	540	7.560	Mojarra 32	17010	75.60
120	158	99	15.642	626	8.760	Mojarra 32	19709	88.48
135	179	98	17.542	702	9.824	Mojarra 32	22104	100.24
150	203	98	19.894	796	11.141	Mojarra 32	25066	113.68
165	225	98	22.050	882	12.348	Mojarra 32	27783	126.00
180	250	97	24.250	970	13.580	Mojarra 24	23765	140.00
195	271	97	26.287	1051	14.720	Mojarra 24	25761	151.75
210	297	97	28.809					
Total					83.869		174554	

Cuadro toma de datos en la etapa Pre-engorde y engorde para (B2 – T0 100% concentrado)

Tiempo de muestreo (día)	Peso promedio (gr.)	N° de peces	Biomasa total (Kg.)	Peso de ración diaria (gr.)	Cantidad alimento acumulado periodo Kg	Tipo de alimento	Costo alimento periodo de 14 días	Consumo alim/anim.
90	106	100	10.600	424	5.936	Mojarra 32	13356	59.36
105	132	100	13.200	528	7.392	Mojarra 32	16632	73.92
120	155	98	15.190	608	8.506	Mojarra 32	19139	86.80
135	178	98	17.444	698	9.769	Mojarra 32	21980	99.68
150	200	97	19.400	776	10.864	Mojarra 32	24444	112.00
165	222	97	21.534	861	12.059	Mojarra 32	27133	124.32
180	249	97	24.153	966	13.526	Mojarra 24	23670	139.44
195	271	97	26.287	1051	14.721	Mojarra 24	25761	151.76
210	298	97	28.906					
Total.					82.773		172115	

Cuadro toma de datos en la etapa de pre-engorde y engorde (B1 – T1 50% concentrado + 50% Heno).

Tiempo muestreo (día)	Peso promedio (gr.)	N° de peces	Biomasa total (Kg.)	Peso ración diaria (gr.)	Cantidad alimento acumulado periodo Kg	Tipo de alimento	Costo alimento periodo de 14 días		Consumo alim/anim.
							Concent.	Heno	
90	106	100	10.600	424	5.936	Mojarra 32 + Heno	6678	1928	59.36
105	119	99	11.781	471	6.597	Mojarra 32 + Heno	7422	2133	66.64
120	139	99	13.761	550	7.706	Mojarra 32 + Heno	8669	2491	77.84
135	150	99	14.850	594	8.316	Mojarra 32 + Heno	9356	2688	84.00
150	172	98	16.856	674	9.439	Mojarra 32 + Heno	10619	3051	96.32
165	194	98	19.012	760	10.647	Mojarra 32 + Heno	11978	3442	108.64
180	217	98	21.266	851	11.909	Mojarra 32 + Heno	13398	3850	121.52
195	230	98	22.540	902	12.622	Mojarra 32 + Heno	14200	4080	128.80
210	253	98	24.794						
Total.					73.172		82320	23663	

Cuadro toma de datos en la etapa de pre-engorde y engorde (B2 – T1 50% concentrado + 50% Heno).

Tiempo muestreo (día)	Peso promedio (gr.)	N° de peces	Biomasa total (Kg.)	Peso ración diaria (gr.)	Cantidad alimento acumulado periodo Kg	Tipo de alimento	Costo alimento periodo de 14 días		Consumo alim/anim.
							Concent.	Heno	
90	106	100	10.6	424	5.936	Mojarra 32 + Heno	6678	2054	59.36
105	117	97	11.349	454	6.355	Mojarra 32 + Heno	7150	2065	65.52
120	136	97	13.192	528	7.388	Mojarra 32 + Heno	8311	2388	76.16
135	147	97	14.259	570	7.985	Mojarra 32 + Heno	8983	2581	82.32
150	169	97	16.393	656	9.180	Mojarra 32 + Heno	10328	2968	94.64
165	192	97	18.624	745	10.429	Mojarra 32 + Heno	11733	3371	107.52
180	215	97	20.855	834	11.679	Mojarra 32 + Heno	13139	3776	120.40
195	228	97	22.116	885	12.385	Mojarra 32+ Heno	13933	4004	127.68
210	250	97	24.250						
Total.					71.337		80255	23207	

Cuadro toma de datos en la etapa de pre-engorde y engorde (B1 – T2 100% Heno)

Tiempo de muestreo (día)	Peso promedio (gr.)	N° de peces	Biomasa total (Kg.)	Peso de ración diaria (gr.)	Cantidad alimento acumulado periodo Kg	Tipo de alimento	Costo alimento periodo	Consumo alim/anim.
90	106	100	10.600	424	5.936	Heno	3838	59.36
105	113	99	11.187	447	6.265	Heno	4050	63.28
120	123	98	12.054	482	6.750	Heno	4364	68.87
135	135	98	13.230	529	7.409	Heno	4790	75.60
150	150	98	14.700	588	8.232	Heno	5322	84.00
165	163	98	15.974	639	8.945	Heno	5784	91.28
180	177	98	17.346	694	9.714	Heno	6280	99.12
195	191	96	18.335	733	10.268	Heno	6638	106.96
210	204	95	19.380			Heno		
Total.					63.519		41066	

Cuadro toma de datos en la etapa de pre-engorde y engorde (B2 – T2 100% Heno)

Tiempo de muestreo (día)	Peso promedio (gr.)	N° de peces	Biomasa total (Kg.)	Peso de ración diaria (gr.)	Cantidad alimento acumulado periodo Kg	Tipo de alimento	Costo alimento periodo de 14 días	Consumo alim/anim.
90	106	100	10.600	424	5.936	Heno	3838	59.36
105	110	98	10.780	431	6.037	Heno	3903	61.60
120	119	98	11.662	466	6.531	Heno	4222	66.64
135	130	98	12.740	510	7.134	Heno	4613	72.80
150	143	98	14.014	561	7.848	Heno	5074	80.08
165	155	97	15.035	601	8.420	Heno	5444	86.80
180	165	97	16.005	640	8.963	Heno	5795	92.40
195	178	97	17.266	691	9.669	Heno	6251	99.68
210	193	95	18.335			Heno		
Total.					60.538		39140	