

EVALUACIÓN DE GERMINADOS DE MAÍZ (*Zea mays*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*), COMO SUPLEMENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp*) EN LA ETAPA DE ENGORDE.

LUIS EDUARDO VERDUGO DAZA

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA ZOOTECNIA
PASTO - COLOMBIA
2009**

EVALUACIÓN DE GERMINADOS DE MAÍZ (*Zea mays*) Y CEBADA (*Hordeum vulgare*), COMO SUPLEMENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp*) EN LA ETAPA DE ENGORDE.

LUIS EDUARDO VERDUGO DAZA

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Zootecnista**

**Presidente:
ARMANDO ARROYO OSORIO
Zootecnista**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA ZOOTEKNIA
PASTO - COLOMBIA
2009**

"Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor"

Artículo 1ro del acuerdo No 324 del 11 de octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

ARMANDO ARROYO OSORIO
Presidente

AYDA PAULINA DÁVILA SOLARTE
Jurado Delegado

ÁLVARO JAVIER BURGOS ARCOS
Jurado

San Juan de Pasto, Diciembre de 2009

DEDICATORIA

A DIOS: Como mi guía espiritual y amigo incondicional

A LA MEMORIA DE MIS ABUELOS: Carmen y Rafael

A MIS PADRES: Clara Eliza y Orlando, por su apoyo incondicional para seguir adelante

A MI HIJO: Andrés Camilo, inspiración, fortaleza y razón de mi vida, por quien he dado y daré siempre lo mejor

A MIS HERMANOS: Manuel, Rafael, Héctor, Pedro y Javier, por la confianza depositada en mí

A MIS SOBRINAS Y SOBRINOS: Carolina, Oscar, Xiomara, Luisa María, Luna Fernanda

A mi familia en general.

LUIS EDUARDO VERDUGO

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a todas y cada una de las personas que ayudaron e hicieron posible la realización de este trabajo.

A OSCAR EDMUNDO CABAL MURIEL, Tecnólogo en Administración Agropecuaria, propietario de la estación piscícola “La Clariza”, por la asesoría y acompañamiento en el desarrollo de este proyecto.

A ARMANDO ARROYO, Zootecnista, por su apoyo y colaboración en la dirección de este trabajo

A LUÍS ALFONSO SOLARTE PORTILLA, Zootecnista, Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Pecuarias, programa Zootecnia de la Universidad de Nariño, por su valiosa colaboración

A JORGE GUILLERMO LOSADA CEPEDA, Zootecnista, por su apoyo y cooperación

Al equipo de trabajo de la estación piscícola:

MIGUEL MELO

LILIANA CASTILLO

MARCELA GUERRERO

FRANCO CUESVAS

JOSÉ MARÍA CHÁVEZ

Por su valioso apoyo en el cumplimiento de los objetivos propuestos.

A todos gracias...

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	20
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
3. OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GENERAL	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. MARCO TEÓRICO	23
4.1 GENERALIDADES DE LA TILAPIA ROJA (<i>Oreochromis spp</i>)	23
4.2 ALIMENTACIÓN	25
4.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	27
4.4 CONDICIONES DE CULTIVO	29
4.5 CULTIVOS HIDROPÓNICOS	30
4.5.1 CEREALES UTILIZADOS	31
4.5.1.1 Características del maíz (<i>Zea mays</i>)	32
4.5.1.2 Características de la cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	32
4.5.2 Forraje hidropónico	33

4.5.3	Ventajas del forraje hidropónico	35
4.5.3.1	Valor nutricional	35
4.5.3.2	Producción en espacio reducido	36
4.5.3.3	Menor inversión	36
4.5.4	Desventajas	38
4.5.5	Producción de germinados hidropónicos	38
5.	DISEÑO METODOLÓGICO	40
5.1	LOCALIZACIÓN	40
5.2	INSTALACIONES	41
5.3	MANEJO DE ESTANQUES	42
5.3.1	Encalado y fertilización	42
5.4	EJEMPLARES	42
5.5	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	43
5.6	ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN	43
5.6.1	Alimento	43
5.6.2	Alimentación	44
5.7	DISEÑO EXPERIMENTAL	46
5.8	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	46
5.9	PRODUCCIÓN DE GERMINADOS	47
5.10	VARIABLES EVALUADAS	48

5.10.1	Incremento en peso	48
5.10.2	Consumo de alimento	48
5.10.3	Conversión alimenticia aparente	48
5.10.4	Mortalidad	49
5.10.7	Análisis parcial de costos	49
5.10.6	Producción estimada	49
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	51
6.1	CONSUMO DE ALIMENTO	51
6.2	INCREMENTO EN PESO	52
6.3	CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE	55
6.4	MORTALIDAD	58
6.6	ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	60
6.7	PRODUCCIÓN ESTIMADA	61
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
7.1	CONCLUSIONES	63
7.2	RECOMENDACIONES	63
	BIBLIOGRAFÍA	65
	ANEXOS	71

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Guía de alimentación para Tilapia Roja(<i>Oreochromis spp</i>), etapa de engorde	26
Tabla 2. Requerimientos nutricionales para Tilapia	28
Tabla 3. Características físico-químicas del agua para el cultivo de Tilapia	30
Tabla 4. Composición del grano de maíz y sus principales fracciones	32
Tabla 5. Composición nutricional del grano de cebada	33
Tabla 6. Comparación del forraje hidropónico con otros forrajes	35
Tabla 7. Comparación entre las características del forraje hidropónico de cebada y otras fuentes alimenticias	36
Tabla 8. Análisis proximal de forraje hidropónico de maíz (<i>Zea mays</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).	37
Tabla 9. Análisis bromatológico de germinado de maíz (<i>Zea mays</i>) y cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	43
Tabla 10. Composición de dietas con base en alimento comercial y germinado hidropónico de maíz y cebada	44
Tabla 11. Consumo de alimento total por réplicas y tratamientos	51
Tabla 12. Incremento de peso promedio por réplicas y tratamientos	52
Tabla 13. Conversión alimenticia aparente por réplicas y tratamientos	56
Tabla 14. Análisis parcial de costos de producción	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Foto de Tilapia roja (<i>Oreochromis spp</i>)	23
Figura 2. Mapa localización Municipio Mocoa	40
Figura 3. Foto limpieza de estanque	41
Figura 4. Foto ejemplar de Tilapia roja utilizado en la evaluación	42
Figura 5. Foto formación del colchón proteico en cebada	45
Figura 6. . Foto formación del colchón proteico en maíz	45
Figura 7. Diagrama de flujo para la producción de forraje hidropónico	47
Figura 8. Consumo de alimento	52
Figura 9. Incremento en peso	53
Figura 10. Conversión alimenticia	57
Figura 11. Porcentaje de mortalidad	59
Figura 12. Producción estimada por tratamiento kg/ha/año	62

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Registro de pesos promedio durante la etapa experimental.	72
Anexo B. Registro de longitud promedio durante la etapa experimental.	73
Anexo C. Resultados de los indicadores evaluados	74
Anexo D. Análisis bromatológico de germinado de maíz (<i>Zea mays</i>)	75
Anexo E. Análisis bromatológico de germinado de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	76
Anexo F. Análisis de variancia para la variable consumo de alimento	77
Anexo G. Análisis de varianza para la variable incremento de peso	78
Anexo H. Prueba de Tukey para la variable incremento de peso	79
Anexo I. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia	80
Anexo J. Prueba de Tukey para la variable conversión alimenticia	81
Anexo K. Análisis de varianza para la variable longitud total	82

GLOSARIO

CEBADA (*Hordeum vulgare*): planta anual de la familia de las Gramíneas, parecida al trigo, con cañas de algo más de seis decímetros, espigas prolongadas, flexibles, un poco arqueadas, y semilla ventruda, puntiaguda por ambas extremidades y adherida al cascabillo, que termina en arista larga.

CULTIVO HIDROPÓNICO: es el cultivo de plantas sin utilizar el suelo como sustrato. Los elementos minerales, son suministrados entonces, en solución con agua y las fuentes de los mismos son sustancias inorgánicas, de alta solubilidad y compatibilidad entre ellas.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA: relación entre la cantidad de alimento consumido en una unidad de tiempo y el peso ganado en la misma unidad de tiempo.

FITOPLANCTON: el componente vegetal del plancton.

FORRAJE HIDROPÓNICO: es el cultivo de cereales en una unidad cerrada denominada cabina hidropónica, con muy buena iluminación y riego automatizado, en bandejas plásticas o de fibra de vidrio colocadas en unas estanterías de metal o madera, que nos producen alimento fresco y de muy buena calidad los 365 días del año, para ser suministrado a vacas, caballos, cerdos, cabras, conejos.

MAÍZ (*Zea mays*): planta de la familia de las Gramíneas, con el tallo grueso, de uno a tres metros de altura, según las especies, hojas largas, planas y puntiagudas y produce mazorcas con granos gruesos y amarillos muy nutritivos.

PLANCTON: organismos acuáticos (plantas y animales) usualmente microscópicos que sirven de alimento para organismos acuáticos mayores y peces.

TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp*): pez de agua dulce, teleósteo, del orden Perciforme perteneciente a la familia Cichlidae; de hábitos omnívoros y generada del cruce entre cuatro especies representativas del género *Oreochromis*: *Mossambicus*, *Niloticus*, *Honorum* y *Aureus*.

VARIABLE: es una característica (magnitud, vector o número) que puede ser medida, adoptando diferentes valores en cada uno de los casos de un estudio.

ZOOPLANCTON: componente animal del plancton.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la estación piscícola y vivero forestal “La Clariza”, ubicada en la vereda Planadas del Municipio de Mocoa, Departamento del Putumayo, con una temperatura ambiente promedio de 25⁰C y una altura de 595 msnm.

Se evaluó el comportamiento productivo de ejemplares de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*), alimentados con una dieta comercial y suplementados con germinados hidropónicos de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en niveles del 20 y 30% en la etapa de engorde.

Para el ensayo se utilizaron ejemplares de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*), con 151 gramos de peso promedio y 18 centímetros de longitud promedio. La etapa experimental tuvo una duración de 60 días.

Se empleó un diseño irrestricto al azar (DIA), conformado por tres tratamientos y tres réplicas por tratamiento, cada réplica constituida por 50 peces, para un total de 450 ejemplares de Tilapia roja, Se evaluaron las variables consumo de alimento, incremento en peso, conversión alimenticia aparente e incremento en la longitud total.

Las dietas experimentales evaluadas fueron: T1: Alimento comercial, T2: Alimento comercial + 20% de germinados hidropónicos de maíz y cebada, T3: Alimento comercial + 30% de germinados hidropónicos de maíz y cebada.

El análisis de varianza para la variable consumo de alimento, no presentó diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05\%$), lo que infiere un nivel de aceptación de las dietas con inclusión de germinados hidropónicos similar al alimento comercial.

Para el incremento de peso, el análisis de varianza determinó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P < 0.01\%$), observándose un incremento de peso en gramos/día de 1,8 gramos, para el tratamiento T1, seguido del tratamiento T2 con 1,21 gramos y T3 con 1,04 gramos, debido posiblemente al adecuado balance de nutrientes en la dieta testigo.

La variable conversión alimenticia, reportó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($0,05\% < P < 0.01\%$); el testigo T1, con 2:1, presentó el mejor índice de conversión, comparado con las dietas T2, con 2,91:1 y T3, con 3,12:1, valores que están directamente relacionados con el consumo de alimento y el incremento en peso.

Para el costo de la dieta, el menor precio por kg de ración utilizada fue para los tratamientos T3, y T2, obteniendo costos de alimentación económicos con las dietas a base de germinados, Sin embargo, los resultados con las dietas que incluían germinados hidropónicos para Tilapia Roja en esta investigación, no reportaron los rendimientos como en otras especies en las cuales se han evaluado, por lo anterior, no se recomienda su utilización en este sistema de producción, por cuanto los altos niveles en fibra afectan considerablemente el aprovechamiento de nutrientes, expresando bajos índices productivos, en incremento de peso y conversión alimenticia.

ABSTRACT

This investigation was carried out in the piscicultural station and forest breeding ground "the Clariza", located in the Planadas path Municipality of Mocoa, Putumayo Department, with average ambient temperature of 25°C and 595 over sea level.

Were evaluated Red Tilapia's (*Oreochromis spp*) productive indicators of, feeding commercial food and supplemented with hydroponics germinated corn (*Zea mays*) and barley (*Hordeum vulgare*), in 20% and 30% levels in the stage of fattening.

Were used specimens of Red Tilapia (*Oreochromis spp*), with 151 g of weight average and 18 cm of length average. The experimental stage lasted of 60 days

Was used an unrestricted design at random (DIA), conformed by three treatments and three repetitions by treatment, each repetitions constituted by 50 fish, for a total of 450 Red Tilapia specimens, the variables analyzed were, food intake, weight increased, apparent feed conversion and the total increased in length.

Were the evaluated experimental diets: T1: Commercial food, T2: Commercial food + 20% hydroponics germinated corn and barley, T3: Commercial food + 30% hydroponics germinated corn and barley.

The variance analysis for the variable food intake, did not present significant differences ($P < 0,05$), which infers a level of acceptance of the hydroponics germinated alike to the commercial food.

For the weight increase, the analysis of variance established differences statistical significant between the treatments ($P < 0,01$), being observed a increase of weight in grams/day of 1,8 g, for treatment T1, followed of the treatment T2 with 1,21 g and T3 with 1,04 g, owed possibly to the appropriate balance of nutrients of the diet witness

The feeding conversion, reported differences statistical significant between treatments ($0,05 < P < 0,01$); treatment T1, with 2:1, reported the best index of conversion, compared with the diets of the T2 treatments, with 2,91:1 and T3, 3,12:1, values that directly are related to the food intake and the weight increased.

The lesser cost of the diet, for kg of was used diet for the treatments T3, and T2, obtaining economic feeding costs with the diets germinated, however, the results

with the diets that included hydroponics germinated for Red Tilapia in this investigation, didn't report the yields like in other species where they have been evaluated, its use is not recommended in this production system by the fiber high levels affect the use considerably of nutritious, expressing productive index under, in weight increment and feeding conversion.

INTRODUCCIÓN

Según Cabrera et al¹, las investigaciones del potencial piscícola en el mundo han demostrado que una de las especies más sugeridas para el cultivo es la tilapia; siendo ideal para la producción, debido a que ofrece un crecimiento adecuado, fácil manejo, altamente resistente a la baja calidad de agua y a enfermedades; tolerando diversas condiciones ambientales.

Sin embargo, una de las limitantes que presenta el cultivo de esta especie, es el costo que genera la alimentación, en especial con base en balanceados comerciales; esta condición ha generado la búsqueda de nuevas alternativas a incorporarse en las técnicas de alimentación. Para tal fin, se han realizado estudios tendientes a incorporar materias primas de origen vegetal como fuentes alternas de proteínas, con miras a optimizar los sistemas de alimentación y a minimizar los costos de producción.

Los germinados hidropónicos se han venido utilizando en la alimentación animal como fuentes de nutrientes vegetales, generando expectativas de bajo costo y fácil implementación para los pequeños y medianos productores; siendo un alimento de aceptable, valor nutricional y rendimientos en producción por unidad de área.

Para Espejo², la utilización de fuentes de proteína de origen vegetal, genera opciones de recursos proteicos para la acuicultura, recientes investigaciones han establecido que los peces y camarones aceptan muy bien estas alternativas de alimentación.

En especies menores, como aves, cerdos, cuyes y conejos, se ha utilizado como suplemento, lográndose sustituir del 40 al 70% de los balanceados comerciales por germinados hidropónicos, con resultados satisfactorios; considerándose como suplementos importantes en los sistemas sustentables de producción, en virtud de su bajo costo.

¹ CABRERA, B. Tomás, MILLAN, Q. José y ROSAS, C. Jesús. Tres experiencias de cultivo de tilapias en la isla de Margarita, Venezuela. [Online]. Rev. Zootecnia tropical. Vol. 1. No 1. Venezuela 1998. [citado marzo 4 de 2008]. p. 1. Disponible en Internet: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt1601/texto/isla.htm> - 56k.

² ESPEJO, G. Carlos. Materias primas de origen vegetal como alternativas para la productividad y sostenibilidad de la acuicultura en Latinoamérica. [Online]. Neiva. Colombia. 2003. [citado marzo 4 de 2008]. p. 3. Disponible en Internet: <http://www.carlosespejo.com.co>

En esta investigación se evaluó la inclusión de los germinados hidropónicos de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*) como suplemento en la alimentación de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*) en la etapa de engorde, utilizando dietas con niveles del 20 y 30%, como sustituto parcial de un alimento comercial.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Los peces y otros productos acuícolas son una fuente importante de alimentación a nivel mundial. El consumo de productos procedentes de la pesca o de su producción mediante métodos de cultivo, tanto tradicionales como tecnificados, constituye para muchas poblaciones, la más importante fuente accesible de proteína animal.

Esto ha propiciado el desarrollo de la acuicultura en los últimos años, multiplicando su importancia como actividad generadora de alimento, constituyéndose en una nueva alternativa de producción en el sector agropecuario con excelentes perspectivas, sin embargo, el alto costo de los alimentos balanceados para especies acuícolas, se ha considerado como una de las principales limitantes para los productores, generando elevados costos de producción, ocasionando una disminución en el nivel de ingreso por concepto de utilidades generadas.

La tendencia actual de buscar nuevas alternativas de alimentación y suplementación encaminada a reducir la utilización de alimentos balanceados, ha conllevado a la utilización de múltiples fuentes alimenticias, en especial de origen vegetal, por considerarse materias primas de bajo costo y de aceptable valor nutricional; además se ha estimado como un factor limitante, los largos ciclos de producción de las materias primas convencionales.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Los germinados hidropónicos, de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*) podrían considerarse una alternativa de suplementación en la alimentación de Tilapia roja (*Oreochromis spp*)?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la inclusión de los germinados de maíz (*Zea mays*), y cebada (*Hordeum vulgare*), como suplemento en la alimentación de Tilapia roja (*Oreochromis spp*) en la etapa de engorde.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el incremento en peso en los diferentes tratamientos
- Establecer la producción (Kg./unidad de área), de Tilapia roja, en los diferentes tratamientos
- Calcular la conversión alimenticia aparente
- Realizar un análisis parcial de costos

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GENERALIDADES DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp*)

Dueñas, afirma que:

La Tilapia es originaria de África, pertenece a la familia de los cíclidos y está representada por cerca de 100 especies pertenecientes a seis géneros diferentes. La Tilapia roja (Mojarra roja) es un pez relativamente nuevo en nuestro país, no siendo así en países como, Republica Dominicana, Costa Rica y Panamá y que la mayor distribución mundial de los cíclidos se localiza entre los trópicos de Cáncer y Capricornio en América, desde México, hasta el río de la Plata en Argentina³

Figura 1. Tilapia roja (*Oreochromis spp*)



³ DUEÑAS, G. Luís F. Piscicultura. Mi página agropecuaria. [On line]. Colombia. 2000. [citado diciembre 6 de 2007], p.1 Disponible en Internet: <http://www.geocities.com/sanfdo/index.htm>.

Castillo afirma que:

La Tilapia Roja, se convirtió en la punta de lanza, para el desarrollo acelerado de la piscicultura comercial, a partir de la década de los 80 en países sin tradición acuícola suramericanos como: Colombia (introducida en 1982), Venezuela (introducida en 1989) y Ecuador (introducida en 1993) en forma casi simultánea con países centroamericanos, caribeños y norteamericanos⁴.

Milthon señala que, "el género *Oreochromis*, es el que se considera de mayor importancia dentro de los cultivos comerciales existentes. Se encuentra en casi todo el mundo; debido especialmente a su valor comercial y también a su valor social, este último, como especie destinada a una alimentación familiar y de autoconsumo, cuando se cultiva a baja densidad en estanques"⁵.

Al respecto, Espejo afirma que:

La Tilapia roja, es un pez que taxonómicamente, no responde a un nombre científico, es el producto del cruce de cuatro especies de Tilapia: tres de ellas de origen africano y una cuarta israelita; el cruce selectivo permitió la obtención de un pez cuya coloración fenotípica puede ir desde el rojo cereza hasta el albino, pasando por el animal con manchas negras o completamente negro⁶.

Alamilla señala que:

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

⁴ CASTILLO, CAMPO. Luís F. Tilapia roja 2006. Una evolución de 25 años de incertidumbre. [On line]. Colombia 2006. [citado diciembre 6 de 2007]. p. 4. Disponible en Internet: <http://aguaverde.acuicultura.googlepages.com/TILAPIAROJA2006.pdf>

⁵ MILTHON, C. Acerca del cultivo de Tilapia nilótica y Tilapia roja. [On line]. Auburn University, Auburn, E.U.A. 1994. [Citado diciembre 6 de 2007], p. 1. Disponible en Internet: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/.../cultivo/Acerca%20del%20Cultivo%20de%20Tilapia%20Roja%20o%20Del%20Nilo.pdf>

⁶ ESPEJO, G. Carlos. Cría y comercialización de la tilapia roja. [On line]. Colombia. s.f. [citado febrero 20 de 2008]. p.1 Disponible en Internet: <http://www.geocities.com/piscicultura/tilapia.html#world>

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 movilidad⁷.

Toledo, manifiesta que:

Las tilapias son eficientes en el aprovechamiento de alimentos naturales, principalmente el plancton. En estanques con bajo recambio de agua, cerca del 50 a 70% del crecimiento de tilapias está atribuida al consumo de alimento natural y dietas suplementarias. Esto demuestra el menor costo de producción de tilapias en cultivos semiintensivo comparado al cultivo intensivo en tanques⁸.

4.2 ALIMENTACIÓN

Popma y Green, afirman que, “los niveles de alimentación son afectados por la especie de pez, su tamaño, calidad del agua, incluyendo su temperatura, frecuencia de la alimentación y la disponibilidad de alimentos naturales en el estanque”⁹.

Según Baltazar¹⁰, debido a que el alimento representa entre un 60 a 70% de los costos, es necesario realizar un manejo adecuado mediante planes de alimentación, acorde con las necesidades de los peces.

⁷ ALAMILLA, Hugo. Cultivo de tilapia. [On line]. México. 2002. [citado diciembre 6 de 2007]. p. 1. Disponible en Internet: <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/tilapia/tilapia.htm>

⁸ TOLEDO, P. Sergio. Cultivo de tilapia. Experiencia en Cuba. [On line]. I taller seminario de acuicultura continental. Especies de aguas templadas calidas. Formosa 2005. [citado marzo 6 de 2008], p. 11. Disponible en Internet: www.adeformosa.org.ar/.../media/pdf/Experiencia%20en%20Cuba%20y%20de%20desarrollo%20en%20la%20Argentina.pdf

⁹ POPMA, T. J. Y B. W. GREEN. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. [On line]. International Center of Aquaculture, Auburn University, Alabama, USA. 1990. [citado marzo 6 de 2008], p.19. Disponible en Internet: <http://www.elprisma.com/apuntes/curso.asp?id=12557>.

¹⁰ BALTAZAR, Paúl M. La Tilapia en el Perú: acuicultura, mercado, y perspectivas. *Rev. Perú Biol.* [On line], jul. 2007, vol.13, no.3 [citado 07 Abril 2008], p.3. Disponible en internet: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332007000100022&lng=es&nrm=iso. ISSN 1727-9933.

Cantor, manifiesta que, “el éxito de la actividad piscícola depende de la eficiencia en el cultivo, principalmente del manejo del alimento y técnicas de alimentación considerando la calidad y cantidad del alimento suministrado. La Tilapia es omnívora y su requerimiento y tipo de alimento varían con la edad del pez”¹¹.

Sin embargo, Hepher y Pruginin, citados por Castillo y Maya, señalan que:

En la alimentación, se debe tener en cuenta el comportamiento fisiológico de las tilapias, su tendencia a alimentarse en horas de la mañana, cuando la acidez en el tracto digestivo, es óptima y existe una mejor asimilación del alimento. Las secreciones se van incrementando en el transcurso del día y en las primeras horas de la tarde alza su nivel de acidez, para empezar a declinar y llegar a ser mínima en horas de la noche, por este motivo se recomienda realizar la alimentación de esta especie, entre las 8:00 a.m. y las 2:00 p.m.¹².

Según Torres¹³, la guía para el suministro de alimento en forma controlada en el cultivo de tilapia, se puede ajustar con base en el rango de peso de la población cultivada. Tabla 1

Tabla 1. Guía de alimentación para Tilapia Roja (*Oreochromis spp*), etapa de engorde.

RANGO DE PESO (gr.)	CANTIDAD DE ALIMENTO
De 150 a 280	3% de la biomasa
De 280 a 350	2% de la biomasa

Fuente. Torres, Q. E. 1993

¹¹ CANTOR, A. Fernando. Manual de producción de tilapia. [On line]. Secretaria de desarrollo rural. Puebla. México. 2007. [citado marzo 6 de 2008], p. 48. Disponible en Internet:[http://www.sdr.gob.mx/Contenido/Cadenas%20Productivas/DOCUMENTOS%20CADENA S%20AGROPECUARIAS/acuicolas/tilapia/MANUAL%20TILAPIA.pdf](http://www.sdr.gob.mx/Contenido/Cadenas%20Productivas/DOCUMENTOS%20CADENA%20AGROPECUARIAS/acuicolas/tilapia/MANUAL%20TILAPIA.pdf)

¹² HEPHER, Balfour y PRUGININ, Yoel. Cultivo de peces comerciales basados en experiencias de grajas piscícolas de Israel, citado por CASTILLO, C. Nora y MAYA, T. Clara. Evaluación comparativa de un prebiótico y un probiótico, en alevinos de tilapia roja, en estanques tipo invernadero. Pasto. 2008. p. 29. Trabajo de grado (Ingeniero en producción acuícola). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola.

¹³ TORRES, Q. Enrique. Cultivo de la mojarra plateada y la mojarra roja. En: Fundamentos de piscicultura continental. INPA. Santa fe de Bogota. Colombia. 1993. p. 202

4.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Según el NRC¹⁴ las dietas deben cubrir los requerimientos nutricionales de la especie, con base en la fisiología y hábitos alimenticios de la misma. Tabla 2

Dorado señala que:

La importancia radica en que el conocimiento exacto del requerimiento para cada nutriente en la formulación, permite eliminar excesos que pueden implicar un alto costo y un detrimento en la rentabilidad; de igual manera una dieta mal balanceada puede provocar retrasos en el crecimiento de los animales en cultivo, lo que implica también problemas de rentabilidad¹⁵.

Toledo, manifiesta que:

A través de los alimentos disponibles u ofrecidos, los peces deben obtener suficientes cantidades de nutrientes esenciales, necesarios para garantizar la normalidad en sus procesos fisiológicos y metabólicos, asegurando un adecuado crecimiento, salud y reproducción. De forma general, con algunas particularidades dependiendo de la especie, se ha reconocido que los peces tienen exigencias en no menos de 44 nutrientes esenciales que incluyen: agua, aminoácidos esenciales, energía, ácidos grasos esenciales, vitaminas, minerales y carotenoides¹⁶.

Con respecto a los principales nutrientes, que se deben aportar en las dietas para peces, Fadul¹⁷, considera que, las proteínas y los aminoácidos son los factores más importantes para la vida y desarrollo de los peces, en las tilapias, debido a la capacidad de metabolizar el plancton, sus requerimientos en

¹⁴ NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (NRC). Nutrients requeriments of fish. National Academy Press. [On line]. Washington, 1993. [citado marzo 6 de 2008]. p.63. Disponible en Internet: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=2115

¹⁵ DORADO, L. Maria del Pilar. Formulación de dietas. En: Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura. INPA. Santa fe de bogota. Colombia. 1993, p. 240.

¹⁶ TOLEDO, P. José. Op.cit. p 8.

¹⁷ FADUL, M. Mónica. Nutrición y alimentación de peces. En: Fundamentos de acuicultura continental. INPA. Primera edición. Santafe de Bogota. Colombia. 1993. p .119 - 120

proteína son menores, lográndose obtener un buen crecimiento con niveles del 24 al 30% de proteína en la dieta.

Tabla 2. Requerimientos nutricionales para Tilapia

Componente	Cantidad
Energía ^b	3,000 (Kcal. DE/kg alimento)
Proteína cruda (digestible)	32 (28) %
Fibra	6%
Aminoácidos	
Arginina	1.18 %
Histidina	0.48 %
Isoleucina	0.87 %
Leucina	0.95 %
Lisina	1.43 %
Metionina + cistina	0.90 %
Fenilalanina + tirosina	1.55 %
Treonina	1.05 %
Triptofano	0.28 %
Valina	0.78 %
n-3 Ácidos grasos	—
n-6 Ácidos grasos	0.5-1 %
Macrominerales	
Calcio	R
Fósforo	0.5 %
Vitaminas liposolubles	
E	50 IU/kg
K	NT
Vitaminas hidrosolubles	
Riboflavina	6 mg/kg
Acido pantoténico	10 mg/kg
Vitamina B ₁₂	NR
Vitamina C	50 mg/kg

Nota: Estos requerimientos han sido determinados con ingredientes puros en los cuales los nutrientes son altamente digestibles, por lo tanto los valores presentados representan cerca del 100% de biodisponibilidad

^a **R**, requerido en la dieta pero no se conoce la cantidad; **NR**, requerimiento nutricional no determinado bajo condiciones experimentales; **NT**, no experimentado; y **E**, estimado.

^b Concentraciones típicas de energía en dietas comerciales

Fuente. NRC 1993

Halver citado por López, afirma que:

Los lípidos especialmente fosfolípidos y esteroides desempeñan un papel fundamental en la estructura de las membranas biológicas, tanto a nivel celular y subcelular, están relacionadas con el sabor y la consistencia, no solo de los alimentos consumidos por los peces, sino que influyen positivamente en las características organolépticas del filete de los mismos.¹⁸.

Para Milton¹⁹ y Pokniak²⁰, los requerimientos en minerales no están totalmente estudiados para la especie, el calcio por ejemplo, es obtenido desde el agua a través de las branquias, pero en general se agrega algo de este elemento. Otras trazas de minerales son derivadas también del agua para satisfacer los requerimientos de estos peces.

4.4 CONDICIONES DE CULTIVO

Según, Torres et al²¹., el factor más importante en la producción de tilapias es la cantidad y calidad del agua: la temperatura, el oxígeno y el pH; en la tabla 3 se presentan los valores de estos parámetros.

Mariño manifiesta que:

En cuanto a los parámetros físico-químicos del agua para el cultivo, la tilapia es en general, altamente tolerante a las altas temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno y altos niveles de amoníaco; resistiendo además, las altas salinidades, de hasta 20 ppm. Las temperaturas letales se ubican

¹⁸ HALVER, J. The vitamins. Fish nutrition, citado por LÓPEZ, J. En: Nutrición acuícola: Fisiología digestiva de los organismos hidrobiológicos de cultivo. Pasto, Colombia: 1997. p. 22. Universidad de Nariño.

¹⁹ MILTHON, C. Op. cit., p. 15

²⁰ POKNIAK, R. José. Nutrición de peces. [On line]. Revista Tecnovet. año 3 No. 2, 1997. Santiago de Chile. [citado marzo 6 de 2008]. p. 1 Disponible en Internet: http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D9163%2526ISID%253D448,00.html

²¹ TORRES, et al. La mojarra plateada, cultivo en estanques. Huila. 1992

entre los 10-11°C, y no se alimenta en rangos inferiores a los 16-17°C Para su crecimiento óptimo es necesario temperaturas entre 29 y 31°C²².

Reta²³, afirma que, estas propiedades influyen en los aspectos productivos y reproductivos de los peces, por lo que es importante que los parámetros del agua se mantengan dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de los peces.

Tabla 3. Características físico-químicas del agua para el cultivo de tilapia

PARAMETROS	VALORES MINIMOS
Oxigeno disuelto	3 – 4 ppm
Dióxido de carbono	25 ppm
Dureza	20 ppm
Alcalinidad	25 ppm
pH	6.5
Amoniaco	< 2.0 ppm
Acido sulfhídrico	< 1.0 ppm
Cloro	< 0.1 ppm

Fuente. Torres et al. 1992

4.5 CULTIVOS HIDROPÓNICOS

Para Baixauli y Aguilar²⁴, la definición de cultivo hidropónico procede de las letras griegas hydro (agua) y ponos (trabajo), literalmente trabajo en agua, este término es conocido mundialmente y únicamente varía la pronunciación.

²² MARIÑO, Mirtica. Cultivo de Tilapia en Cuba, consideraciones generales, características y perspectivas. [On line]. Revista. Ipac. Acuicultura. No.10. Junio 15 de 2006. SIPSA. CUBA. 2006. [citado diciembre 4 de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.lpacuicultura.com/noticia.php?Indnot=526>. 1. p.

²³ RETA, M. Juan L. Cultivo de tilapia en jaulas flotantes. [On line]. México, s.f. [citado enero 21 de 2008]. Disponible en Internet: http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/Cultivo__tilapia_estanques__rusticos.pdf . p. 13.

²⁴ BAIXAULI, S. Carlos y AGUILAR, O. José. Cultivo sin suelo de hortalizas, aspectos prácticos y experiencias. Editorial Generalitat Valenciana. VALENCIA-ESPAÑA. 2000, p. 11. ISBN. 84-482-3145-7

Los mismos autores²⁵ señalan, que desde un punto de vista práctico, los cultivos hidropónicos pueden clasificarse en: cultivos hidropónicos (cultivo en agua más nutrientes o sobre materiales inertes) y cultivos en sustrato (cultivo sobre materiales químicamente activos, con capacidad de intercambio catiónico)

Guarín, manifiesta que:

Los cultivos hidropónicos son los cultivos de plantas sin utilizar el suelo como sustrato y en donde los elementos minerales, son suministrados entonces, en solución con agua y las fuentes de los mismos son sustancias inorgánicas, de alta solubilidad y compatibilidad entre ellas. En esta modalidad de cultivo, las plantas pueden crecer en agua o usando un sustrato inerte, como agua, arena, piedras, cascarilla, grabas, escoria Thomas, icopor, etc. Por consiguiente, la raíz puede estar desnuda, o sumergida en agua o dentro de un sustrato²⁶.

4.5.1 CEREALES UTILIZADOS

Según Hernández²⁷, los cereales lo constituyen un grupo de plantas: las gramíneas, se caracterizan porque la semilla y el fruto son prácticamente lo mismo: los granos de los cereales. El grano, que constituye el elemento comestible, es una semilla, que contiene proteínas de alto valor biológico, grasas insaturadas ricas en ácidos grasos esenciales y vitamina E y B1.

4.5.1.1 Características del maíz (*Zea mays*). Fernández y Gispert, señalan que, “el maíz, es una planta gramínea anual, de crecimiento rápido y gran capacidad productiva, adaptada a las más diversas condiciones de clima y suelo. Constituye después del arroz y el trigo, el cultivo más importante del mundo en la

²⁵ *Ibid.*, p. 11

²⁶ GUARÍN, A. Javier. Manual de forraje verde hidropónico. [CD_ROM]. Asesorías agroindustriales. Boyacá-Colombia. 2006, p. 10.

²⁷ HERNÁNDEZ, R. M^a. Antonia. Los cereales. En: La nutrición. [On line]. Madrid, España 2000. [Citado noviembre de 2008]. 1. p. Disponible en internet. <http://www.Saludalia.com/vivirsano/nutricion/loscereales.htm>

alimentación humana y animal. Sus granos constituyen un alimento energético típico, debido a que son ricos en carbohidratos, principalmente almidón”²⁸.

En la Tabla 4, se aprecia la composición de nutrientes en el grano.

Tabla 4. Composición del grano de maíz y sus principales fracciones.

Fracción	Almidón	Proteínas	Grasas	Azúcar	Cenizas	Otros
Grano completo	71	10	4.5	1.7	1.4	11.4
Endospermo (82.6%)	88	8	0.8	0.5	0.3	97.7
Embrión (11.1%)	8	18	3.5	10.5	10.6	80.6

Fuente: Fernández y Gispert, 2002

4.5.1.2 Características de la cebada (*Hordeum vulgare*). Córdova y Ramírez, afirman que:

Es considerada una de las plantas agrícolas más antiguas, la cultivaban ya las antiguas civilizaciones egipcia, griega, romana y china. En la actualidad ocupa el cuarto lugar en volumen de producción de cereales, después del arroz, el maíz y el trigo. Como otros cereales, la cebada contiene una elevada proporción de hidratos de carbono (67%) y proteínas (12,8%). La cebada tiene un alto contenido de fibra; en los últimos años su consumo ha decrecido y ha pasado a utilizarse básicamente como comida para animales o producción de cerveza y whisky. La cebada entera es la que aporta un contenido nutricional más alto; varios de sus subproductos como, la paja y el heno tienen valor alimenticio en dietas para animales²⁹.

²⁸ FERNÁNDEZ, G. Jesús y GISPERT, Carlos. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Océano, grupo editorial s.a. Barcelona-España. 2002, p. 309. ISBN. 84-494-1411-3

²⁹ CÓRDOVA, G. Jorge y RAMÍREZ, C. Piero. Actividad agrícola: la cebada. [On line]. Lima. 2006. [Citado noviembre de 2008]. p. 2. Disponible en internet: <http://www.monografias.com/trabajos35/la-cebada/la-cebada.shtml>.

Según Rodríguez³⁰ El contenido de lípidos es muy bajo y aporta minerales como son, hierro, fósforo, magnesio y zinc, vitaminas como tiamina y niacina seguida por ácido fólico y pantoténico, además proveen carbohidratos en especial almidón. En la tabla 5 se encuentran los principales componentes del grano de cebada.

Tabla 5. Composición nutricional del grano de cebada

Nutriente (100 g)	Cantidad
Proteína	12,5 g
Grasa	2,1 g
Grasas saturadas	0,5 g
Grasas monoinsaturadas	0,3 g
Grasas polinsaturadas	1,1 g
Carbohidratos	69,3 g
Fibra	4 g
Energía	354 Kcal
Calcio	33 mg
Magnesio	133 mg
Hierro	6 mg
Sodio	12 mg
Potasio	452 mg
Fósforo	264 mg
Vitamina A	22 UI
Vitamina C	0
Vitamina E	0,6 mg
Acido fólico	50 mg

Fuente: Córdova y Ramírez. Lima, 2006

4.5.2 Forraje hidropónico. Izquierdo, afirma que:

El forraje hidropónico es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. Siendo un forraje, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. En la práctica, el forraje hidropónico, consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior

³⁰ RODRÍGUEZ, G. Elena. Catálogo de propiedades nutrimentales, nutracéuticas y medicinales de cebada [On line]. Secretaría de desarrollo rural. Puebla. México. 2007. [citado agosto de 2008]. p. 10. Disponible en Internet: <http://www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/CadenasAgropecuarias/docs/303148.235.138.1308-08-2007cebada%20medicinal.pdf>

crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia de suelo; usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo³¹.

El mismo autor señala que:

La producción del forraje hidropónico, es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua. Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Woodward produjo germinaciones de granos utilizando aguas de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos, así como la composición del forraje resultante³².

Al respecto, Guarín manifiesta que:

El forraje hidropónico, es el cultivo de cereales en una unidad denominada cabina hidropónica, con muy buena iluminación y riego automatizado, en bandejas plásticas o de fibra de vidrio colocadas en unas estanterías de metal o madera, que producen alimento fresco y de muy buena calidad los 365 días del año, para ser suministrado a diferentes especies animales³³.

Tarrillo, afirma que:

El forraje hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales, el cual se desarrolla en un período de 10 a 12 días, captando energía del sol y asimilando los minerales contenidos en una solución nutritiva. El proceso de obtención esta comprendido dentro de un concepto nuevo de producción, ya que no se requiere grandes extensiones de tierras,

³¹ IZQUIERDO, Juan. Manual técnico de forraje verde hidropónico. [On line]. FAO. Santiago de Chile. 2002, [citado diciembre 6 de 2007]. p. 3. Disponible en Internet: <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/forraje.htm>

³² *Ibíd.*, p. 1

³³ GUARÍN, A. Javier. *Op.cit.*, p. 11.

periodos largos de producción ni formas de conservación y almacenamiento, siendo un forraje de alta calidad superior a otros forrajes³⁴. (Tabla 6)

Tabla 6. Comparación del forraje hidropónico con otros forrajes

Nutriente (%)	Forraje Hidropónico	Forraje de Alfalfa	Forraje de Maíz
Proteína	19.4	18.4	8.8
Energía NDT	75	60	70
Grasa	3.15	2.14	1.9
Digestibilidad	90	65	60

Fuente: Tarrillo, O. 1999

4.5.3 Ventajas del forraje hidropónico. Son aspectos de relevada importancia en la producción de forraje hidropónico, las cuales deben considerarse al momento de implementarse un sistema de producción hidropónico, encaminado a obtener los mejores resultados en calidad, cantidad y costo de producción.

4.5.3.1 Valor nutricional. Izquierdo, señala que:

Su alto valor nutritivo lo obtiene debido a la germinación de los granos, en general, el grano contiene una energía digestible algo superior (3.300 Kcal/kg) que el forraje hidropónico (3.200 Kcal/kg). Sin embargo los valores reportados de energía digestible en forraje hidropónico son ampliamente variables. En el caso particular de la cebada (Tabla 7) se aproxima a los valores encontrados para el alimento comercial especialmente por su alto valor energético y apropiado nivel de digestibilidad³⁵.

Carballido, afirma que, “los costos de las raciones están dados por el componente que aporta el mayor contenido de proteínas, y con base en el forraje hidropónico,

³⁴ TARRILLO, O. Hugo. Forraje verde hidropónico, forraje de alta calidad para alimentación animal. [On line], Lima. Perú, 1999. [citado diciembre 4 de 2007], p. 1. Disponible en Internet: <http://www.forrajehidroponico.com>

³⁵ IZQUIERDO, J. Op.cit., p. 9

se aporta una proteína de bajo costo, cabe destacar que, posee una buena cantidad de vitamina E y valores altos de pro vitamina A³⁶. Tabla 8

Tabla 7. Comparación entre las características del forraje hidropónico de cebada y otras fuentes alimenticias

Parámetro	Forraje Hidropónico de Cebada	Alimento comercial	Heno	Paja
Energía Kcal. kg/MS	3.216	3.000	1.680	1.392
Proteína cruda %	25	30	9,2	3,7
Digestibilidad %	81,6	80	47,00	39
Kcal. Digestible/kg	488	2,160	400	466
Kg Proteína Digestible/Tm	46,1	216	35,75	12,41

Fuente: Sepúlveda, Raymundo 1994

4.5.3.2 Producción en espacio reducido. Tarrillo, afirma que:

El sistema permite una siembra de alta densidad: 5 kg de semilla/m². Esta producción se realiza en bandejas colocadas en estantes, por ejemplo en un invernadero con 480 bandejas, donde se logra producciones de 500 kg/día, requiere un área total de 75 m², esto equivale a 182 500 kg de forraje fresco al año, si comparamos esta área a la requerida para producir alfalfa; en un campo agrícola; y considerando un rendimiento de 60 000 kg/ha de alfalfa al año. Entonces un invernadero de 75 m² para la producción de forraje hidropónico equivaldrá a 3 hectáreas de terreno agrícola para la producción de alfalfa (30 000 m²)³⁷.

4.5.3.3 Menor inversión. Según Guarín³⁸, los costos en la producción de forraje hidropónico se disminuyen considerablemente cuando se aprovecha al máximo las

³⁶CARBALLIDO, C. Daniel. Forraje verde hidropónico. Artículos silvoagropecuarios, hidroponía. [Online]. Agosto 5 de 2005. [última revisión febrero 11 de 2007]. [citado diciembre 7 de 2007]. p. 4. Disponible en Internet: <http://www.usuarios.Lycos.es/forrajehidropónico>.

³⁷ TARRILLO, O. Hugo. Op.cit., p. 2

³⁸ GUARÍN, A. Javier. Op. cit., p. 15

instalaciones con las que se cuenta en la finca, como galpones abandonados, bodegas, garaje...etc.

Tabla 8. Análisis proximal de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*) y cebada (*Hordeum vulgare*)

Componente	Forraje hidropónico de maíz	Forraje hidropónico de cebada
Materia seca	21, 5%	20%
Proteína	18,8%	19,4%
Ceniza	2,79%	5,32%
Extracto Etéreo	3,89%	3,2%
Fibra cruda	17,98%	29,32%
E.N.N	56,54%	58,4%
Calcio	0,14%	0,11 %
Fósforo	0,48	0,30%
Magnesio	0,145 %	-
Hierro	213 ppm	-
Zinc	35,0 ppm	-
Manganeso	310 ppm	-
Caroteno	24,9 UI/kg	-
Vitamina E	26,3 UI/kg	26,3 UI/kg
Vitamina A	4,8 mg/kg	25,1mg/kg
Vitamina C	45 mg/kg	154 mg/kg
Energía Metabolizable (Kcal/kg)	3.216	3.285

Fuente. Carballido c. (Modificado 2008)

Izquierdo, manifiesta que:

Las inversiones necesarias para producir dependerán del nivel y de la escala de producción. El análisis de costos de producción, revela que considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla), se considera una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores, por su significativo bajo nivel de costos fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes; al no

requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente³⁹

Carballo⁴⁰, Considera, que otras de las ventajas que traen los germinados son:

- ✓ Sirve para toda clase de animales: caballos, vacas, chivos, borregos, gallinas, conejos, cerdos, etc.
- ✓ Se puede producir durante todo el año
- ✓ Requiere poca agua
- ✓ De bajo costo
- ✓ Tiene un valor nutritivo muy alto
- ✓ Buena palatabilidad

En la estación piscícola “La Clariza”, se han utilizado los germinados hidropónicos de maíz, como alternativa de alimentación esporádica, en las especies piscícolas que se cultivan, observándose un alto grado de aceptación al consumo de este alimento, sin embargo no se ha determinado los rendimientos en los parámetros zootécnicos*.

4.5.4 Desventajas. Marulanda e Izquierdo⁴¹, consideran que una de las principales desventajas identificadas en un sistema de producción de forraje hidropónico es la falta de conocimientos, lo que ha ocasionado el fracaso, al implantar este sistema, propiciando la sobrevaloración y desinformación de la tecnología.

4.5.5 Producción de germinados hidropónicos. Guarín afirma que:

El grano utilizado para la producción es sometido a un proceso de pregerminación, en el cual se debilita el pericarpio de la semilla y se rompe la

³⁹ IZQUIERDO, J. Op.cit., p. 9

⁴⁰ CARBALLO, M. Carlos. Op- cit., p.16

*ENTREVISTA, con Oscar Cabal Muriel, Estación Piscícola “La Clariza”, Mocoa Putumayo. Enero de 2008

⁴¹ MARULANDA, C. e IZQUIERDO, J. Manual Técnico: La Huerta Hidropónica Popular. [On line].FAO-PNUD. Santiago, Chile.1997, [Citado noviembre de 2008]. p. 8. Disponible en internet: <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/forraje.htm>

quiescencia o dormancia, esto se logra sumergiendo la semilla en agua durante 24 horas, antes de colocarla en las bandejas de producción, donde permanecerán por un periodo de 8 días aproximadamente, momento en el cual se cosecha un tapete con raíces, semillas y follaje, con una altura que varía de acuerdo al piso térmico donde nos encontremos, en clima calido logramos en ocho días alturas de 43 y 45 cms. y con un nivel proteico del 23% aproximadamente y un alto contenido de minerales y vitaminas. En clima medio alturas entre 30 y 40 cm. y en clima frío alturas entre 25 y 35 cm.⁴²

Al respecto Izquierdo, señala que:

Los métodos de producción, cubren un amplio espectro de posibilidades y oportunidades. Existen casos muy simples en que la producción se realiza en franjas de semillas pre-germinadas colocadas directamente sobre plásticos en el piso de 1 m de ancho (túneles de plástico), dependiendo de las condiciones del clima, invernaderos en los cuales se han establecido bandejas en pisos múltiples obteniéndose varios pisos de plantación por metro cuadrado; galpones agrícolas (por ejemplo: criaderos de pollos abandonados); hasta métodos sofisticados conocido como: "Fábricas de forraje" donde, en estructuras "container" cerradas, totalmente automatizadas y climatizadas, la obtención se da partir del trabajo de un operario que sólo se remite a sembrar y cosechar mientras que todos los demás procesos y controles son realizados en forma automática⁴³.

Según el mismo autor⁴⁴, independiente del sistema o nivel de producción, el proceso a seguir para obtener una buena producción, debe abarcar actividades como, selección de semilla, lavado, hidratación, escurrido pregerminación, siembra y cosecha.

⁴² GUARÍN, A. Javier. Op.cit., p. 11

⁴³ IZQUIERDO, J. Op.cit., p. 2.

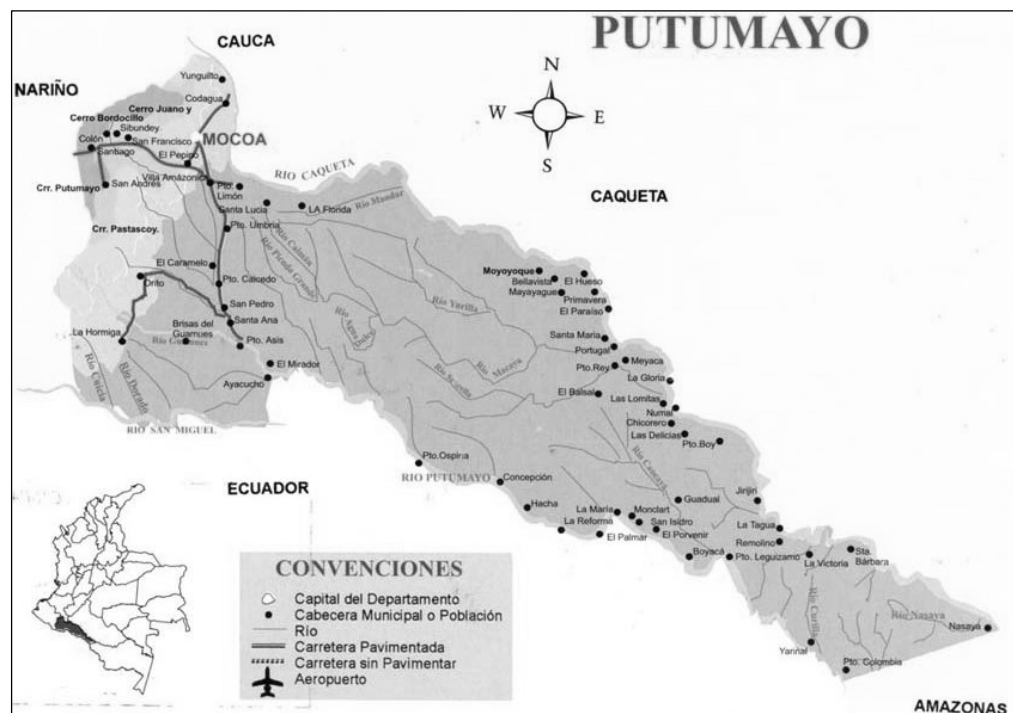
⁴⁴ *Ibíd.*, p. 2

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo se realizó en la estación piscícola y vivero forestal “La Clariza”, ubicada en la vereda las Planadas en el Km. 4 del Municipio de Mocoa, vía a Pasto, con una temperatura ambiente promedio de 25°C, altura de 595 msnm, precipitación anual de 4241 mm/año y humedad relativa de 89.1%.⁴⁵ Figura 2.

Figura 2. Mapa localización Municipio Mocoa



Fuente: PBOT Municipio Mocoa. 2006

⁴⁵ PBOT, Alcaldía municipal, Mocoa Putumayo.2006

5.2 INSTALACIONES

Se utilizaron tres estanques excavados en tierra, con una dimensión de 10 metros de ancho por 20 metros de largo y una profundidad promedio de 0,85 metros, para un espejo de agua de 200 m².

Los estanques se limpiaron y adecuaron, realizando divisiones con malla metálica, enterrada al piso del estanque sobre cuatro postes de madera y sostenida con alambre de amarre galvanizado a estacas en madera. Figura 3.

Figura 3. Limpieza de estanque



El sistema de suministro de agua para cada estanque y cada división, estuvo conformado por manguera de 2 pulgadas, hasta la entrada del estanque y en cada división se colocó una reducción en manguera de 1 pulgada, terminando en tubo de PVC de ½ pulgada, lo que garantizaba las condiciones de homogeneidad en el suministro de agua a cada tratamiento y réplica por tratamiento. Para el desagüe se utilizó un tubo de 4 pulgadas, con codo en “L”.

5.3 MANEJO DE ESTANQUES.

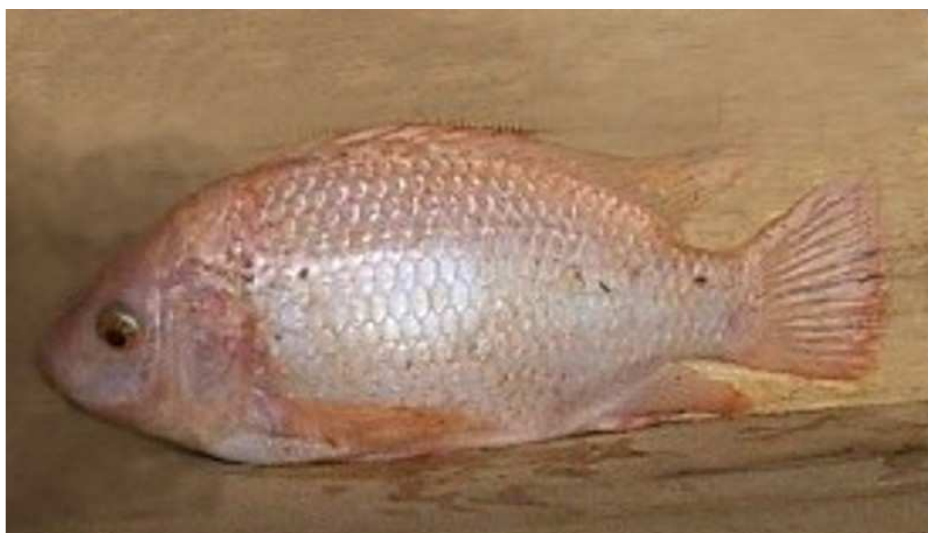
5.3.1 Encalado y fertilización. Como medida profiláctica, los estanques se encalaron, y secaron al sol durante un periodo de cuatro días. Se aplicó cal en dosis de 0.2 kg/m^2 , igualmente para mantener los niveles de producción primaria en los estanques, se aplicó fertilizante químico, triple quince (15-15-15), a razón de 1.5 g/m^2 , cada quince días⁴⁶.

El fertilizante se aplicó diluido en agua por los bordes del estanque, cerrando el flujo de agua por 1 hora.

5.4 EJEMPLARES

Se evaluaron 450 ejemplares de Tilapia roja (*Oreochromis spp*), a razón de 50 ejemplares por réplica, para una densidad de siembra de 0.75 peces/m^2 , con pesos promedio de 151 g y longitudes promedio de 18 cm, en los diferentes tratamientos. Los animales se sometieron a un periodo de adaptación de 10 días. Los animales fueron seleccionados al azar y presentaban similitud en cuanto al color, eran animales reversados sexualmente. Figura. 6

Figura 4. Ejemplar de Tilapia roja (*Oreochromis spp*) utilizado en la evaluación



⁴⁶ TORRES, Q. E. Op.cit., p. 204

5.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Se realizó el análisis bromatológico para determinar la composición nutricional de los germinados de maíz y cebada, en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias (**Anexo D y E**), para establecer la composición de las dietas suplementadas con base en los germinados. Tabla 9.

Tabla 9. Análisis bromatológico de germinado de Maíz (*Zea mays*) y Cebada (*Hordeum vulgare*)

ANALISIS	Hidropónico de Maíz	Hidropónico de Cebada
	% B.S	%B.S
Humedad	-	-
Materia seca	-	-
Ceniza	2,79	5,32
Extracto etéreo	3,89	3,64
Fibra cruda	17,98	29,32
Proteína	18,05	17,10
E.N.N	57,29	44,63
Calcio	0,06	0,12
Fósforo	0,61	0,93
Energía (kcal/100 g)	448	434

Fuente: Laboratorio de bromatología. Universidad de Nariño. 2008

5.6 ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN

5.6.1 Alimento. Se utilizó un alimento comercial con 25% de proteína y 2.237 Kcal./ED/kg, como tratamiento testigo (T1); como T2 y T3 se utilizó germinados hidropónicos; con un período de germinación de 10 días. Las raíces de la planta en desarrollo, al entrelazarse forman un “tapete”, que facilita su cosecha y suministro, esta característica le confiere flotabilidad en el agua a los germinados, logrando permanecer más tiempo disponible para el consumo. Figuras 5 y 6

En la tabla 10, se presenta la composición química del alimento comercial suministrado en la etapa de ceba, y la composición de las dietas con base en

germinados de maíz y cebada, de acuerdo a los tratamientos planteados.

Tabla 10. Composición de dietas con base en alimento comercial y germinado hidropónico de maíz y cebada

NUTRIENTE	T1	T2 (20%)	T3 (30%)
Humedad	13	13	13
Proteína	25	24	23
Fibra	5	8,7	10,6
Grasa	3	3,1	3,2
Ceniza	10	8.8	8,2
ELN	57	55,8	55,2
Energía (Kcal/kg)	2.237	2.564	2.731

Fuente: Laboratorio de bromatología. Universidad de Nariño. 2008

T1 = Alimento comercial (dieta testigo)

T 2 (20 %) = Alimento comercial con sustitución del 20 % de germinados de maíz y cebada

T 3 (30%) = Alimento comercial con sustitución del 30 % de germinados de maíz y cebada.

Los porcentajes de sustitución para cada uno de los germinados en cada ración correspondieron al 50%, es así como para el caso del 20% del T2, el 10% correspondió a maíz y el 10% restante a cebada.

5.6.2 Alimentación. El alimento se suministró durante seis días a la semana y dos veces al día 6 a.m. y 4 p.m., en toda la etapa experimental, la cual tuvo una duración de 60 días. La ración suministrada durante el primer mes se ajustó con base en la biomasa total inicial de los peces; suministrando el 3% del peso vivo y luego se disminuyó durante el segundo mes al 2%, de acuerdo con lo sugerido por Torres⁴⁷.

Las dietas con base en germinados hidropónicos y alimento comercial, se suministraron en dos raciones, en la mañana los germinados, en forma de forraje

⁴⁷ TORRES, Q. E. Op. cit., p. 202

verde, en cantidad correspondiente al nivel de reemplazo de la dieta diaria y en la tarde el alimento comercial; completando la cantidad total de la ración diaria, ajustada de acuerdo a la biomasa por tratamientos.

Los animales fueron sometidos a un día de ayuno a la semana, durante el tiempo de evaluación.

Figura 5. Formación del colchón proteico en cebada



Figura 6. Formación del colchón proteico en maíz



5.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño irrestricto al azar (DIA), conformado por tres tratamientos con 150 peces cada uno y tres réplicas por tratamiento, para un total de 450 unidades experimentales. Para evaluar los distintos tratamientos se realizaron análisis de varianza para las variables, incremento en peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y longitud total.

El modelo estadístico aplicado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta de la unidad experimental i que recibe el tratamiento j .

μ = Media general del experimento

T_j = Efecto del tratamiento

E_{ij} = Variación debida a factores no controlados, es decir, el error experimental para un número igual de réplicas

5.8 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

No hay diferencias estadísticas significativas en las variables evaluadas, las medias de los tratamientos son iguales

Hipótesis alterna

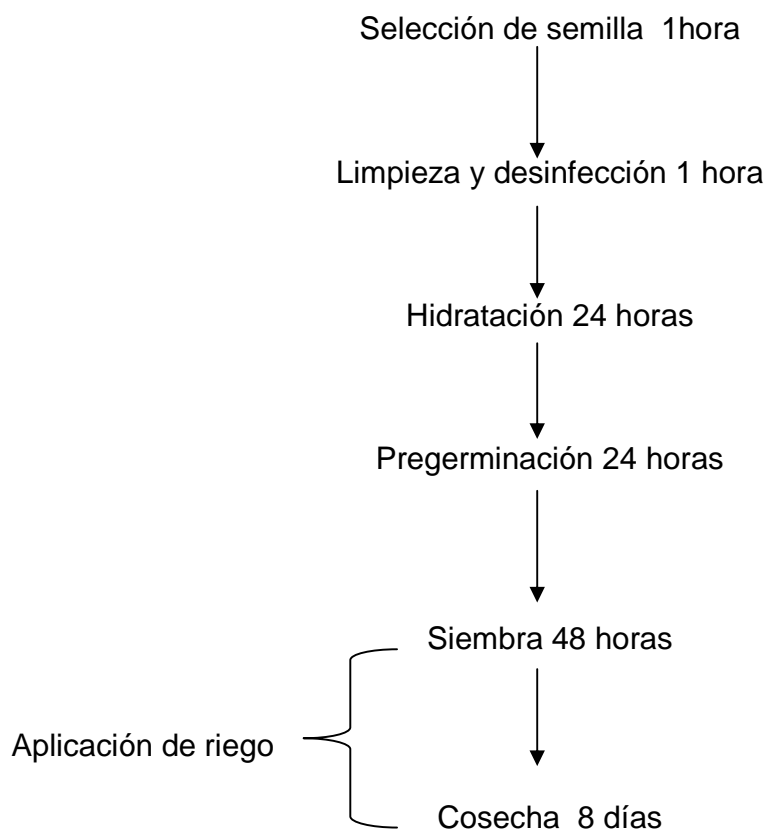
$$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

La media de los tratamientos no es igual; por lo tanto, al menos una, muestra diferencias estadísticas significativas en los promedios de las variables evaluadas.

5.9 PRODUCCIÓN DE GERMINADOS

En la figura 7, se presenta el diagrama de flujo para la producción de forraje hidropónico con base en lo señalado por Guarín⁴⁸.

Figura 7. Diagrama de flujo para producción de forraje hidropónico



⁴⁸ GUARÍN, A. Javier. Op.cit., p. 11

5.10 VARIABLES EVALUADAS

5.10.1 Incremento en peso. Se calculó por diferencia de la biomasa registrada al inicio y la obtenida al final del periodo experimental, por réplica y tratamiento; con base en los registros establecidos y aplicando la siguiente fórmula, según lo señalan Castillo y Maya⁴⁹, para evaluar esta variable.

$$IP = Wf - Wi$$

Donde:

IP = Incremento de peso (g)
Wf = Peso final (g)
Wi = Peso inicial (g)

5.10.2 Consumo de alimento. Se determinó mediante la suma total del alimento suministrado diariamente por réplica y tratamiento, durante el periodo experimental.

5.10.3 Conversión alimenticia aparente. Se calculó con base en el alimento suministrado y el incremento en peso al final del ensayo, por cada réplica y tratamiento; aplicando la siguiente fórmula:

$$C.A.A = \frac{A.S}{I.P}$$

Donde:

C.A.A = Conversión Alimenticia Aparente
A.S = Alimento suministrado (kg)
I.P = Incremento de peso (kg)

⁴⁹ CASTILLO, C. N. y MAYA, T. C. Op.cit., p. 56

5.10.4 Mortalidad. Se calculó con base en cantidad de animales muertos durante el periodo experimental, expresado en porcentaje, mediante la ecuación:

$$M = \frac{AM}{TA} \times 100$$

Donde:

M = Mortalidad
AM = Número de animales muertos
TA = Número total de animales

La mortalidad en los peces, esta dada en el número de animales muertos que se observan y se pueden contabilizar durante el periodo de producción *

5.10.5 Análisis parcial de costos. En el análisis parcial de costos se consideró el valor de los costos fijos y los costos variables, para establecer la relación beneficio costo y determinar los costos de producción, con base en la siguiente ecuación:

Costo total = Costos fijos + costos variables

Relación B-C = $\frac{IT}{CT}$

Donde:

IT = Ingreso total
CT = Costo total

5.10.6 Producción estimada. Se determinó con base en los resultados obtenidos en la biomasa total por tratamiento y por unidad de área, al final del periodo experimental. Su estimación se realizó aplicando la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{B.t}{A} \times N.c \times 10.000 \text{ m}^2$$

* ENTREVISTA con Álvaro J. Burgos Arcos, Coordinador Programa Ingeniería en Producción Acuícola, Universidad de Nariño, Marzo de 2009

Donde:

PE = Producción estimada (kg)
B.t = Biomasa total (Kg)
N.c = Numero de ciclos/año
A = Área (m²)

6. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 CONSUMO DE ALIMENTO

El análisis de varianza (**Anexo F**), determinó que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$), lo cual significa que las raciones que incluían germinados hidropónicos, presentaron un comportamiento similar al testigo, en cuanto a consumo. El consumo de las raciones, nos permite aseverar que hubo aceptación por parte de los animales a las dietas evaluadas. Figura 8.

El consumo de alimento está relacionado con el suministro de raciones, calculando la cantidad con base en la biomasa total por réplica y tratamiento; es así como el tratamiento T1, reportó un consumo promedio de 11,4 kg, seguido del T2 con 10,5 kg y por último el T3 con 9,8 kg. Tabla 11.

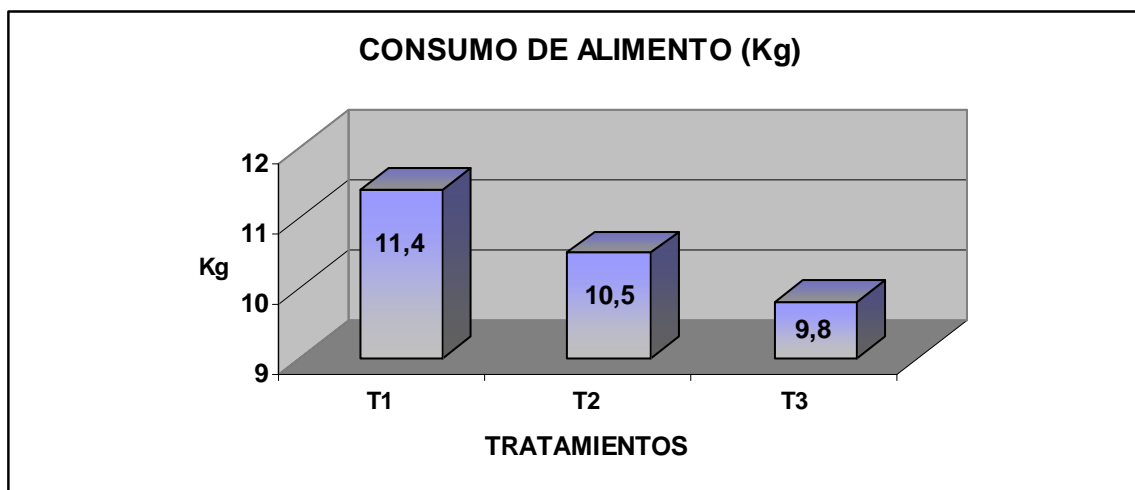
Afirmación corroborada por Tapia y Vergara⁵⁰, quienes señalan que el consumo de alimento esta influenciado por el incremento de peso en el pez, es decir que existe una relación directa entre la cantidad de alimento a suministrarse y la cantidad de biomasa presente.

Tabla 11. Consumo de alimento total por réplicas y tratamientos

RÉPLICAS	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
R1	9.1	11.5	7.5
R2	14.3	12.1	13.4
R3	10.8	7.8	8.5
Promedio	11.4	10.5	9.8

⁵⁰ TAPIA, S. Angélica y VERGARA, R. Víctor. Efecto de la relación proteína a energía digestible en un policultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp*) - camarón gigante de malasia (*Macrobrachium rosenbergii*) en la fase de alevinaje. [On line]. Perú, 2002. [Citado marzo de 2008], p. 2. Disponible en internet: <http://www.mispecies.com/reportajes>.

Figura 8. Consumo de alimento.



6.2 INCREMENTO EN PESO

El análisis de varianza (**Anexo G**), para el incremento en peso determinó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P > 0.01\%$). En la tabla 12 se consignan los resultados obtenidos para el incremento en peso promedio por tratamiento, durante la etapa experimental.

La prueba de Tukey (**Anexo H**), determinó que el T1, con 110,9 g de incremento en peso, reportó diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05\%$ y 0.01%), con respecto al T2 con 72,4 g y al T3 con 62,47 g, sin embargo entre el T2 y T3 no se presentaron diferencias estadísticas significativas, ($P < 0,05\%$). Figura 9.

Tabla 12. Incremento de peso promedio por réplicas y tratamientos

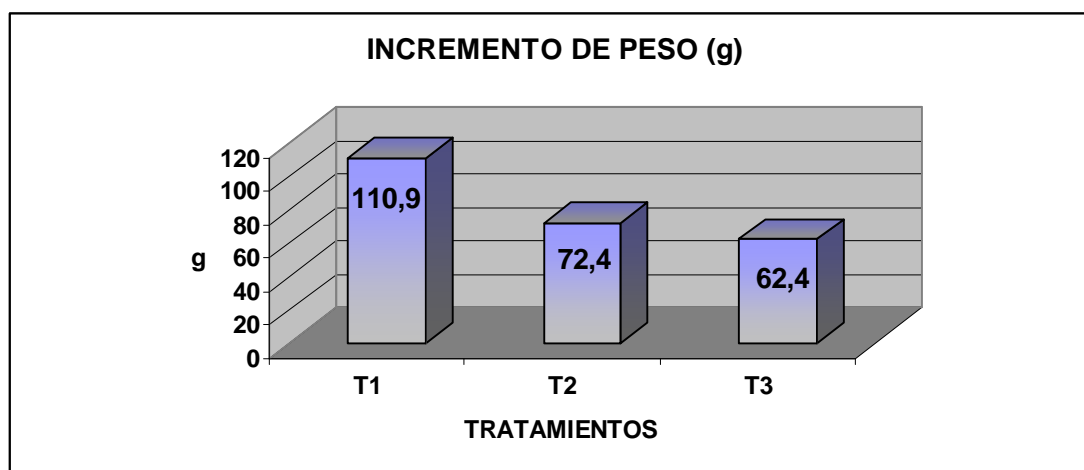
RÉPLICAS	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
R1	90.2	66.9	51
R2	135.5	88	76.5
R3	107	62.3	59.9
Promedio	110.9	72.4	62.4

Los resultados de los incrementos en peso en los tratamientos, podrían verse afectados por las diferencias en el nivel de proteína, de cada una de las dietas suministradas en cada tratamiento; T1 (25%), T2 (23,6%) y T3 (22,8%), sin embargo, este desbalance se puede compensar con el nivel de producción natural del estanque, afirmación que es corroborada por Pokniak⁵¹ y Meyer⁵², quienes señalan que el agua del cultivo puede contribuir a completar los requisitos nutricionales del pez.

Al respecto, Popma y Green, señalan, que, "con una mayor contribución del alimento natural se puede reducir parte de algunos nutrientes; como parte de la proteína, vitaminas y minerales, en las dietas para la tilapia, alcanzando rendimientos satisfactorios con dietas del 25% en proteína, en sistemas semi-intensivos de cultivo de tilapia"⁵³; equiparables a los rendimientos obtenidos en esta investigación con la dieta testigo, tratamiento T1.

Así el NRC⁵⁴, demostró que entre los factores que modifican el requerimiento proteico en los peces está, entre otros, la existencia de alimento natural presente en el agua y el manejo de la alimentación y del cultivo.

Figura 9. Incremento en peso en g



⁵¹ POKNIAK, R. José. Op.cit., p. 1

⁵² MEYER, E. Daniel. Nutrition ana feeding. [On line]. s.f. [citado marzo de 2008], p. 7. Disponible en Internet: ag.arizona.edu/azaqua/ista/Markets/Meyer%20nutrition%20and%20feeding.ppt

⁵³ POPMA Y GREEN. Op.cit., p.16

⁵⁴ NRC, Op, cit., p. 57

Sin embargo Sandoval⁵⁵, señala que, comparando diferentes niveles de proteína (25 y 30%) en la dieta y diferentes niveles de alimentación de la biomasa (1, 2, 3%) se pudo comprobar que no existían efectos en el crecimiento por el mayor contenido de proteína (30%), sino por que estaban dados por los niveles de alimentación de la biomasa, para ese estudio, los mejores resultados fueron obtenidos con proteína del 25% y alimento al 2% de la biomasa.

No obstante, al registrarse consumos de alimento estadísticamente iguales, y presentar contenidos de proteína similares, el tratamiento T1, reportó incrementos en peso superiores con respecto a los dos tratamientos con suplementación de germinados hidropónicos, estos resultados se atribuyen probablemente a la calidad de los nutrientes presentes en la dieta testigo, el balance nutricional apropiado, en comparación con los aportados por las dietas que incluían germinados.

Al respecto Sandoval⁵⁶, menciona que no basta con que la proteína u otro elemento se encuentren en altos porcentajes en el alimento (o en sus insumos), sino que debe ser digerible para que pueda ser asimilado y en consecuencia, aprovechado en los diferentes procesos fisiológicos por el organismo que lo ingiere.

Igualmente los niveles de fibra en las dietas con suplemento, posiblemente contribuyeron a que se presentaran bajos incrementos en peso para estos dos tratamientos (T2 y T3), puesto que según lo señala Sandoval⁵⁷, la digestibilidad de la energía se ve afectada por el nivel de fibra en la ración, ya que según el NRC, el máximo valor de inclusión en dietas para peces es del 6 %.

Los resultados obtenidos, son similares a los reportados por Furuya et al⁵⁸, citados por Sandoval, quienes determinaron con respecto al nivel de fibra, que al incluir

⁵⁵ SANDOVAL, M. Luís E. Proteína ideal. [On line]. Colombia. 2007, [citado marzo 10 de 2008]. p. 3. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos53/proteina-tilapia-nilo/proteina-tilapia-nilo.shtml> .

⁵⁶ *Ibíd.*, p. 14

⁵⁷ *Ibíd.*, p. 16.

⁵⁸ FURUYA et al. Niveles de inclusión de harina de girasol en la alimentación de la tilapia del nilo (*oreochromis niloticus*), en etapa Juvenil, citado por SANDOVAL, M. Luís E. Proteína ideal. [On

niveles de torta de girasol, en la alimentación de tilapia nilótica, a pesar de ser un buen alimento, presentaba dos limitaciones básicas: el bajo contenido de lisina y el alto nivel de fibra. En los resultados los investigadores evidenciaron bajas en el crecimiento y una disminución en la tasa de eficiencia proteica con el aumento en el nivel de fibra.

Así mismo, la relación P/ED obtenidas en los tratamientos evaluados T1 (111,7 mg/kcal), T2 (91,6 mg/kcal) y T3 (83,1mg/kcal), el T1, balanceado comercial, se encontró dentro de los límites establecidos por Popma y Lovshing⁵⁹, citados por Sandoval, quienes sostienen que el rango óptimo de P/ED va de 107,52-112,35 mg/Kcal, por lo tanto el balance impropio de los otros tratamientos llevó a obtener resultados bajos en los incrementos de peso, comparados con el T1, que coincide con lo afirmado por Toledo⁶⁰, sobre el balance proteína/energía digestible (PB/ED) en la dieta, considerado fundamental para lograr un máximo crecimiento y eficiencia alimentaria, determinando también la composición química del filete.

6.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE

En esta variable, el tratamiento T1, con 2:1, reportó el mejor índice de conversión alimenticia aparente, comparado con las dietas de los tratamientos T2, con 2,91:1 y T3, con 3,12:1, valores que están directamente relacionados con el consumo de alimento y los incrementos en peso de cada uno de los tratamientos. Tabla 13.

Se observa que el tratamiento que recibió mayor cantidad de alimento, fue en consecuencia el que mejor aprovechamiento de nutrientes presentó, reportando el mejor valor de conversión alimenticia.

Sin embargo el análisis de varianza para esta variable (**Anexo I**), reportó diferencias estadísticas significativas ($0,05\% < P < 0,01\%$), entre los tratamientos, lo que significa que el comportamiento de las dietas con base en niveles de

line]. Colombia. 2007, [citado marzo 10 de 2008]. p. 8. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos53/proteína-tilapia-nilo/proteína-tilapia-nilo.shtml> .

⁵⁹ POPMA, T.J. y LL. Lovshin. Worldwide Prospect for Commercial Production of Tilapia. Research and Development. Citado por SANDOVAL, M. Luis E. Proteína ideal. [On line]. Colombia. 2007, [citado marzo 10 de 2008]. p. 9. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos53/proteína-tilapia-nilo/proteína-tilapia-nilo.shtml> .

⁶⁰ Op. cit., p. 9

germinados de maíz y cebada, es diferente al balanceado comercial, en su composición nutricional.

Tabla 13. Conversión alimenticia aparente por réplicas y tratamientos

RÉPLICAS	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
R1	2.01	3.46	2.98
R2	2.12	2.76	3.52
R3	2.03	2.51	2.86
Promedio	2.06	2.91	3.12

La prueba de Tukey (**Anexo J**), determinó diferencias estadísticas significativas ($P > 0,01\%$), al realizar la comparación, entre los tratamientos T3 y T1, T2 y T1, pero para los tratamientos T3 y T2, no se presentaron diferencias estadísticas.

Las diferencias del tratamiento testigo T1, con las dietas que incluían germinados hidropónicos, se debieron posiblemente a la calidad de los nutrientes aportados por las materias primas presentes en las dietas del T2 y T3 y al balance impropio de nutrientes, lo cual incidió en forma negativa en los incrementos de peso y en la conversión alimenticia aparente. Figura 10.

Al respecto, Bastidas y Espinosa, citados por Araujo y Narváez, señalan que: “es importante tener en cuenta que parte de la eficiencia alimenticia la determina el alimento, sobre todo por la calidad de las materias primas, puesto que los aportes nutricionales determinan su aprovechamiento⁶¹.”

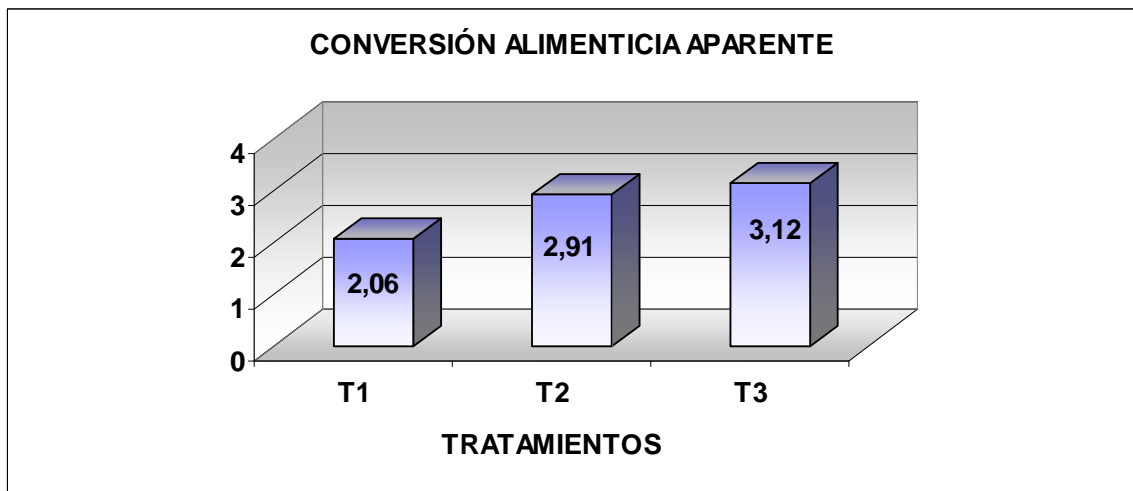
En este sentido, para Cabrera et al⁶², la proteína de origen vegetal posee menor balance nutricional, debido posiblemente a la presencia de metabolitos

⁶¹ BASTIDAS, Carlos y ESPINOSA, Jonson. Evaluación de diferentes niveles de trigo (*Triticum vulgare*), en la alimentación de pollos de engorde, citado por ARAUJO, R. María Fernanda y NARVÁEZ, C. Diana M. Valoración de las harinas de zarza (*Mimosa alvida*) y ortigo (*Urera sp.*), en levante y ceba de cuyes. Pasto. 2008. p. 63. Trabajo de grado (Zootecnistas). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

⁶² CABRERA, B. Tomás, MILLAN, Q. José y ROSAS, C. Jesús. Tres experiencias de cultivo de tilapias en la isla de margarita, Venezuela. [On line]. Rev. Zootecnia tropical. Vol. 16 No 1, Venezuela, 1998. [citado marzo 7 de 2008]. p. 127.145. Disponible en Internet: www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt1601/texto/isla.htm - 56k

secundarios de las plantas, niveles inapropiados de nutrientes, especialmente aminoácidos y niveles altos en fibra, lo que disminuye la aceptabilidad del alimento.

Figura 10. Conversión alimenticia



Los índices de conversión alimenticia, presentaron un comportamiento similar a los incrementos de peso, en donde se puede apreciar que los tratamientos que recibieron los suplementos con base en germinados hidropónicos, T2 y T3, no presentaron diferencias estadísticas.

Los resultados generales de la investigación, permiten inferir, que los tratamientos con base en germinados hidropónicos, presentaron resultados no satisfactorios, debido a que las dietas contenían un nivel elevado en fibra, la cual imposibilita que haya una mejor digestión y absorción de nutrientes en el tracto gastrointestinal.

En este sentido Araujo y Narváez, menciona que: “El tiempo de estancia de un alimento en el canal gastrointestinal, depende del estado fisiológico del animal, además de la estructura y consistencia del alimento, al igual que el nivel de fibra ingerido”⁶³

⁶³ ARAUJO, R. María Fernanda y NARVÁEZ, C. Diana Marcela. Valoraciones de Zarza (*Mimosa albida*) y Ortigo (*Ureara sp.*) en levante y ceba de cuyes (*Cavia porcellus*). Pasto. Colombia. 2008. p. 65. Trabajo de grado (Zootecnistas). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia.

Igualmente, Marrero menciona que: “La fibra insoluble de los alimentos puede acelerar la velocidad de tránsito intestinal, esta aceleración disminuye el tiempo disponible para la digestión y absorción de nutrientes, por lo que se supone, restringe la utilización de los nutrientes”⁶⁴

Esto nos permite manifestar, que la baja tasa de conversión alimenticia al igual que los bajos rendimientos en peso, se debieron posiblemente a que la proteína de las dietas con base en germinados hidropónicos (tratamientos T2 y T3), se torna poco digestible debido a los altos contenidos en el nivel de fibra.

A este respecto Furuya et al, señalan que niveles superiores al 6% en el nivel de fibra, afectan la conversión alimenticia y la tasa de eficiencia proteica, los cuales pueden estar relacionados con una reducción en la digestibilidad de la proteína, por el aumento en los niveles de fibra de las dietas⁶⁵.

6.4 MORTALIDAD

Según García⁶⁶, la mortalidad en un cultivo, refleja que existe algún factor que afecta el normal desarrollo de los peces y puede estar relacionado con la densidad de siembra, deficiencias en la cantidad o calidad del alimento o problemas en la calidad del agua que se está empleando.

El porcentaje de mortalidad durante la etapa experimental se estableció en 2%, valor considerado relativamente bajo dado que las muertes ocurridas, no se debieron a condiciones de manejo, ni al efecto por consumo de la dieta suministrada, se debió posiblemente, al embate de un ave depredadora, común en la zona denominada “Martín pescador” (*Alcedo atthis*), por cuanto en la supervisión diaria se observó la presencia de esta ave. Figura 11.

⁶⁴ MARRERO, A. Propiedades físicas de la fibra dietética. Cuba. 1998. p. 16. Universidad Agraria de la Habana Cuba-

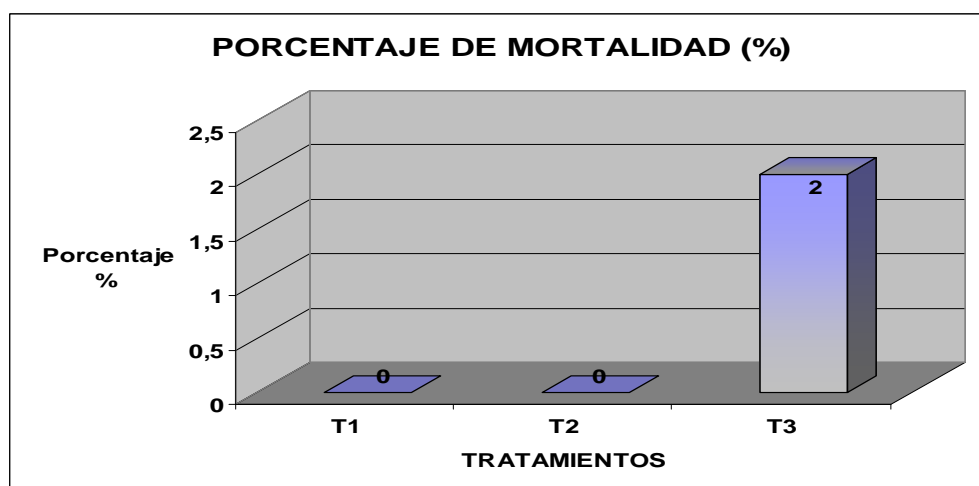
⁶⁵ Furuya et al, Op cit., p, 5

⁶⁶ GARCÍA, Amparo. Recomendaciones para el manejo de estanques piscícolas. [On line]. México, s.f. [citado marzo de 2009], p. 5. Disponible en internet: <http://www.piscicolaagualinda.com>

Al respecto Mora *et al*⁶⁷, coinciden en destacar que ante la ausencia de hurtos, la mortalidad esperada se encuentra entre un 2 y 3% para cultivos de tilapia en estanques en tierra, iguales a los resultados obtenidos en esta investigación.

Para Rodríguez, *et al*⁶⁸, la mortalidad se asocia con la densidad de siembra debido a la acumulación de desechos tóxicos que es bastante mayor a densidad más elevada, mientras que en densidades bajas no es tan alta; igualmente las densidades altas afectan el desarrollo haciendo mas lento el crecimiento.

Figura 11. Porcentaje de mortalidad



6.5 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

⁶⁷ MORA, J., BERECIARTU, G.; GARRIDO, A. Y TORRES, N. Engorde de tilapia roja e híbridos de cachamas para el aprovechamiento de reservorios acuáticos en plantaciones de caña de azúcar en la región centro-occidental de Venezuela. Venezuela, 1997. [On line]. En: IV Encuentro Nacional de Acuicultura. [citado octubre de 2008]. p. 12. Disponible en internet: <http://www.ucla.edu.ve/dagronom/piscicultura/textoref7.pdf>

⁶⁸ RODRÍGUEZ, M. Lina, *et al*. Estudio preliminar de la influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento y mortalidad de alevinos de Tilapia Roja (*Oreochromis* sp) en un sistema cerrado con recirculación de agua. Colombia, s.f. [On line]. En: IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura 2006. [citado octubre 2008]. p. 7. Disponible en internet: <http://www.civa2006.org>. Pdf

En la tabla 14, se indican los resultados del análisis parcial de costos, los cálculos efectuados para determinar el costo por kg de dieta/tratamiento, se basaron en el valor de las materias primas utilizadas.

Tabla 14. Análisis parcial de costos de producción

CONCEPTO	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
Costos fijos			
Peces	43.650	43.650	43.650
Mano obra	14.722	14.722	14.722
Subtotal	58.372	58.372	58.372
Costos variables			
Alimento	45.508	34.602	30.959
Insumos	13.800	13.800	13.800
Subtotal	59.308	48.402	44.759
Costo total	117.680	106.774	103.131
Costo/kg Tilapia	3.168	3.118	3.414
Ingreso neto/kg	3.832	3.882	3.586
Relación B-C	1.21	1.24	1.0

Los bajos costos de alimentación que presentaron las dietas en los tratamientos T2 y T3, con (\$ 34.602 y \$ 30.959 respectivamente), en comparación con el T1 (\$ 45.508), estos resultados se explican por un menor valor en las materias primas utilizadas como suplemento en las dietas y no a los consumos de alimento, ya que estos fueron similares en todos los tratamientos.

La relación beneficio costo es similar entre los tratamientos T1 y T2, y esta relacionada con el nivel de producción y el costo de alimentación, es así como el T1 presenta los mejores índices de producción, pero los costos más altos en alimentación, en comparación con el T3, que presenta los costos de alimentación más bajos; sin embargo no compensa con el volumen de producción, obteniendo una margen de utilidad bajo en comparación con los otros tratamientos.

Esto concuerda con lo reportado por Tapia y Vergara,⁶⁹ quienes señalan que no siempre las mejores conversiones alimenticias determinan el menor costo de

⁶⁹ Op.cit., p. 2

alimentación; debido a que estos, se asocian a los costos que genera la formulación de la dieta con base en las materias primas que la componen.

6.6 PRODUCCIÓN ESTIMADA

La producción neta calculada por área de acuerdo a los tratamientos evaluados, fue de 3.715 kg/ ha/año para el T1, de 3.424 kg/ha/año para el T2 y de 3.021 kg/ha/año para el T3.

Los resultados estimados, se encuentran en el rango de producción establecida para cultivos semi-intensivos, los cuales abarcan producciones de 3.000 a 5.000 kg/ha/año, de acuerdo a lo reportado por Milthon⁷⁰. Figura 12.

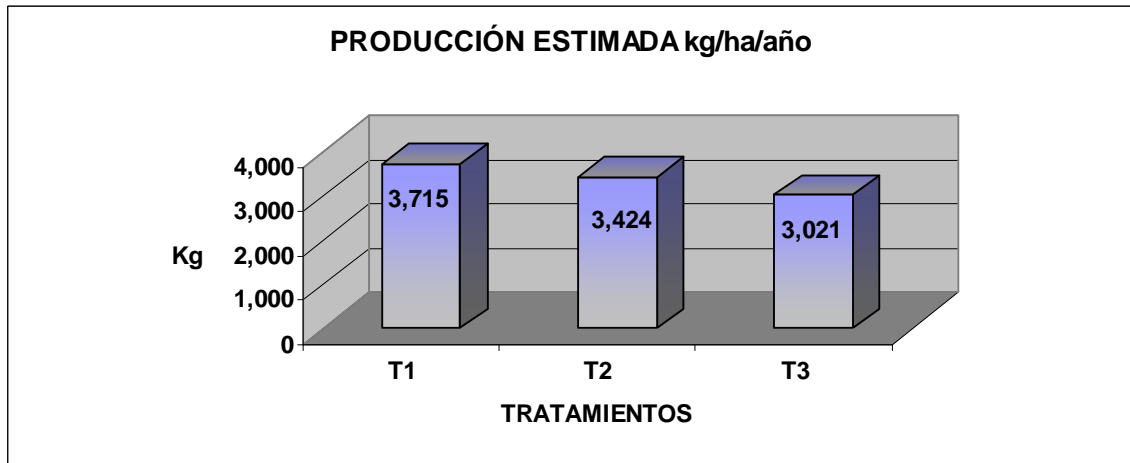
No obstante en el T1, los resultados obtenidos en este tratamiento se consideran bajos, donde se obtuvo una conversión alimenticia de 2:1, valor bajo si se considera la utilización de alimento balanceado, con una composición nutricional en calidad y cantidad. Posiblemente se atribuye a las condiciones ambientales durante el periodo experimental, que coincidió con períodos de invierno prolongado y descenso en la temperatura del agua.

Rakocy *et al*⁷¹., realizaron un experimento en un sistema acuapónico de escala comercial (0.05 ha) ubicado en el trópico, donde la producción proyectada anual de tilapia roja, con alimento comercial del 32% de proteína fue de 4.7 t/ha/año. Rendimientos superiores en comparación con el mejor tratamiento de esta investigación, pero bajos si se considera el nivel de proteína utilizado.

Figura 12. Producción estimada por tratamiento kg/ha/año

⁷⁰ MILTHON, C. Op cit. p 8

⁷¹ RAKOCY, E. James, BAILEY, S. Donald, SHULTZ, R. Charlie y THOMAN, S. Eric. Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system [On line]. University of the Virgin Islands. USA, 2003. [citado marzo de 2009], p. 6. Disponible en internet: http://www.actahort.org/books/648/648_8.htm



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

No hubo una respuesta favorable de los ejemplares de Tilapia roja (*Oreochromis spp*), a las dietas suplementadas con base en germinados hidropónicos, incidiendo negativamente en los parámetros zootécnicos de importancia, como incrementos en peso y conversión alimenticia, debido posiblemente a factores nutricionales como, los niveles de fibra en las dietas, composición de aminoácidos, calidad de la proteína, relación P/ED o a factores antinutricionales aún no determinados.

Los germinados hidropónicos, se conciben como un alimento de aceptable valor nutricional y bajo costo, dada la técnica de producción, sin embargo no se justifica la utilización como alternativa de suplementación en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en sistemas semi-intensivos de producción, debido a que los elevados niveles en fibra, inciden negativamente, en el aprovechamiento de nutrientes.

Con base en los análisis bromatológicos de los germinados hidropónicos evaluados en esta investigación se puede señalar, que son alimentos de un adecuado balance nutricional y por lo tanto pueden ser utilizados en otras especies animales considerando, de acuerdo a la especie, el nivel de fibra.

El menor costo de las dietas, se reportó en los tratamientos, T3 y T2 (\$ 1.046/kg y \$ 1.139/kg) en comparación con el balanceado comercial T1 (\$ 1.325/kg), esta disminución esta atribuida al costo de las materias primas que conforman las dietas evaluadas, ya que el consumo fue similar en los tres tratamientos.

7.2 RECOMENDACIONES

Realizar una evaluación completa del contenido de nutrientes en los germinados de maíz y cebada, incluyendo un perfil de aminoácidos y factores antinutricionales, lo que permitirá realizar un adecuado balance de nutrientes al ser utilizados como suplementos en dietas para animales.

Considerando su bajo costo y la técnica de producción los germinados, se plantean como una alternativa viable a implementarse, especialmente en áreas de producción de cereales, dada la facilidad y el bajo costo de la materia prima.

Evaluar los germinados hidropónicos a diferentes edades de germinación y en diversos niveles de inclusión en dietas para animales.

BIBLIOGRAFÍA

ALAMILLA, Hugo. Cultivo de tilapia. [On line]. México. 2002. [citado diciembre 6 de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/tilapia/tilapia.htm>. 16. p.

ARAUJO, R. Maria Fernanda y NARVAEZ, C. Diana M. Valoración de las harinas de zarza (*Mimosa alvida*) y ortigo (*Urera sp.*), en levante y ceiba de cuyes. Pasto 2008. Trabajo de grado (Zootecnistas). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. p.107.

BAIXAULI, S. Carlos y AGUILAR, O. José. Cultivo sin suelo de hortalizas, aspectos prácticos y experiencias. Editorial Generalitat Valenciana. VALENCIA-ESPAÑA. 2000, 110 p. ISBN. 84-482-3145-7

BALTAZAR, Paúl M. La Tilapia en el Perú: acuicultura, mercado, y perspectivas. *Rev. Perú Biol.* [On line]. jul. 2007, vol.13, no.3 [citado 07 Abril 2008]. Disponible en internet: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332007000100022&lng=es&nrm=iso. ISSN 1727-9933. 6 p.

CABRERA, B. Tomás. et al. Tres experiencias de cultivo de tilapias en la isla de Margarita, Venezuela. [Online]. *Rev. Zootecnia tropical*. Vol. 1. No 1. Venezuela 1998. [Citado marzo 4 de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt1601/texto/isla.htm> - 56k. 10. p.

CANTOR, A. Fernando. Manual de producción de tilapia. [On line]. Secretaria de desarrollo rural. Puebla. México. 2007. [citado marzo 6 de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.sdr.gob.mx/Contenido/Cadenas%20Productivas/DOCUMENTOS%20CADENAS%20AGROPECUARIAS/acuicolas/tilapia/MANUAL%20TILAPIA.pdf>. 135 p.

CARBALLIDO, C. Daniel. Forraje verde hidropónico. Artículos silvoagropecuarios, hidroponía. [On line]. Agosto 5 de 2005. [Última revisión febrero 11 de 2007], [citado diciembre 7 de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.usuarios.Lycos.es/forrajehidropónico>. 11 p.

CASTILLO, CAMPO. Luís F. Tilapia roja 2006. Una evolución de 25 años de incertidumbre. [On line]. Colombia. 2006. [citado diciembre 6 de 2007]. Disponible en Internet: <http://aguaverde.acuicultura.googlepages.com/TILAPIAROJA2006.pdf>. 69 p.

CASTILLO, C. Nora y MAYA, T. Clara. Evaluación comparativa de un prebiótico y un probiótico, en alevinos de tilapia roja, en estanques tipo invernadero. Pasto. 2008. Trabajo de grado (Ingeniero en producción acuícola). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. p. 103.

CÓRDOVA, G. Jorge y RAMÍREZ, C. Piero. Actividad agrícola: la cebada. [On line]. Lima. 2006. [Citado noviembre de 2008]. Disponible en internet: <http://www.monografias.com/trabajos35/la-cebada/la-cebada.shtml>. 7.p.

DORADO, L. Maria del Pilar. Formulación de dietas. En: Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura. INPA. Santa fe de bogota. Colombia. 1993, 342 p.

DUEÑAS, G. Luís F. Piscicultura. Mi página agropecuaria. [On line]. Colombia. 2000. [citado diciembre de 6 2007]. Disponible en Internet: <http://www.geocities.com/sanfdo/index.htm>. 1. p.

ESPEJO, G. Carlos. Cría y comercialización de la tilapia roja. [On line]. Colombia. s.f. [citado febrero 20 de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.geocities.com/piscicultura/tilapia.html#world>. 1. p.

_____, Materias primas de origen vegetal como alternativas para la productividad y sostenibilidad de la acuicultura en Latinoamérica. [On line]. Neiva. Colombia. 2003. [citado marzo 4 de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.carlosespejo.com.co>. 11. p.

ESPEJO, G. Carlos. y TORRES, Q. Enrique. Cultivo de las tilapias roja (*Oreochromis spp*) y plateada (*Oreochromis niloticus*). En: Fundamentos de acuicultura continental. INPA. Bogota, Colombia. 2001, 423 p.

FADUL, M. Mónica. Nutrición y alimentación de peces. En: Fundamentos de acuicultura continental. INPA. Primera edición. Santa Fe de Bogota. Colombia. 1993. 342 p.

FERNÁNDEZ, G. Jesús y GISPERT, Carlos. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Océano, grupo editorial s.a. Barcelona-España. 2002. 1031 p. ISBN-84-494-1411-3

GARCÍA, Amparo. Recomendaciones para el manejo de estanques piscícolas. [On line]. México, s.f. [citado marzo de 2009]. Disponible en internet: http://www.piscicolaagualinda.com/dcto/recomendaciones_manejo_estanques_piscicola.doc. 7 p.

GUARÍN, A. Javier. Manual de forraje verde hidropónico. [CD_ROM]. Asesorías agroindustriales. Boyacá-Colombia. 2006. 88 p.

HERNÁNDEZ, R. M^a. Antonia. Los cereales. En: La nutrición. [On line]. Madrid, España 2000. [Citado noviembre de 2008]. Disponible en internet. <http://www.Saludalia.com/vivirsano/nutrición/loscereales.Htm>. 1. p.

IZQUIERDO, Juan. Manual técnico de forraje verde hidropónico. [On line]. FAO. Santiago de Chile. 2002, [citado diciembre 6 de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/forraje.htm> 68. p.

LÓPEZ, J. Nelson. Nutrición acuícola: Fisiología digestiva de los organismos hidrobiológicos de cultivo. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño. 1997. p. 211.

MARIÑO, Mirtica. Cultivo de Tilapia en Cuba, consideraciones generales, características y perspectivas. [On line]. Revista. Ipac. Acuicultura. No.10. Junio 15 de 2006. SIPSA. CUBA. 2006. [citado diciembre 4 de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.lpacuicultura.com/noticia.php?Indnot=526>. 1. p.

MARULANDA, C. e IZQUIERDO, J. Manual Técnico: La Huerta Hidropónica Popular. [On line].FAO-PNUD. Santiago, Chile.1997, [Citado noviembre de 2008]. p. 8. Disponible en internet: <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/forraje.htm>

MARRERO, A. Propiedades físicas de la fibra dietética. Cuba. 1998. Universidad Agraria de la Habana Cuba. p. 45

MEYER, E. Daniel. Nutrition and feeding. [On line]. Honduras, s.f. [citado marzo de 2008]. Disponible en Internet: ag.arizona.edu/azaqua/ista/Markets/Meyer%20nutrition%20and%20feeding.ppt. 21 p.

MILTHON, C. Acerca del cultivo de Tilapia nilótica y Tilapia roja. [On line]. Auburn University, Auburn, E.U.A. 1994. [Citado diciembre 6 de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/.../cultivo/Acerca%20del%20Cultivo%20de%20Tilapia%20Roja%20o%20Del%20Nilo.pdf>. 16 p.

MORA, J., BERECIARTU, G.; GARRIDO, A. Y TORRES, N. Engorde de tilapia roja e híbridos de cachamas para el aprovechamiento de reservorios acuáticos en plantaciones de caña de azúcar en la región centro-occidental de Venezuela. Venezuela, 1997. [On line]. En: IV Encuentro Nacional de Acuicultura. [citado octubre de 2008]. Disponible en internet: <http://www.ucla.edu.ve/dagronom/piscicultura/textoref7.pdf>. 14 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (NRC). Nutrients requeriments of fish. National Academy Press. [On line]. Washington, 1993. [citado marzo 6 de 2008]. Disponible en Internet: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=2115. 116 p.

POPMA, T. J. Y B. W. GREEN. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. [On line]. International Center of Aquaculture, Auburn University, Alabama, USA. 1990. [citado marzo 6 de 2008], Disponible en Internet: <http://www.elprisma.com/apuntes/curso.asp?id=12557>. 22. p.

POKNIAK, R. José. Nutrición de peces. [On line]. Revista Tecnovet. Año 3 No. 2, 1997. Santiago de Chile. [Citado marzo 6 de 2008]. Disponible en Internet: http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D9163%2526ISID%253D448,00.html

RAKOCY, E. James, BAILEY, S. Donald, SHULTZ, R. Charlie y THOMAN, S. Eric. Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system [On line].

University of the Virgin Islands. USA, 2003. [citado marzo de 2009]. Disponible en internet: http://www.actahort.org/books/648/648_8.htm. Pdf. 15 p.

RETA, M. Juan L. Cultivo de tilapia en jaulas flotantes. [On line]. México, s.f. [citado enero 21 de 2008]. Disponible en Internet: http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/Cultivo__tilapia_estanques__rusticos.pdf . 33 p.

RODRÍGUEZ, G. Elena. Catálogo de propiedades nutrimentales, nutracéuticas y medicinales de cebada [On line]. Secretaria de desarrollo rural. Puebla. México. 2007. [citado agosto de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/CadenasAgropecuarias/docs/303148.235.138.1308-08-2007cebada%20medicinal.pdf>. 12 p.

RODRÍGUEZ, M. Lina, *et al.* Estudio preliminar de la influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento y mortalidad de alevinos de Tilapia Roja (*Oreochromis* sp) en un sistema cerrado con recirculación de agua. Colombia. s.f. [On line]. En: IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 2006. [citado octubre 2008]. Disponible en internet: <http://www.civa2006.org>. Pdf. 8 p.

SANDOVAL, M. Luís E. Proteína ideal. [On line]. Colombia. 2007, [citado marzo 10 de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos53/proteína-tilapia-nilo/proteína-tilapia-nilo.shtml>. 22 p.

TAPIA, S. Angélica y VERGARA, R. Víctor. Efecto de la relación proteína a energía digestible en un policultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp*) - camarón gigante de malasia (*Macrobrachium rosenbergii*) en la fase de alevinaje. [On line]. Perú, 2002. [citado marzo de 2008]. Disponible en internet: <http://www.mispecies.com/reportajes>. 3p.

TARRILLO, O. Hugo. Forraje verde hidropónico, forraje de alta calidad para alimentación animal. [On line], Lima. Perú, 1999. [citado diciembre 4 de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.forrajehidroponico.com>. 5 p.

TOLEDO, P. Sergio. Cultivo de tilapia. Experiencia en Cuba. [On line]. I taller seminario de acuicultura continental. Especies de aguas templadas calidas.

(Formosa del 30 de noviembre al 3 de diciembre del 2005), Formosa 2005, p. 11. [citado marzo 6 de 2008]. Disponible en Internet: www.adeformosa.org.ar/.../media/pdf/Experiencia%20en%20Cuba%20y%20de%20desarrollo%20en%20la%20Argentina.pdf. 23 .p.

TORRES et al. La mojarra plateada, cultivo de estanques. Huila, 1992.

TORRES, Q. Enrique. Cultivo de la mojarra plateada y la mojarra roja. En: Fundamentos de piscicultura continental. INPA. Santa fe de bogota: 1993. 285. p

ANEXOS

Anexo A. Registro de pesos promedio en g, durante la etapa experimental.

Registro	T1			T2			T3		
	R1	R3	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Peso Inicial	107,2	175	173	183	192,4	112,2	106,2	200	110,6
Promedio tratamiento		151,7			162,5			138,9	
Peso final	197,3	311	293,3	239	271	174,5	157,2	276,5	170,5
Promedio tratamiento		267			228,2			201,4	

Anexo B. Registro de longitud promedio en cm durante la etapa experimental.

Registro	T1			T2			T3		
	R1	R3	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Longitud Inicial	16,9	20,9	17,3	19,9	18,9	17,4	16,5	21,1	16,7
Promedio tratamiento	18,4			18,7			18,1		
Longitud final	19,6	23,1	20,2	21,4	20,3	18,6	18,3	22,6	18,5
Promedio tratamiento	21			20,1			19,8		

Anexo C. Resultados de los indicadores evaluados

INDICADORES (Promedio)	T1	T2	T3
Peso final (g)	267	228,2	201,4
Consumo de alimento (kg)	11,4	10,5	9,8
Incremento de peso diario (g/día)	1,8	1,21	1,04
Conversión alimenticia	2,06	2,91	3,12
Longitud total (cm)	21	20,1	19,8
Mortalidad (%)	0	0	2,0

Anexo D. Análisis bromatológico de germinado de maíz (*Zea mays*)

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCIÓN DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

Fecha de recepción: Marzo 4 de 2008 **Análisis:** 6339
Fecha de entrega: Abril 4 de 2008
Muestra: Germinado hidropónico de maíz
Procedencia: Mocoa-Putumayo
Invernadero Estación Piscícola "La Clariza"
Análisis: Proximal, energía, calcio, fósforo
Solicitante: Luís Eduardo Verdugo

ANALISIS	Hidropónico de Maíz	
	% B.H.	% B.S.
Humedad	78,45	
Materia seca	21,55	
Ceniza	0,60	2,79
Extracto etéreo	0,84	3,89
Fibra cruda	3,87	17,98
Proteína	3,89	18,05
E.N.N	12,34	57,29
Calcio	0,01	0,06
Fósforo	0,13	0,61
Energía (kcal/100 g)	97	448

Observaciones: _____

Gloria Sandra Espinosa Narváez
Tec. Química. Lab. Bromatología

Anexo E. Análisis bromatológico de germinado de cebada (*Hordeum vulgare*)

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCIÓN DE LABORATORIOS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

Fecha de recepción: Marzo 4 de 2008 **Análisis:** 6339
Fecha de entrega: Abril 4 de 2008
Muestra: Germinado hidropónico de cebada
Procedencia: Mocoa-Putumayo
Invernadero Estación Piscícola "La Clariza"
Análisis: Proximal, energía, calcio, fósforo
Solicitante: Luís Eduardo Verdugo

ANALISIS	Hidropónico de Cebada	
	% B.H.	% B.S.
Humedad	78,75	
Materia seca	21,25	
Ceniza	1,13	5,32
Extracto etéreo	0,77	3,64
Fibra cruda	6,23	29,32
Proteína	3,63	17,10
E.N.N	9,48	44,63
Calcio	0,02	0,12
Fósforo	0,20	0,93
Energía (kcal/100 g)	92	434

Observaciones: _____

Gloria Sandra Espinosa Narváez
Tec. Química. Lab. Bromatología

Anexo F. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento

FV	GL	SC	CM	Fc.	Ft
Tratamientos	2	3,24	1,62	0,25 ^{NS}	4,74 ^(0,05%)
Error	7	45,4	6,49		
Total	8	48,6			

NS = No Significativo

Donde:

FV = Fuente de variación
GL = Grados de libertad
SC = Suma de cuadrados
CM = Cuadrado medio
FC = Valor calculado
FT = Valor tabulado

Anexo G. Análisis de varianza para la variable incremento de peso

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	2	5686,2	2843,1	11,2**	4,74 ^(0,05%) 9,55 ^(0,01%)
Error	7	1774,5	253,5		
Total	8	3911,7			

**= Altamente Significativo

Anexo H. Prueba de Tukey para la variable incremento de peso

	Promedios	T1	T2	T3
		110,9	72,4	62,4
T3	62,4	48,5**	10 ^{NS}	-
T2	72,4	38,5**	-	
T1	110,9	-		

NS = No Significativo
****** = Altamente Significativo

T1 T2 T3

Valor comparador: 22,05^(0,05%)
 31,38^(0,01%)

ANEXO I. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia

FV	GL	SC	C M	Fc	Ft
Tratamientos	2	1,916	0,958	8,7*	4,74 ^(0,05%) 9,55 ^(0,01%)
Error	7	0,74	0,11		
Total	8	2,654			

*= Significativo

Anexo J. Prueba de Tukey para la variable conversión alimenticia

	Promedios	T3	T2	T1
		3,12	2,91	2,06
T1	2,06	1,06**	0,85**	-
T2	2,91	0,21 ^{NS}	-	
T3	3,12	-		

NS = No Significativo
****** = Altamente Significativo

T3 T2 T1

Valor comparador: 0,45 ^(0,05%)
 0,65 ^(0,01%)

Anexo K. Análisis de varianza para la variable longitud total

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	2	2,2	1,1	0,3 ^{NS}	4,74 ^(0,05%) 9,55 ^(0,01%)
Error	7	22,7	3,2		
Total	8	24,9			

NS = No Significativo