



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FITASA APLICADOS
MEDIANTE ASPERSIÓN LÍQUIDA AL ALIMENTO DE *Oreochromis sp*
(TILAPIA ROJA) EN ESTADO JUVENIL”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

MÓNICA ALEXANDRA VILLARROEL LARA

Riobamba – Ecuador

2010

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M. C. José María Pazmiño Guadalupe.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Luis Rafael Fiallos Ortega. Ph. D.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.C. Manuel Euclides Zurita León.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 7 de junio del 2010

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por haberme bendecido con la oportunidad de ser alguien mejor cada día, por haberme brindado la salud y las ganas suficientes como para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres Ángel Villarroel y María Lara y mis hermanos quienes en todo momento fueron mi fuerza y me apoyaron, a quienes se convirtieron en mis padres en el transcurso del tiempo; a quienes soñaron con este día. A la fe tan grande de quienes esperan lo mejor, mil gracias.

Gracias a la Escuela de Ingeniería Zootecnia de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por recibirme y formar mi vida tanto profesional como personalmente.

A mis profesores Dr. Luis Fiallos O. Ph D Director de Tesis, Ing. M. C Manuel Zurita Asesor de Tesis, Ing. M. C. José Pazmiño Presidente de Tribunal quienes me apoyaron y me guiaron durante la realización de mi trabajo experimental; a todos quienes compartieron sus conocimientos sin egoísmo alguno.

Al Honorable Consejo Provincial de Pastaza dirigido por el Ing. Jaime Guevara B., a quienes conforman el Proyecto Piscícola Jacalurco por todo el apoyo técnico y económico.

A mis amigos y compañeros por todos los momentos vividos.

DEDICATORIA

Dedico este logro obtenido;

A Dios y a mi familia.

A mis padres y hermanos quienes con su apoyo económico, moral y sobre todo espiritual ayudaron a que este sueño tan esperado se vuelva una realidad.

A todos mis amigos con los cuales compartí momentos y experiencias que marcaron mi vida tanto personal como profesionalmente.

A ustedes.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LA TILAPIA	3
B. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS PARA EL CULTIVO DE TILAPIA	4
1. <u>Agua. Temperatura, pH. Oxígeno disuelto, alcalinidad y N</u>	4
C. CULTIVO DE LA TILAPIA	8
1. <u>Estanques</u>	8
2. <u>Corrales y jaulas flotantes</u>	9
D. FERTILIZACIÓN DE ESTANQUES	11
E. DENSIDAD DE SIEMBRA	12
F. REPRODUCCIÓN	13
G. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN	15
1. <u>Alimentos Naturales</u>	16
2. <u>Alimentos Suplementarios</u>	17
3. <u>Necesidades Nutritivas</u>	17
4. <u>Cantidad y Frecuencia de la Ración</u>	18
H. USO DE LA FITASA EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA	20
1. <u>Enzimas</u>	20
2. <u>Fósforo</u>	21
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	24
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	24
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	24
C. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES	24
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	26
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	27
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	27

H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN	28
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	29
A. DETERMINACIÓN DE TALLA	29
1. <u>Talla</u>	29
1.1 <u>Regresión</u>	32
2. <u>Ganancia de Peso</u>	38
3. <u>Consumo Total de alimento</u>	39
4. <u>Conversión Alimenticia</u>	40
B. EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD MEDIANTE EL INDICADOR BENEFICIO / COSTO	42
V. <u>CONCLUSIONES</u>	43
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	44
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	45
ANEXOS	

RESUMEN

En la Estación Experimental Piscícola Jacalurco; localizada en la parroquia Madre Tierra del cantón Mera provincia de Pastaza, se realizó la evaluación de diferentes niveles de fitasa (T0 Testigo; T1 500 UI; T2 1000 UI y T3 1500 UI), aplicados mediante aspersion líquida al alimento de *Oreochromis sp* (tilapia roja) en estado juvenil. Para la determinación de las variables se utilizaron 240 tilapias bajo un Diseño Completamente al Azar con 3 repeticiones por tratamiento. En la talla y ganancia de peso se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre los tratamientos siendo T1 el mejor tratamiento con valores de 40,95 cm y 153,66 g, respectivamente. El consumo total de alimento no tuvo diferencias significativas con una media de 450 g; en la conversión alimenticia se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) siendo el mejor T1 con un índice de 1,09. El mejor beneficio/ costo se obtuvo al utilizar 500 UI de fitasa con un valor de \$ 2,07 con una rentabilidad de \$ 1,07. Por lo que se recomienda incluir 500 UI de fitasa en forma de aspersion sobre el alimento balanceado de tilapia roja, puesto que se obtuvieron las mejores respuestas en los parámetros productivos.

ABSTRACT

At the Jacalurco Fish Culture Experimental Station, located in the Prish Madre Tierra of the Canton Mera, Pastaza Province, the evaluation of different phytase levels (T0 Testigo; T1 500 IU; T2 1000 IU y T3 1500 IU) applied through liquid sprinkling to the feed of *Oreochromis sp* (red tilapia) at the young state was carried out. For the variable determination 240 tilapias were used under a completely at random design with 3 replications per treatment. In the size and weight gain there were highly significant differences ($P<0.01$), between treatments T1 being the best treatment with values of 40, 95 cm and 153, 66 g, respectively. The total feed consumption had no significant differences with a mean of 450 g; in the alimentary conversion significant differences were obtained ($P<0.05$) T1 being the best with an index of 1, 09. The best benefit / cost was obtained upon 500 IU phytase with a value of \$ 2, 07 and a profit of \$ 1, 07. It is therefore recommended to include 500 IU phytase through sprinkling on the balanced feed of red tilapia, as the best responses were obtained in the productive parameters.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1	DENSIDAD DE SIEMBRA DE LA TILAPIA ROJA.	13
2	REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA EN LA DIETA SEGÚN EL TAMAÑO DE LA TILAPIA.	18
3	ALIMENTACIÓN DE TILAPIAS.	19
4	REQUERIMIENTO DE FÓSFORO EN LA TILAPIA.	23
5	CONDICIONES METEREOLÓGICAS DE LA ZONA.	24
6	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	26
7	ESQUEMA DEL ADEVA.	27
8	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE FITASA EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIAS LA ETAPA JUVENIL.	30
9	ECUACIONES DE REGRESIÓN PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE FITASA DE ACUERDO A LAS TALLAS OBTENIDAS DURANTE 120 DÍAS DE INVESTIGACIÓN.	33
10	EVALUACIÓN DE TILAPIAS EN LA ETAPA JUVENIL BAJO EL SUMINISTRO DE FITASA EN LA DIETA.	42

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1	Regresión de diferentes niveles de fitasa, de tilapias, de acuerdo a la talla obtenida para cada uno de los distintos tratamientos durante 30 días.	34
2	Regresión de diferentes niveles de fitasa, de tilapias, de acuerdo a la talla obtenida para cada uno de los distintos tratamientos durante 30 días.	35
3	Regresión de diferentes niveles de fitasa, de tilapias, de acuerdo a la talla obtenida para cada uno de los distintos tratamientos durante 30 días.	36
4	Regresión de diferentes niveles de fitasa, de tilapias, de acuerdo a la talla obtenida para cada uno de los distintos tratamientos durante 30 días.	37
5	Conversión Alimenticia.	41

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. DATOS ORIGINALES DE LA INVESTIGACIÓN.
2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA Y ADEVA DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de tilapia se presenta como una alternativa de producción en el sector agropecuario ecuatoriano, con excelentes perspectivas, debido principalmente a la disponibilidad del clima cálido favorable a la especie, los suelos, las fuentes de agua y las tierras aptas para el cultivo.

Actualmente muchas personas se interesan en el cultivo de la tilapia, e inician las operaciones sin haber adquirido la información necesaria para comenzar con esta actividad, lo que conlleva a que muchas explotaciones sean mal manejadas y pronto las pérdidas económicas sean fácilmente palpables.

Para evitar dichas pérdidas antes de implantar esta producción se debe tener un conocimiento claro en varios aspectos de la crianza de tilapia y entre los más importantes: requerimientos nutricionales, requerimientos de agua, oxígeno y otros elementos indispensables para esta especie. De igual manera la absorción correcta o incorrecta del fósforo juega un papel importante por lo tanto es necesario implementar opciones que permitan un mejor manejo y sobre todo el cuidado del medio ambiente, además de lograr animales con un mayor peso en el menor tiempo posible.

Actualmente el uso de enzimas como la fitasa para acelerar los procesos de absorción se han visto limitadas debido a la falta de investigación en este campo. Las condiciones de proceso de alimentos balanceados ha permitido también que el uso de las enzimas no sea el más adecuado sin tomar en cuenta que estos compuestos son lo principal en el metabolismo de las especies; se han realizado investigaciones fuera del país y se ha llegado a la conclusión de que la mejor manera de incrementar fitasa al alimento es mediante la aspersion o spray en el momento de la alimentación debido a que por condiciones de temperatura si se

aplica en el momento de realizar el alimento balanceado este puede perderse en el medio.

La asimilación del fósforo por parte de varias especies animales especialmente los monogástricos no es la mejor debido a limitaciones enzimáticas que se presentan en el tracto digestivo de los mismos lo que puede causar contaminación ambiental y el mal uso y asimilación de otros componentes como por ejemplo el calcio, aminoácidos y minerales traza.

Pero hay posibilidades de cambiar este panorama mediante el uso de la enzima fitasa que ayuda a asimilar en la dieta de los peces el fósforo que normalmente sería expulsado al medio ambiente.

Finalmente, es importante mencionar que la producción de tilapia en la Región de América Latina y El Caribe, se ha convertido en un cultivo de tipo industrial y semi comercial, que es el fenómeno más notable de los últimos años en materia de expansión de la acuicultura regional. El destino principal ha sido el mercado de exportación y han influido en ello una serie de factores, como los ambientales, tecnológicos, institucionales y de mercado. Por lo tanto en la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Conocer el mejor nivel de fitasa (500, 1000, 1500 UI) aplicados mediante aspersión líquida al alimento de tilapia roja en estado juvenil que mejora los parámetros productivos.
- Determinar la rentabilidad mediante el análisis beneficio - costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LA TILAPIA

Lozano, D. y López, F. (2001), afirman que las Tilapias son los peces de mayor éxito en la piscicultura mundial, de gran aceptación no sólo por parte de los piscicultores sino también por parte de los consumidores en los mercados nacionales e internacionales.

Vargas, W. (2000), explica que las tilapias son peces de aguas calientes tropicales originarias de África. El rango óptimo de temperatura para su desarrollo es de 25 a 30 °C. Todas son sensibles a bajas temperaturas con un límite letal de 13 a 9 °C dependiendo de la especie. La mayoría de las tilapias son eurihalinas y pueden vivir en aguas salobres, y algunas incluso en agua de mar.

Según Lozano, D. y López, F. (2001), la Tilapia es un pez resistente a enfermedades muy rústico, tolerante a las condiciones de alta densidad, pose alto potencial de rendimiento y puede crecer tanto en agua dulce como en agua salobre.

Prughinin, Y. (2001), afirma que la Tilapia pertenece a la Familia *Cichlidae*, de forma oblonga, con largas aletas dorsales que tienen de 23 a 31 espinas y rayas. El género Tilapia incluye 2 subgéneros que difieren principalmente por su forma de reproducción, por lo cual se dividen en dos los primeros llamados genéricamente *Sarotherodon* que tienen huevos más pequeños pero numerosos; y los segundos conservan el nombre de Tilapias que incuban sus huevos en la boca uno o ambos progenitores.

Vargas, W. (2000), afirma que la cantidad de Tilapias cultivadas en estanques son más de 10 especies. Las especies más cultivadas son: *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis aureus*, *Oreochromis mosambicus*, *Oreochromis spp*, así como varios híbridos.

González, C. (2003), menciona que como en otras explotaciones pecuarias, ha sido la genética la rama de la ciencia que ha colaborado al mejoramiento fenotípico de la Tilapia Roja, haciendo que de esta forma se mejore el mercadeo del pez; se han buscado peces con cabeza pequeña, pedúnculo corto y longitud y profundidad en el filete: es aquí el sitio donde se localiza el mayor contenido muscular del animal

Lozano, D. y López, F. (2001), explican que la especie seleccionada para el cultivo va a depender en gran medida de las condiciones de la finca o el sistema de producción, así como a qué tipo de mercado está dirigida la producción. Si las condiciones de la finca presentan agua frías, es mejor trabajar con *Oreochromis aureus*, y existen también algunos híbridos que presentan mayor crecimiento a temperaturas bajas.

Según Vargas, W. (2000), afirma que si el cultivo se va a realizar en estanque de aguas salobres en policultivo o monocultivo, lo más recomendable es la utilización de una tilapia resistente a salinidades y para ello se recomienda la Tilapia Roja. En el mercado podemos encontrar dos o tres diferentes híbridos de tilapia roja. Con temperaturas entre 23 °C a 28 °C se utiliza normalmente *O. niloticus*, que es una especie de rápido crecimiento, soporta altas densidades, tiene una buena tasa de reproducción y su rendimiento en filete es bueno.

B. PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS PARA EL CULTIVO DE LA TILAPIA

La Tilapia Roja al igual que otras especies hidrobiológicas necesitan de un ambiente similar al de su habitat natural para alcanzar un desarrollo y crecimiento óptimo.

1. Agua. Temperatura, pH. Oxígeno disuelto, alcalinidad y nitrógeno

Lozano, D. y López, F. (2001), exponen que los piscicultores deben escoger una fuente confiable para el suministro de agua, preferiblemente pura y libre de contaminantes, la misma que tanto en su cantidad como calidad brinden condiciones y características para reproducir los límites tolerables de supervivencia de los mismos.

Son innumerables las características Físico - Químicas del agua que pueden afectar al desarrollo productivo normal de los peces. Para los tres factores que son los más importantes: el contenido de oxígeno disuelto, el pH y la alcalinidad.

Otros autores como Lozano, D y López, F (2001), toman en cuenta otros factores aparte de los mencionados como temperatura, CO₂, nitritos y nitratos, cloro, cobre, metales pesados, alcalinidad, dureza, sulfatos, sólidos en suspensión y otros importantes para el desarrollo de la Tilapia Roja.

Vargas, W. (2000), establece que el pH ideal está entre 5 - 9, siendo ideal 7.5, valores fuera de este rango ocasionan aletargamiento, disminución en la reproducción y el crecimiento. Para mantener el pH en este rango, es necesario encalar cuando esté ácido o hacer recambios fuertes de agua y fertilizar cuando se torna alcalino.

Los efectos de la alcalinidad y de la dureza del agua no son directos sobre los peces, sino más bien sobre la productividad del estanque. Castillo, V. (2004), establece que una alcalinidad superior a 175mg CaCO₃ /l (carbonato de calcio por litro), resulta perjudicial, debido a las formaciones calcáreas que se producen y que afectan tanto a la productividad del estanque como a los peces al dañar sus branquias. Una alcalinidad de aproximadamente 75mg CaCO₃/l se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque.

Vargas, W. (2000), recomienda añadir al estanque 500kg/ha o más de cal viva si el pH es demasiado bajo, pero es necesario controlar paulatinamente e ir añadiendo la cal poco a poco hasta que alcance el nivel deseado.

En cuanto a la temperatura Vargas, W. (2000), menciona que la óptima es de 28°C, siendo letal menos de 8°C, ya que el factor temperatura influye en las principales actividades vitales de los peces como: respiración, crecimiento, reproducción, y puede ser un gran limitante en la producción.

Vargas, W. (2000), afirma que se obtienen crecimientos óptimos a temperaturas entre 34 y 36°C, no afectando las bajas concentraciones de oxígeno disuelto existentes en estas condiciones. No es posible cultivarlas en regiones donde las temperaturas invernales sean menores a 15° C, en cultivos a cielo abierto.

Castillo, V. (2004), establece que las Tilapias prefieren temperaturas elevadas, por ello su distribución se restringe a áreas cuyas isothermas de invierno sean superiores a los 20°C. El rango natural oscila entre 20° y 30°C, pudiendo soportar temperaturas menores.

En relación a la cantidad de Oxígeno disuelto en el agua Castillo, V. (2004), afirma que una oxigenación mayor a 4ppm es óptima. Existe una estrecha relación entre la concentración de oxígeno y la temperatura. En las noches los niveles de oxígeno pueden descender a menos de 2ppm razón por la cual los peces reducen el metabolismo.

Lozano, D. y López, F. (2001), determinaron sobre la cantidad de Oxígeno disuelto en el Agua que la Tilapia puede vivir en condiciones ambientales adversas debido precisamente a que soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Ello se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno aún cuando la presión parcial de este último sea bajo. Asimismo, la Tilapia tiene la facultad de reducir su consumo de oxígeno cuando la concentración en el medio

es baja (inferior a 3mg/l). Finalmente, cuando está concentración disminuye aún más, su metabolismo se vuelve anaeróbico.

Estévez, M. (1999), menciona algunos valores mínimos relacionados a la calidad de agua como oxígeno disuelto 3ppm mínimo. Dióxido de carbono 25ppm mínimo. Dureza de 20ppm mínimo. Alcalinidad de 20ppm mínimo. Amoníaco menos de 2ppm. Cloro menos de 0.1ppm.

Castillo, V. (2004), considera que la turbidez tiene dos tipos de efectos; uno sobre el medio y se debe a la dispersión de la luz y el otro actúa de manera mecánica directamente sobre los peces. Al impedir la libre penetración de los rayos solares, la turbidez limita la productividad natural del estanque, lo que a su vez reduce la disponibilidad de alimento para la Tilapia. Es por ello que se recomienda que el agua de los estanques no sea turbia para que el fitoplancton se pueda desarrollar adecuadamente. Por otra parte, la materia coloidal en suspensión puede dañar físicamente las branquias de los peces provocando lesiones e infecciones. En caso de que las aguas sean demasiado turbias (>100ppm), conviene propiciar su sedimentación previamente a su introducción a los estanques de cultivo, bien sea por medios físicos y/o químicos.

Toledo, S. (2005), manifiesta que el Amonio (NH_3), es un producto de la excreción, orina de los peces y de la descomposición de la materia (degradación de la materia vegetal y de las proteínas del alimento no consumido). El amonio no ionizado (en forma gaseosa), y primer producto de excreción de los peces es un elemento tóxico.

La toxicidad del amonio en forma no ionizada (NH_3), aumenta con una baja concentración de oxígeno, un pH alto (alcalino), y una temperatura alta. En pH bajos (ácidos), no causa mortandades.

Toledo, S. (2005), expresa también que los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 a 0.1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos). El amonio es tóxico,

ya que depende del pH y la temperatura del agua, los niveles de tolerancia para la tilapia se encuentra en el rango de 0.6 a 2.0 ppm.

Toledo, S. (2005), indica que una concentración alta de amonio en el agua causa bloqueo del metabolismo, daño en las branquias, afecta el balance de las sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades, reducción del crecimiento y la supervivencia, exoftalmia (ojos brotados), y ascitis (acumulación de líquidos en el abdomen).

En cuanto al Nitrito (NO₂), Toledo, S. (2005), manifiesta que se generan en el proceso de transformación del amoniaco a nitratos y su toxicidad depende de la cantidad de cloruros, de la temperatura y de la concentración de oxígeno en el agua. A una concentración de Nitrito de 0.1 ppm, puede ser muy estresante para el pez. Con una concentración de 0.5 ppm, se puede producir la llamada enfermedad de la sangre, la cual puede causar serios problemas en los peces, ya que disminuye el transporte de oxígeno por la sangre.

C. CULTIVO DE TILAPIA ROJA

El cultivo de peces y otros organismos acuáticos requiere de ambientes de fácil manejo, que se puedan secar o llenar con rapidez y con posibilidad de modificar sus condiciones físicas y químicas. A estos ambientes se los denomina estanques. (Lozano, D. y López, F. 2001).

Para Vargas, W. (2000), hay tres formas de producir o Cultivar peces de acuerdo a las instalaciones y estas son en estanque en tierra, estanque en cemento y en jaulas flotantes.

1. Estanques

Lozano, D. y López, F. (2001), destacan que un estanque es una unión de agua con fondo y paredes de tierra, que se puede llenar y vaciar según la necesidad y se utiliza para el cultivo de especies hidrobiológicas. Sin embargo Castillo, V. (2004), menciona que un estanque consiste en un recinto artificial de agua de profundidad, excavado en tierra de forma tal que pueda vaciarse totalmente.

Los estanques pueden ser rectangulares, cuadrados, circulares y a veces rectangulares. Por lo general se recomienda una relación de 5 a 1 entre el largo y el ancho para tener una forma rectangular que minimice las zonas muertas en las esquinas. Sin embargo en zonas en donde se presenten fuertes vientos esa acción debe de ser mucho menor para reducir el efecto del oleaje en el dique al lado contrario de la dirección del viento. Castillo, V. (2004).

Lozano, D. y López, F. (2001), consideran que las dimensiones y la forma de los estanques puede determinarse de acuerdo con el sistema de producción seleccionada, las condiciones del sitio elegido, la cantidad agua disponible, el tipo del proyecto (pequeña o mediana escala), y sistema de cultivo. Así el tamaño del estanque está determinado por los factores biológicos, económicos y topográficos.

Lozano, D. y López, F. (2001), manifiesta que la profundidad ideal es de un metro y medio, es decir de 0.8 metros en la parte menos profunda y 1,2 metros en la parte más profunda. Estanques con profundidad inferior a 0.5 metros son propicios para el fácil calentamiento del agua y proliferación de plantas acuáticas. Estanques con profundidades superiores a 2 metros son muy difíciles de manejar.

Vargas, W. (2000), menciona que los estanques pequeños son más fáciles de cosechar, pueden ser drenados y llenados fácilmente, el control de depredación es más eficiente, se puede trabajar con densidades mayores. Sin embargo el costo de construcción es más alto, el riesgo de fugas es mayor, la sensibilidad del sistema al manejo es mayor, se requiere un personal más calificado, es necesario asegurar más el sistema (bombas, aireación y fuentes de agua alternas).

2. Corrales y jaulas Flotantes

El cultivo en jaulas podría definirse como la engorda de peces desde estadios juveniles hasta tallas comerciales en un área restringida y delimitada por mallas que permiten el libre flujo de agua. Vargas, W. (2000).

Castillo, V. (2004), explica que en el caso de la Tilapia, las primeras experiencias de cultivo en jaulas se realizaron hace apenas unos 15 años, habiéndose generalizado su uso en forma gradual en diferentes países de África, Asia y América.

Para Castillo, V. (2004), la principal ventaja del cultivo de la Tilapia en jaulas incide en poder aprovechar diversos ríos y embalses de aguas calientes que por su naturaleza y dimensiones poco características no podrían ser utilizados sin modificar su cauce, forma o construcción. El mismo autor manifiesta que cuando los embalses son poco profundos (estanques o arroyos), las jaulas se fijan sobre el lodo, pudiendo quedar el piso de la jaula en contacto con el fondo (corrales), o separado. Cuando los embalses lo permiten y/o cuando son más profundos, resulta referible el diseño de jaulas flotantes dejando una separación mínima entre el fondo y el piso de la jaula de 1 m para evitar que los peces tengan acceso al fondo donde se acumulan los excrementos y desechos, zona normalmente pobre en oxígeno disuelto. En general se recomienda la instalación de jaulas en áreas donde la profundidad sea superior a los 5 m para reducir el riesgo de brotes de enfermedades y/o parasitismo.

Lozano, D. y López, F. (2001), basados en las experiencias de granjas piscícolas en Colombia expresan que el tamaño de las jaulas depende de la naturaleza del cultivo. Las jaulas para la reproducción y alevinaje suelen ser pequeñas para facilitar su manejo y tener mejor acceso a los peces en forma individual. Para la engorda, el volumen de las jaulas puede variar entre 6 a 20 m³ cuando la explotación se efectúa con tecnología relativamente sencilla, mientras que para explotaciones industriales tecnificadas los volúmenes de las jaulas fluctúan entre

50 y 100 m³. En función del costo y de las densidades permisibles de acuerdo al volumen de las jaulas, se recomiendan las siguientes dimensiones:

- Para juveniles de 15 a 30g: jaulas cilíndricas de 0,5 m³ hechas de malla de plástico de 4mm, sostenidas por una estructura flotante rígida.
- Para juveniles de 30 a 100g: jaulas cúbicas de 1m³ iguales a las anteriores pero con malla de 8 mm.
- Para engorda de peces de 100 a 300g: jaulas cúbicas de 20 m³ con malla de nylon (20mm), o de plástico (malla 18-25mm).

D. FERTILIZACIÓN DE ESTANQUES

Estévez, M. (1999), considera que es indispensable la fertilización de los estanques, con esto se logra estimular la proliferación del plancton, los cuales servirán de alimento a los peces. Se puede fertilizar aplicando abonos químicos, orgánicos o combinados.

Lozano, D. y López, F. (2001), exponen que el aporte de nutrientes complementarios para los peces, dependiendo del tipo de cultivo generalmente es obtenido mediante la fertilización o abonamiento de los estanques para estimular su producción. Por ejemplo un aporte en los micro elementos del fitoplancton y zooplancton son 12 al 15% de Proteína, 3 al 7% de Grasas, Cenizas 1 al 4% y Carbohidratos del 7 al 1%.

Vargas, W. (2000), explica que los fertilizantes orgánicos como la gallinaza, porquinaza son importante utilizarlos con precaución debido al proceso de descomposición en el que liberan gran cantidad de dióxido de carbono el cual consume buena proporción de oxígeno disuelto.

Lozano, D. y López, F. (2001), afirman que los abonos, la gallinaza y porquinaza son los de más alto contenido de nutrientes y son los más utilizados en el sector

rural debido a su economía. Se puede utilizar de 5 a 10Kg/ 100m³/ 15 días si es porquinaza o gallinaza seca.

Vargas, W. (2000), establece que los abonos inorgánicos son los más recomendables, ya que son específicos, multiuso y se conoce exactamente la composición y relación de los compuestos. Nitrógeno y Fósforo son los dos nutrientes más importantes en la productividad primaria en el agua. El Nitrógeno es considerado de mucho más requerimiento que el Fósforo y es un componente de la dieta. Estévez, M. (1999), recomienda una dosis de fertilizante inorgánico de 20 a 40Kg/ Ha de abono como el 10 - 30 - 10. La frecuencia en su aplicación es cada quince días y se recomienda empezar con la dosis baja y ajustar según la respuesta del Estanque.

E. DENSIDAD DE SIEMBRA

Lozano, D. y López, F. (2001), afirman que uno de los principales parámetros que se debe controlar en cultivos de Tilapia Roja es la densidad de siembra, lo cual se le conoce como el número de peces por metro cuadrado.

Vargas, W. (2000), establece que la densidad de siembra va en relación al modelo tecnológico seleccionado en el cual influyen diferentes aspectos (Cantidad de agua administrada para el recambio del estanque, oxígeno disuelto en el agua, pH, etc.), una sobre densidad afecta el crecimiento de los peces, la utilización del alimento natural disponible en el estanque y el tamaño final de la Tilapia para la cosecha.

Otros autores como Lozano, D. y López, F. (2001), concuerdan con Vargas, W. (2000), en que la cantidad de peces a sembrar por metro cuadrado depende en forma importante del mercado que se pretenda manejar y del caudal de agua disponible que pueda entrar al estanque. Lo ideal es aprovechar al máximo el área del estanque, tener más cantidad de peces por metro cuadrado, con esto nos evitamos la construcción y el manejo de otros estanques.

Lozano, D. y López, F. (2001), afirman que se pueden sembrar hasta 4 peces por metro cuadrado, con recambio moderado, para obtener al total de siete meses de cultivo animales de 500 gramos. Se pueden tener densidades finales de cultivo de hasta 10 - 15 peces / m² cuyos estanques reciben un recambio de agua (60 litros por segundo).

Vargas, W. (2000), establece que para cada región la densidad de siembra es totalmente diferente, porque las propiedades físico-químicas del suelo y agua cambian considerablemente de un lugar a otro. Por lo cual el mismo autor propone que lo mejor que se puede hacer es retar poco a poco a los peces, es decir sembrar por debajo de lo que considerable. Se estima de acuerdo al caudal de agua que entre al estanque e ir subiendo la población cosecha tras cosecha, la experiencia que tenga el mismo piscicultor lo llevara hasta un límite máximo de siembra. Sembrar por ejemplo inicialmente 2 peces por metro cuadrado, si se nota que no hay problemas por falta de oxígeno o por un crecimiento retardado de los peces, retar al estanque en la próxima siembra a 3 peces por metro y así sucesivamente. Sin embargo es necesario conocer alguna de las tablas de densidad de siembra para tener una referencia. Esta tabla se adapta a un monocultivo con especie Tilapia Roja. Es de anotar que estas densidades son posibles con un recambio constante de agua y por supuesto aguas de excelente calidad. A continuación se describe las densidades de siembra, cuadro 1.

Cuadro 1. DENSIDADES DE SIEMBRA DE LA TILAPIA ROJA.

Entrada de Agua litros/segundo	Densidad de siembra /m
1 a 3 litros/segundo	Hasta 4 peces/m ²
6 a 10 litros/segundo	Hasta 15 peces/m ²
40 a 60 litros/segundo	Hasta 20 peces/m ²

Fuente: Vargas, W. (2000).

F. REPRODUCCIÓN

Según Lozano, D. y López, F. (2001), las tilapias poseen un tipo de reproducción bisexual, o sea que los espermatozoides y los óvulos se desarrollan en individuos machos y hembras separados. Las glándulas sexuales, llamadas Gónadas, son los ovarios en las hembras y los testículos en el macho, a diferencia de otros seres vivos no nacen con el sexo definido, en la Tilapia dichas glándulas se empiezan a diferenciar en la etapa temprana de su desarrollo entre el día 15 al 20 después de que nacen. Los machos reproductores presentan una coloración azul brillante en la cabeza, extendiéndose al cuerpo en un azul gris metálico. Como característica distintiva, en las aletas presenta una coloración rojiza muy tenue y al igual que en la aleta dorsal y caudal respectivamente, con peso máximo hasta 700g a los 7 meses de edad. Los mismos autores hablan de las hembras que tienen una similitud en la coloración con los machos excepto el tamaño a los 7 meses pueden pesar 450g todo va a depender de la alimentación, en el caso de las hembras dirigen el gasto de energía a la producción de huevos y no a engordar.

Lozano, D. y López, F. (2001), consideran a la Tilapia como un pez de reproducción precoz diferenciándose 2 grupos unos de incubación bucal como la Tilapia mosámbica y la mayoría que realiza su incubación en nidos. La hembra de mosámbica, de incubación bucal deposita de 75 a 250 huevos en el nido para luego recogerlos en su boca para llevarlos al macho a que descargue esperma en el nido y esto también es recogido por la hembra. Ahí se fertiliza y se incuban los huevos de 3 a 5 días, pero las larvas se quedan en la boca hasta que se absorben al saco vitelino después de lo cual pueden salir, pero en un lapso de 10 a 15 días todavía ingresan a la boca de la madre. Los Juveniles de la Tilapia mosámbica maduran de 2 a 3 meses, tiempo para el cual tiene 6 a 10 cm de longitud. De ahí en adelante se reproducen cada 3 o 6 semanas mientras el agua este caliente.

Prughinin, Y. (2001), establece que las Tilapias nilóticos y áureas incuban sus huevos en los nidos, por lo tanto compensan las ventajas propias de la incubación

bucal produciendo más huevos. Una hembra nilótico puede depositar de 1000 a 1500 huevos y este es casi proporcional al peso del cuerpo de la hembra. Su madurez sexual la alcanza a partir de los 5 meses de edad.

Según Castillo, V. (2004), en general, las especies de los géneros *Sarotherodon* y *Zfeochromis* producen un menor número de huevos y de mayor tamaño que las especies del género *Tilapia*. En el primer caso, la fecundidad varía entre pocos cientos y mil a dos mil huevecillos por desove, mientras que en el segundo caso la fecundidad puede alcanzar varios miles de huevecillos por desove. En condiciones de cautiverio todas las *Tilapias* tienden a producir un mayor número de huevecillos por desove que las poblaciones silvestres.

Lozano, D. y López, F. (2001), reportaron que la Temperatura para el desove va desde los 25 a 31 °C.

Castillo, V. (2004), afirma que el éxito de la sobrevivencia de los alevines y crías, en general la producción depende en gran parte de la buena selección de los reproductores, por lo tanto debemos tomar en consideración las siguientes características: Peso de 250 a 500 gr, talla de 12 a 13cm, Edad de 6 a 12 meses, deben tener la cabeza y cola pequeña en relación al resto del cuerpo, Deben estar sin parásitos ni malformaciones.

G. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN

Estévez, M. (1999), señala que hay dos clases de alimentos importantes para los peces, los alimentos naturales y los suplementarios, por lo tanto la fertilización y la alimentación deben ir de la mano para tener éxito en el cultivo de la tilapia. El crecimiento, está directamente relacionado con la cantidad de alimento disponible en el estanque, los alevines recién nacidos consumirán los nutrientes de su saco vitelino hasta que este desaparece luego seguirán con el fitoplancton más pequeño y los adultos consumirán el plancton y plantas superiores.

Toledo, S. (2005), manifiesta que en cuanto a sus hábitos alimentarios, los peces pertenecientes a los géneros *Sarotherodon* y *Oreochromis* son omnívoros micrófagos (fitoplancton), y las Tilapias tienen preferencias por el consumo de macrófitas (vegetación acuática). A través de los alimentos disponibles u ofrecidos, los peces deben obtener suficientes cantidades de nutrientes esenciales, necesarios para garantizar la normalidad de 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 carotenoides. En el cultivo de tilapia el alimento puede representar entre un 40 a un 70 % de los gastos de producción, por ello gran parte de la eficiencia en el cultivo de tilapia ya sea semintensivo e intensivo depende principalmente de la cantidad y calidad del alimento suministrado. Vargas, W. (2000).

Jiménez, R. y Nepita, V. (2000), afirman que la Tilapia es una especie omnívora que consume en su dieta preferentemente detritus y restos de plantas vasculares. De manera secundaria consume algas, semillas de gramíneas, insectos, restos de peces, cladóceros, etc., dependiendo de la disponibilidad de recursos.

Castillo, V. (2004), coincide al manifestar que la Tilapia es omnívora y su requerimiento y tipo de alimento varía con la edad del pez. Los juveniles se alimentan de fitoplancton y de zooplancton como pequeños crustáceos.

1. Alimentos naturales

Lozano, D. y López, F. (2001), señalan que los organismos vivos son el alimento natural de los peces, los cuales son producidos en el agua donde ellos viven. Los peces crecen rápido y permanecen saludables si hay suficientes alimentos nutritivos que comer. Los alimentos naturales son el fitoplancton, zooplancton,

insectos y cierto tipo de plantas. La abundancia de estos organismos se incrementará en el estanque por medio de la fertilización.

Vargas, W. (2000), afirma que los alimentos naturales se obtienen del mismo medio ambiente del estanque y su producción se puede estimular aplicando abonos orgánicos de cualquier especie, pero los más efectivos son la gallinaza y la porquinaza fresca o seca y fertilizantes químicos como el 10-30-10.

Jiménez, R. y Nepita, V. (2000), explican que los organismos naturales alimenticios encontrados en un estanque provee nutrientes esenciales. En algunas ocasiones, este alimento natural no se encuentra disponible en suficiente cantidad para favorecer la adecuada nutrición para que los peces crezcan. Cuando esto sucede, los peces se deben alimentar a intervalos regulares, con alimento suplementario o concentrado.

2. Alimentos suplementarios

Lozano, D. y López, F. (2001), establecieron que la alimentación adecuada de los peces será determinante en el éxito de la crianza en términos de beneficio/ costo tomando en cuenta que el alimento balanceado es en este caso el insumo más costoso y cuyo suministro a los peces no puede ser carente ni excesivo recomendando un promedio del 3% del peso total diario, considerando la dieta de plancton de la tilapia en los estanques estará presente, compensando el consumo de alimento balanceado. Por lo tanto, la alimentación de los peces será manual y observando su demanda de alimento, tomando en cuenta el tamaño del bocado, debiendo considerar las distintas medidas del pellet (alimento balanceado), adecuadas al tamaño de la boca de los peces.

Castillo, V. (2004), explica que los alimentos suplementarios consisten en harinas, tajadas y concentrados balanceados, para asegurar un aporte adecuado de proteína, grasas, carbohidratos y minerales.

Lara, W. (2003), expresa que es inminente el empleo de piensos concentrados en la práctica de la piscicultura, los fines perseguidos son la economía en la mano de obra, abastecimiento regular y fácil almacenamiento y automatización en la distribución. El balanceado debe ser flotante o de presentación en extrusados de tal forma que permita controlar el consumo de las Tilapias en la superficie.

3. Necesidades nutritivas

Los requerimientos nutritivos en cuanto a proteína en la Tilapia son altos y elevan el costo de la ración. En alevines y durante todo el periodo de crecimiento, el pez requiere suficiente proteína para su desarrollo corporal. Lozano, D. y López, F. (2001), explican que los niveles requeridos de proteína dependen del peso del pez. El nivel de proteína que produce máximo crecimiento disminuye con el incremento del peso del pez. Los peces necesitan energía para cumplir diferentes procesos tales como crecer, moverse, realizar funciones digestivas, construcción y regeneración de tejidos.

Los requerimientos energéticos según Vargas, W. (2000), deben cumplir dos funciones importantes, la de mantenimiento, que es prioritario y luego la energía para ganancia de peso que permite el crecimiento. Cuando se raciona al pez con un 3% del peso corporal, se entiende que el 1% es para mantenimiento y el 2% para crecimiento, a continuación cuadro 2.

Cuadro 2. REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA EN LA DIETA SEGÚN EL TAMAÑO DE LA TILAPIA.

Rango de peso (gramos)	Nivel de proteína (%)
Larva a 1.0	40 a 45
1.0a10	40 a 35
10 a 30	30 a 35
30 a 250	30 a 35
250 a talla mercado	25 a 30

Fuente: Lozano, D. y López, F. (2001).

4. Cantidad y frecuencia de la ración

Según Vargas, W. (2000), el mejor método para saber cuánto alimento suministrar al día es utilizar el muestreo de población, que consiste en sacar el 10% al 15 % de los peces, tomar su peso promedio, multiplicarlo por el número total de animales del estanque obteniendo la biomasa que nos sirve para ajustar la ración diaria según un porcentaje establecido para cada peso promedio.

Lozano, D. y López, F. (2001), manifiestan que para la alimentación se debe tener en cuenta el comportamiento psicológico de los peces, su tendencia a alimentarse en horas de la mañana, ya que las secreciones del tracto digestivo se van incrementando en el transcurso de la mañana, llegando a su pico en las primeras horas de la tarde y declinando hasta ser mínima en la noche, por este motivo los períodos de alimentación antes de las 8:00 de la mañana no cumplen con el efecto esperado, ya que ante la mínima acidez en el tracto digestivo de la Tilapia, el alimento pasa a través de él casi sin ser procesado. El Horario ideal de alimentación debe ser entre la 8:00 a.m. y 3:00 p.m. siendo mejor entre las 10:00 a.m. y 3:00 p.m. cuando la acidez del tracto digestivo es máxima y por lo tanto su asimilación mejor, a continuación cuadro 3.

Cuadro 3. ALIMENTACIÓN DE TILAPIAS.

Tipo de alimento	Proteína (%)	Peso corporal tilapia (gr)	Tamaño partícula (mm \pm 0,5)	Rango (días)	Tasa alimenticia (% biomasa)	Dosis recomendada (días)
Juvenil 1	35	5a 10	2,2	31 a 50	8	6
Juvenil 2	32	11 a 60	2,2	51 a 100	6	6
Engorde 1	32	61 a 150	2,8	101 a 140	4	4

Engorde 2	30	151 a250	3,5	141 a 180	2,5	3a4
Engorde 3	28	251 a 350	6	181 a 220	1.5	3
Engorde 4 A	24	350 a 550	é	221 a 275	1.5	3
Engorde 4 B	24	>550	9,5	>275	1,5	2a3
Reproductor	40	150 ^a 1000	2,8/3,75	> 100	4	3

Fuente: Manual de cultivo de tilapia roja. Pronaca. (2006).

H. USO DE LA FITASA EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA

1. Enzimas

Arango, J. (2008), manifiesta que las enzimas son proteínas con una estructura molecular tridimensional compleja. Ellas solamente actúan en condiciones específicas (temperatura, pH, humedad), actúan con su substrato específico. Las Enzimas son producidas por organismos vivos, tales como: microorganismos, plantas y animales. Las Enzimas adicionadas a los alimentos son partidas en el tracto digestivo en la misma forma que otras proteínas.

Según Arango, J. (2008), la actividad enzimática fue usada a través de la historia para producir y preservar alimentos sin el conocimiento de la naturaleza y las características de las enzimas usadas. Los primeros trabajos con enzimas fueron originadas en el siglo 19. La estructura química de las enzimas fue establecida en el siglo 20. Después de la segunda guerra mundial se logro producir en forma industrial las enzimas, vía fermentación. A mediados de 1980 se incremento el interés por el uso de las enzimas en alimentos para animales. En 1993 se obtiene

en la Unión Europea el permiso para ser usados como aditivos para alimentos. Hoy la mayoría de las enzimas disponibles comercialmente son producidas por micro-organismo. (Hongos, levaduras y bacterias). Preparaciones enzimáticas de tejidos de animales (Ej.: lipasas y proteasas desde el páncreas), y plantas (Ej.: 42 lipasas de la papaya), tiene amplia aplicación en la industria de alimentos.

a. Aplicación de las enzimas

Arango, J. (2008), manifiesta que en el momento los más importantes grupos de enzimas producidos por microorganismos son las proteasas y las carbohidrasas. Los principales mercados para las enzimas son: Industria de detergentes, producción de almidones y procesamiento de leches. Existen aplicación y usos en otro amplio grupo de industria: papel, cueros, etc.

b. Nomenclatura de las enzimas

Arango, J. (2008), menciona que en 1961 la Comisión Internacional conocido en ingles como: Enzyme Commission (E.C.), crearon reglas y regulaciones para la clasificación sistemática de las enzimas. En esta regulación las enzimas son divididas en seis principales grupos, de acuerdo al tipo de reacción que estas catalizan. Se dividen en: Oxireductasas, Transferasas, Hydrolasas, Lyasas, Isomerasas, Ligasas. Las enzimas usadas como aditivos en nutrición animal son exclusivamente de hidrólisis.

c. Modo de acción de las enzimas

Arango, J. (2008), manifiesta que las enzimas son catalizadores biológicos, altamente efectivos que aceleran las reacciones químicas, las cuales podrían ser muy lentas sin la presencia de estas. Hacen posible una sucesión de reacciones químicas en sistemas biológicos. No son gastadas durante la reacción es decir ellas catalizan y retornan a su estado normal. Son requeridas cantidades pequeñas para los substratos.

Arango, J. (2008), explica que las enzimas actúan como el mecanismo “candado y llave”, adicionados a los alimentos son descompuestos en el intestino similar a las otras proteínas. No hay residuos de estas enzimas detectadas en las heces. No hay necesidad de un periodo de retiro antes de faenar los animales.

2. El fósforo

a. Importancia

Arango, J. (2008), manifiesta que el fosforo es esencial para el metabolismo y la formación de los huesos. La deficiencia está relacionada a deformaciones y mal crecimiento. La harina de pescado es una buena fuente de fósforo disponible. El fósforo tienen baja disponibilidad en proteínas de origen vegetal y carbohidratos, soya, maíz, arroz. Los niveles de fósforo en el agua pueden ser usados para limitar la producción por nivel de polución.

FAO. (2003), menciona que entre las funciones biológicas del fosforo están: es un componente esencial de huesos, cartílago y exoesqueleto de crustáceos, componente esencial de los fosfolípidos, ácidos nucleicos, fosfoproteínas (caseína), ésteres de fosfato altamente energéticos (ATP), hexosa fosfatos, fosfato de creatina y varias enzimas claves. Como componente de estas sustancias con importancia biológica, el fósforo juega un papel central en el metabolismo celular y energético. Los fosfatos inorgánicos sirven como buffers importantes en la regulación del balance normal ácido-base (es decir pH), de los fluidos corporales.

b. Fuentes dietéticas y absorción

FAO. (2003), indica que las fuentes dietéticas ricas en fósforo incluyen la roca fosfórica, fosfato dicálcico, harina de hueso (20-10%); harina de carne y hueso,

harina de pescado blanco, harina de camarón, harina de productos secundarios de aves, excreta seca de aves (5-2%); salvado de arroz, pulido de arroz, salvado de trigo, residuos de la molienda del trigo, residuos de la molienda del trigo, levadura seca de cerveza, harina de semilla de girasol, harina de semilla de algodón, harina de semilla de ajonjolí, suero seco, (2-1%).

FAO. (2003), menciona que aunque las sales solubles de fósforo pueden ser absorbidas a través de la piel, aletas y branquias de peces y camarones, la concentración de fósforo en agua dulce y de mar es baja y consecuentemente los requerimientos corporales de fósforo, son cubiertos generalmente a partir de la dieta. Entre los alimentos vegetales, incluyendo cereales y oleaginosas, el 50–80% del fósforo existe en forma de sales de calcio o magnesio del ácido fítico; siendo el ácido fítico un éster hexafosfato del inositol. Esta forma orgánica del fósforo primero debe ser hidrolizada, dentro del tracto gastrointestinal por la enzima fitasa, a inositol y ácido fosfórico, antes de que pueda ser utilizado y absorbido por el animal. Así como con el calcio, la absorción del fósforo inorgánico es facilitado por la elevada acidez gástrica; así, entre más solubles sea la sal, mayor será la disponibilidad y absorción de fósforo, a continuación cuadro 4.

Cuadro 4. REQUERIMIENTO DE FÓSFORO EN TILAPIA.

Especie /elemento	Requerimiento dietético (%)
Tilapia (<i>O. niloticus</i>)	≤ 0.90
Tilapia (<i>O. aureus/ niloticus</i>)	0.45- 0.6

Fuente: Watambe, M et al. (1980) y; Viola, Z y Arieli,J.(1986).

c. Uso de enzimas en dieta para acuicultura

Arango, J. (2008), manifiesta que el uso de enzimas en dietas para acuicultura ha tenido un uso limitado debido a las condiciones de proceso en pre acondicionadores, peletizado y extrusión requiere de formas químicas estables. Intentos de usar enzimas pre-peletización o extrusión no han sido bien realizadas

por lo que la aplicación líquida en forma de spray Pos-extrusión/ peletización es el método de elección para alimentos acuícola.

Arango, J. (2008), menciona que los beneficios de las Fitasas para la acuicultura son: Mejora la disponibilidad de fósforo desde cereales y otros ingredientes vegetales por la liberación del fitato, Mejora la disponibilidad de otros nutrientes: calcio, proteína/amino ácidos, minerales trazas y lo más importante reduce la excreción de fósforo y por la tanto la polución ambiental.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental Piscícola Jacalurco; localizada en la parroquia Madre Tierra perteneciente al Cantón Mera de la Provincia de Pastaza, a 12 Kilómetros de la ciudad del Puyo. El trabajo de campo tuvo una duración de 120 días. A continuación cuadro 5.

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ZONA.

Constante	Valor
Altitud	1050 m. s. n. m.
Temperatura promedio	13, 09°
Humedad relativa	68.05%

Fuente: Proyecto Piscícola Jacalurco. (2009).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

El total de unidades experimentales utilizadas en la investigación fueron 20 animales por cada tratamiento y 3 repeticiones es decir en total 240 tilapias en estado juvenil, se construyeron jaulas en la piscina de 2 x 2 m con 120cm de altura; en donde se alojaron juveniles de Tilapia roja.

C. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES

Las instalaciones, equipos y materiales que se utilizaron en el presente trabajo de investigación se detallan a continuación.

1. Instalaciones

- Jaulas de malla plástica de 4m²

2. Equipos de campo

- Balanza de precisión
- Calibrador
- Atarraya
- Trasmallo
- Chayo
- Calculadora
- Computadora
- Cámara fotográfica

3. Materiales

- Manguera de 1 pulgada
- Manguera de ½ pulgada
- Llaves de paso de ½ vuelta
- Regla graduada
- Baldes plásticos

- Equipo de Trabajo y limpieza
- Palas
- Botas
- Acoples
- Balanceado
- Cal
- Carbonato de calcio
- Fertilizante fitobloom
- Guantes desechables
- Bandejas
- Equipo de disección
- Enzima fitasa

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó el efecto de la inclusión de fitasa en aspersión líquida sobre el alimento balanceado, bajo un Diseño Completamente al Azar de tres niveles de Fitasa (500, 1000 y 1500 UI). En el cuadro 6 se detalla el esquema del experimento.

Se contó con tilapias juveniles en los que se distribuyó cuatro tratamientos con tres repeticiones y un Tamaño de Unidad Experimental de 20 tilapias. De acuerdo al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Variable en estudio

μ = Promedio de la población.

T_i = Efecto de la fitasa.

ϵ_{ij} = Término de error aleatorio asociado a la variable Y_{ij} .

Cuadro 6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS	CODIGO	REPETICIONES	NÚMERO DE UE	TOTAL
0	T 0	3	20	60
500 UI de fitasa	T1	3	20	60
1000 UI de fitasa	T 2	3	20	60
1500 UI de fitasa	T 3	3	20	60
TOTAL				240

Elaborado por: Villarroel, M. (2010).

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Los parámetros que se tomaron en cuenta en la presente investigación son:

- Talla de la tilapia a los 30, 60, 90 y 120 días
- Ganancia de peso a los 30, 60, 90 y 120 días
- Consumo Total alimento, kg.
- Conversión alimenticia
- Beneficio – costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

- Análisis de Varianza (ADEVA).
- Separación de las medias utilizando la prueba de Tukey ($P < 0.05$).
- Análisis de Regresión y Correlación.

Como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de Variación.	Grados de Libertad.
TOTAL	11
TRATAMIENTOS	3
ERROR	8

Fuente: Villarroel, M. (2010).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Descripción del experimento

En el proceso de investigación se realizaron las siguientes actividades:

- Adecuación de los estanques de tierra, con el arreglo de paredes, fondo.
- Limpieza y desinfección.
- Construcción de jaulas.
- Llenado de estanques y fertilización con la utilización de fitobloón.
- La siembra de los juveniles que se levantaron, se realizó de acuerdo a cada tratamiento previo a un sorteo aleatorio.
- Las variables ganancia de peso y conversión alimenticia de la Tilapia Roja fueron registrados al inicio de la investigación así como cada 30 días.
- El alimento concentrado se suministró en varias raciones diarias, para empezar fueron 4 raciones a las 08: 00, 11: 00, 13: 00 y a las 15: 00. Después se suministró tres raciones diarias.
- Al terminar el trabajo de campo los datos se tabularon aritméticamente y se realizó el análisis estadístico mediante el Adeva, los análisis de Correlación, Regresión y la prueba de significancia según Tukey, para su posterior interpretación y publicación de los resultados.

H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

- Talla. Para esta variable de la Tilapia Roja fue tomada al inicio de la investigación con un calibrador pie de rey y posterior a este se tomo mediante una cinta de medición cada 30 días hasta concluir con el trabajo a los 120 días.
- Ganancia de Peso. Para la ganancia de peso cada 30 días se utilizó la fórmula:

$$\text{Gp total a los 30 días} = (\text{PF 30 días}) - (\text{PI})$$

$$\text{Gp total a los 60 días} = (\text{PF 60 días}) - (\text{P 30 días})$$

$$\text{Gp total a los 90 días} = (\text{PF 90 días}) - (\text{P 60 días})$$

$$\text{Gp total a los 120 días} = (\text{PF 120 días}) - (\text{P90 días})$$

Gp= ganancia de peso
PF= peso final
PI= peso inicial
- Consumo de alimento. Se evaluó de acuerdo al racionamiento dividida en varias raciones diarias, para empezar fueron 4 raciones a las 08: 00, 11: 00, 13: 00 y a las 15: 00. Después se suministró tres raciones diarias.
- Conversión alimenticia. Se utilizó la formula:
CA= consumo diario/ganancia de peso/día.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. DETERMINACIÓN DE LA TALLA

1. Talla

La talla promedio con que se inició la presente investigación fueron: 10,19cm para el tratamiento T0, 10,60cm para el tratamiento T1; 10,53cm para el tratamiento T2 y 9,98 cm para el tratamiento T3; los mismos que estadísticamente no tuvieron diferencias significativas y homogéneos entre sí, razón por la cual se decidió utilizar un Diseño Completamente al Azar. Estos datos se encuentran detallados en el cuadro 8.

Transcurridos 30 días de investigación se pudo observar que existieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos T1 y T2 con respecto a T0 y T3, los mismos que arrojaron las siguientes tallas: 24,70 cm del tratamiento T1; 23,42 cm del tratamiento T2; 19,41 cm del tratamiento T0 y 21,05 cm del tratamiento T3. Cuadro 8. Los resultados obtenidos en la presente investigación no concuerdan con lo señalado por Merino, P. (2007), quien evaluó diferentes densidades de peces con alimentación externa, observándose una talla de 14 cm, alimentados únicamente con alimento concentrado, motivo por el cual se dice que los animales no tuvieron similar capacidad y aprovechamiento del alimento. El mejor incremento en la talla en los tratamientos T1 y T2, se debe al mejor aprovechamiento y asimilación del alimento que cubre en su mayoría los requerimientos del animal, además de que en la presente investigación se mantuvo una muy buena calidad del alimento y a su vez una óptima calidad del agua. Se puede asumir esta mayor talla debido a que las tilapias fueron solo machos, y estos se desarrollan mejor puesto que no realizan actividades como la reproducción, por lo cual pueden no tener el mismo desarrollo. Al cotejar las tallas logradas en el presente estudio con los obtenidos por Orejuela, M. (1999), que alcanzó 16,75 cm, de igual manera estas tallas propuestas son inferiores a las obtenidas en la investigación. Hay que recalcar que la presente investigación tuvo al inicio tallas en sus animales de 9 cm.

Cuadro 8. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE FITASA EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA.

Parámetros	TRATAMIENTOS				Prob.	Signf.
	TESTIGO	500 UI DE FITASA	1000 UI DE FITASA	1500 UI DE FITASA		
	T0	T1	T2	T3		
Talla Inicio, cm.	10,19	10,60	10,53	9,98		
Talla a los 30 días, cm.	19,41 b	24,70 a	23,42 a	21,05 b	0,0004	**
Talla a los 31- 60 días, cm.	23,77 c	30,04 a	28,17 ab	26,20 bc	0,0003	**
Talla a los 61- 90 días, cm.	29,00 c	37,48 a	33,70 b	32,14 bc	0,0003	**
Talla a los 91- 120 días, cm.	32,44 c	40,95 a	37,14 b	34,96 bc	0,0004	**
Ganancia de Peso a los 30 días, g.	31,00 c	54,66 a	46,50 b	38,33 c	0,0001	**
Ganancia de Peso a los 31- 60 días, g.	26,50 c	46,33 a	43,16 a	34,50 b	0,0001	**
Ganancia de Peso a los 61- 90 días, g.	80,05 b	158,33 a	132,72 a	93,83 b	<0,0001	**
Ganancia de Peso a los 91- 120 días, g.	75,83 b	153,66 a	73,93 b	72,00 b	<0,0001	**
Consumo total de alimento, g.	450,00	450,00	450,00	450,00	-----	ns
Conversión Alimenticia.	2,11 c	1,09 a	1,519 b	1,89 bc	0,0573	*

Fuente: Villarroel, M. (2010).

Donde:

*: Existe diferencias significativas, (P<0.05).

** : Diferencias altamente significativas, (P<0.01).

ns: Diferencias no significativas, (P>0.05).

Medias con diferentes letras en una misma fila, difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

Posteriormente a los 60 días de estudio se notó que existieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en las tallas de las tilapias entre los tratamientos T1 y T0, los cuales manifestaron tallas de 30,04 cm y 23,77 cm respectivamente. Valores que difieren con las tallas obtenidas por Merino, P. (2007), quien evaluó diferentes densidades de peces con alimentación externa, observándose una talla de 17,45 cm, alimentados únicamente con alimento concentrado. El mejor incremento en la talla en el tratamiento T1, se debe al mejor aprovechamiento y asimilación del alimento que cubre en su mayoría los requerimientos del animal, además de que en la presente investigación se mantuvo una muy buena calidad del alimento y a su vez una óptima calidad del agua. Orejuela, M. (1999), que alcanzó 22 cm, estas tallas propuestas son inferiores a las obtenidas en la presente investigación, se asume igual que en el caso anterior que las tallas diferentes obtenidas son a consecuencia de que los animales no tuvieron similar capacidad y aprovechamiento del alimento, además que el suministro de alimento en la presente investigación fue superior en calidad y cantidad.

A los 90 días de experimentación los animales en estudio, manifestaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en sus tallas, donde las mayores estaturas obtenidas fueron en los tratamientos T1 y T2 con 37,48 cm y 33,70 cm respectivamente, teniendo los menores portes el tratamiento T0 con 29,00 cm. Al término de su investigación Orejuela, M. (1999), obtuvo 26 cm, estas tallas expuestas son menores a las expuestas en la presente investigación, se asume que las tallas diferentes obtenidas son a consecuencia de que los animales no tuvieron similar capacidad y aprovechamiento del alimento, además que el suministro de alimento en la presente investigación fue superior en calidad y cantidad. Vique, E. (2004) que obtuvo tallas de 28.6 centímetros al final de 90 días de producción, observándose una talla similar con la mostrada en la presente investigación. De esta forma se dice que esta parecida talla obtenida se debe a que las condiciones en que se realizaron los trabajos fueron análogas, además que las cantidades de alimento así como la calidad del agua fueron las mejores.

Transcurridos 120 días de experimentación las tilapias, mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en sus tallas, donde la mayor estatura obtenida

fue en el tratamiento T1 con 40,95 cm, y a su vez el menor tamaño lo mostraron las del tratamiento T0 con 32,44 cm. Los datos de la presente investigación discrepan con los determinados por Merino, P. (2007), quien evaluó diferentes densidades de peces con alimentación externa, observándose una talla de 31,65 cm, alimentados únicamente con alimento concentrado. El mejor incremento en la talla en el tratamiento T1, se debe al mejor aprovechamiento y asimilación del alimento que cubre en su mayoría los requerimientos del animal, de igual forma en la investigación se mantuvo un muy buen nivel de calidad del alimento y a su vez una optima calidad del agua, es primordial manifestar que la inclusión de 500 UI en este tratamiento no tiene ninguna influencia sobre la talla. Orejuela, M. (1999), que alcanzó 33 cm, estas tallas propuestas son inferiores a las obtenidas por nosotros, por tal razón podemos decir que los tamaños diferentes obtenidos son a consecuencia de que los animales no tuvieron similar capacidad y aprovechamiento del alimento, además que el suministro de alimento en la presente investigación fue superior en calidad y cantidad. Al utilizar fitasas, nutrientes como proteínas, almidón y diversos minerales quedan liberados y, en consecuencia, es esperable un aumento de la digestibilidad de la energía, de los aminoácidos y de los minerales. En este sentido Kornegay, L. (1997), sugiere mejoras en la digestibilidad de los aminoácidos y “puede ser” que en energía; con las informaciones disponibles en la actualidad, parece prudente utilizar las fitasas para su aplicación fundamental, es decir, mejorar el aprovechamiento del fosforo fítico y no dar sobrevalores extras para otros nutrientes para los cuales se necesita más información científica. En todo caso, si se confirmase una ligera mejora en el aprovechamiento energético y proteico, la ración prácticamente se mantendría equilibrada y seria un beneficio extra de la utilización de fitasa.

Regresión Cuadrática de la Talla con respecto a los niveles de inclusión.

Con los datos obtenidos de los tamaños de los tratamientos estudiados, se realizó una regresión cuadrática, los tratamientos respondieron a las siguientes ecuaciones de regresión cuadrática, (cuadro 9). Las representaciones de las regresiones en el grafico 1, 2, 3 y 4.

Cuadro 9: ECUACIONES DE REGRESIÓN PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE FITASA, DE ACUERDO A LAS TALLAS OBTENIDAS DURANTE 120 DÍAS DE INVESTIGACIÓN.

CÓDIGO	DÍAS	A	B	b1	$y = a + bx + bx^2$	R	r^2
MV-PJ 0	0- 30	19,68	0,01222	0,000008	$Y=19,68+0,01222t-0,000008t^2$	0,954	91,1 %
MV-PJ 1	31- 60	24,23	0,01391	0,000009	$Y=24,23+0,01391t-0,000009t^2$	0,909	82,6 %
MV-PJ 2	61- 90	29,72	0,01619	0,000010	$Y=29,72+0,01619t-0,000010t^2$	0,848	71,9 %
MV-PJ 3	90- 120	33,14	0,01679	0,000011	$Y=33,14+0,01679t-0,000011t^2$	0,867	75,1 %

Autor: Villarroel, M. 2010.

Donde:

a: Intercepto del Coeficiente.

b: Coeficiente de Regresión.

x: Valor de la Variable Estudiada.

r: Coeficiente de Correlación.

r^2 : Coeficiente de Determinación.

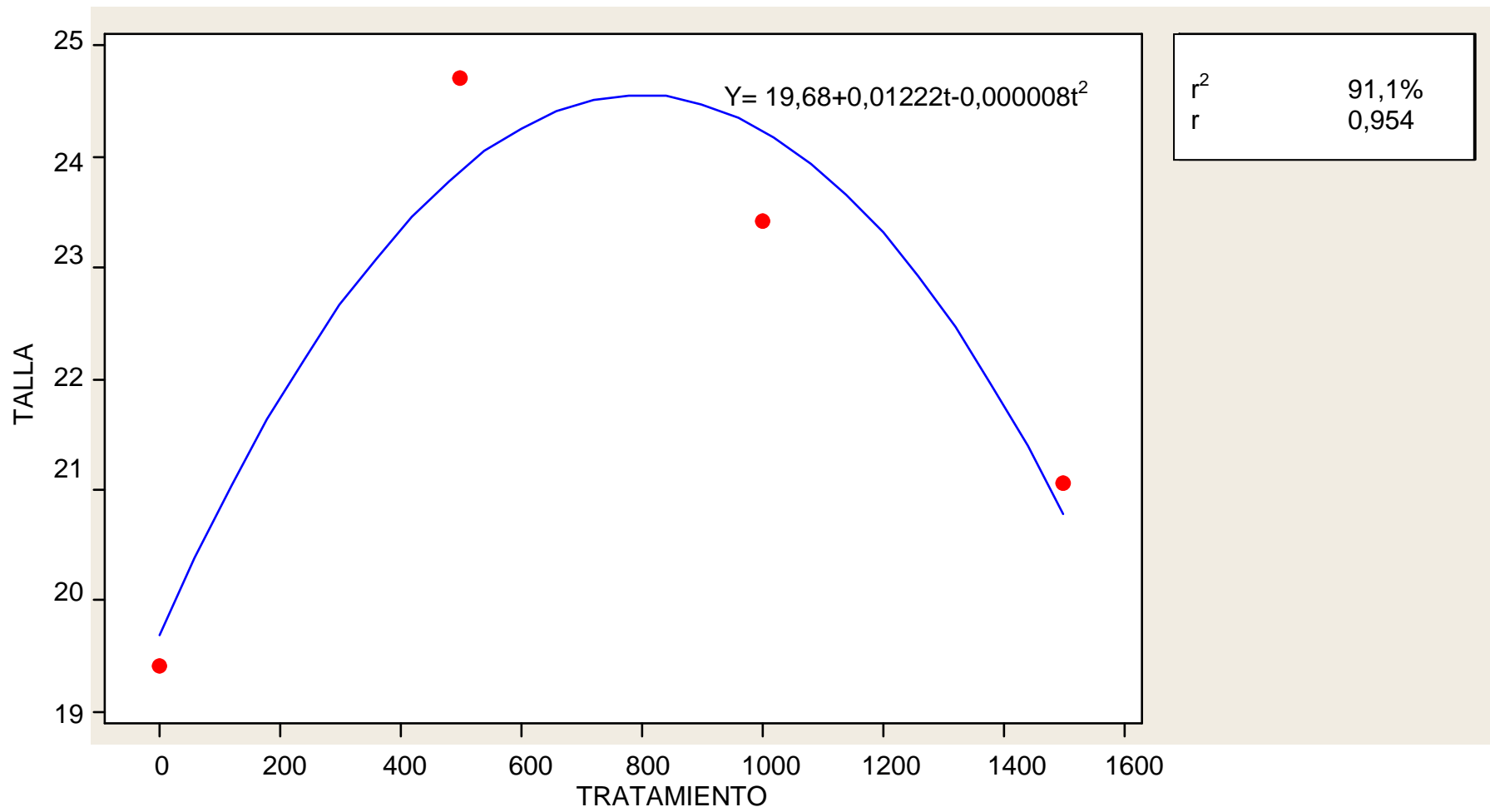


Gráfico 1. Regresión de diferentes niveles de fitasa, de Tilapias, de acuerdo a la talla obtenida para cada uno de los distintos tratamientos desde día 0- 30 días.

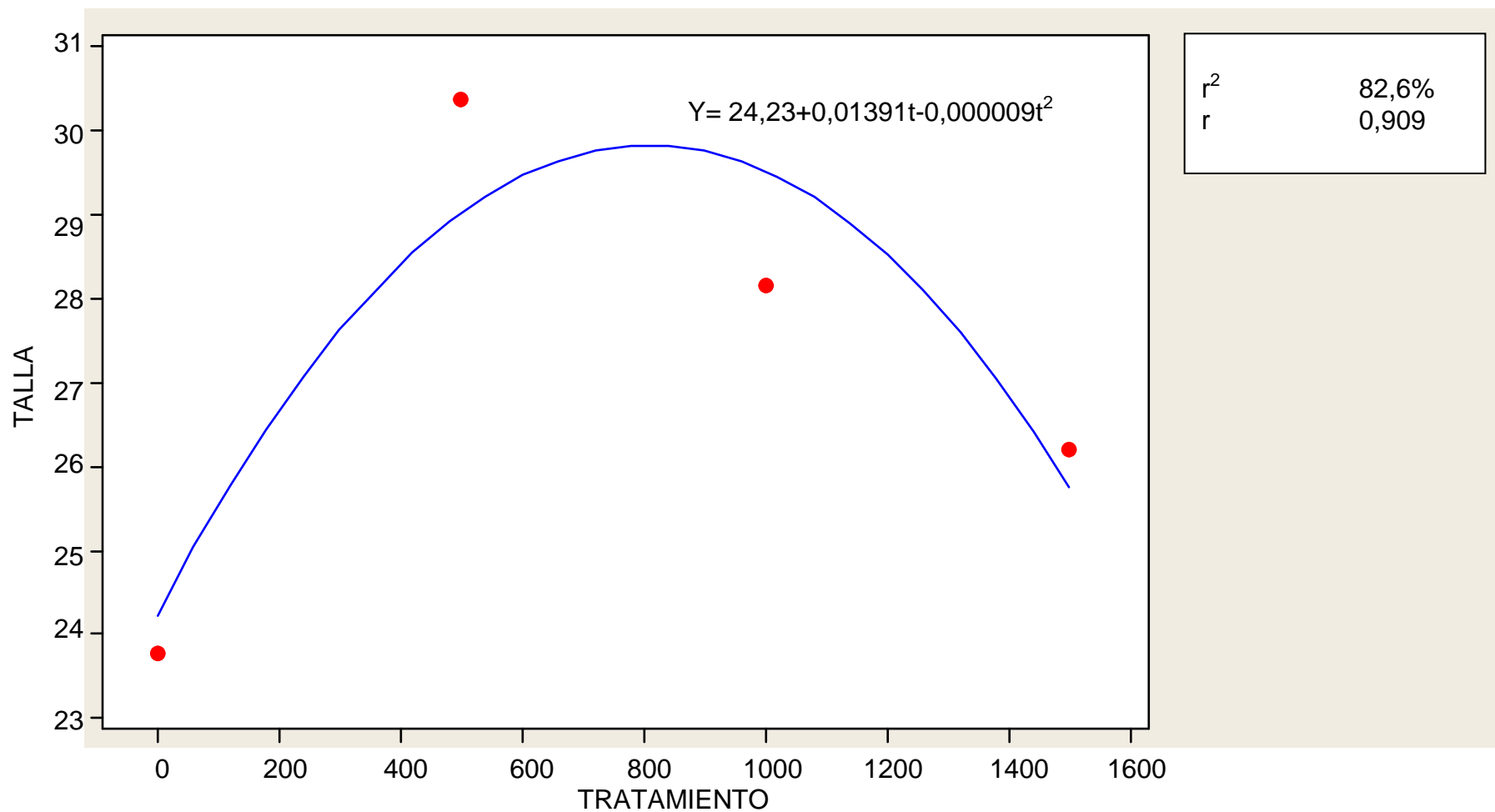


Gráfico 2. Regresión de diferentes niveles de fitasa, de Tilapias, de acuerdo a la talla obtenida para cada uno de los distintos tratamientos desde 31- 60 días.

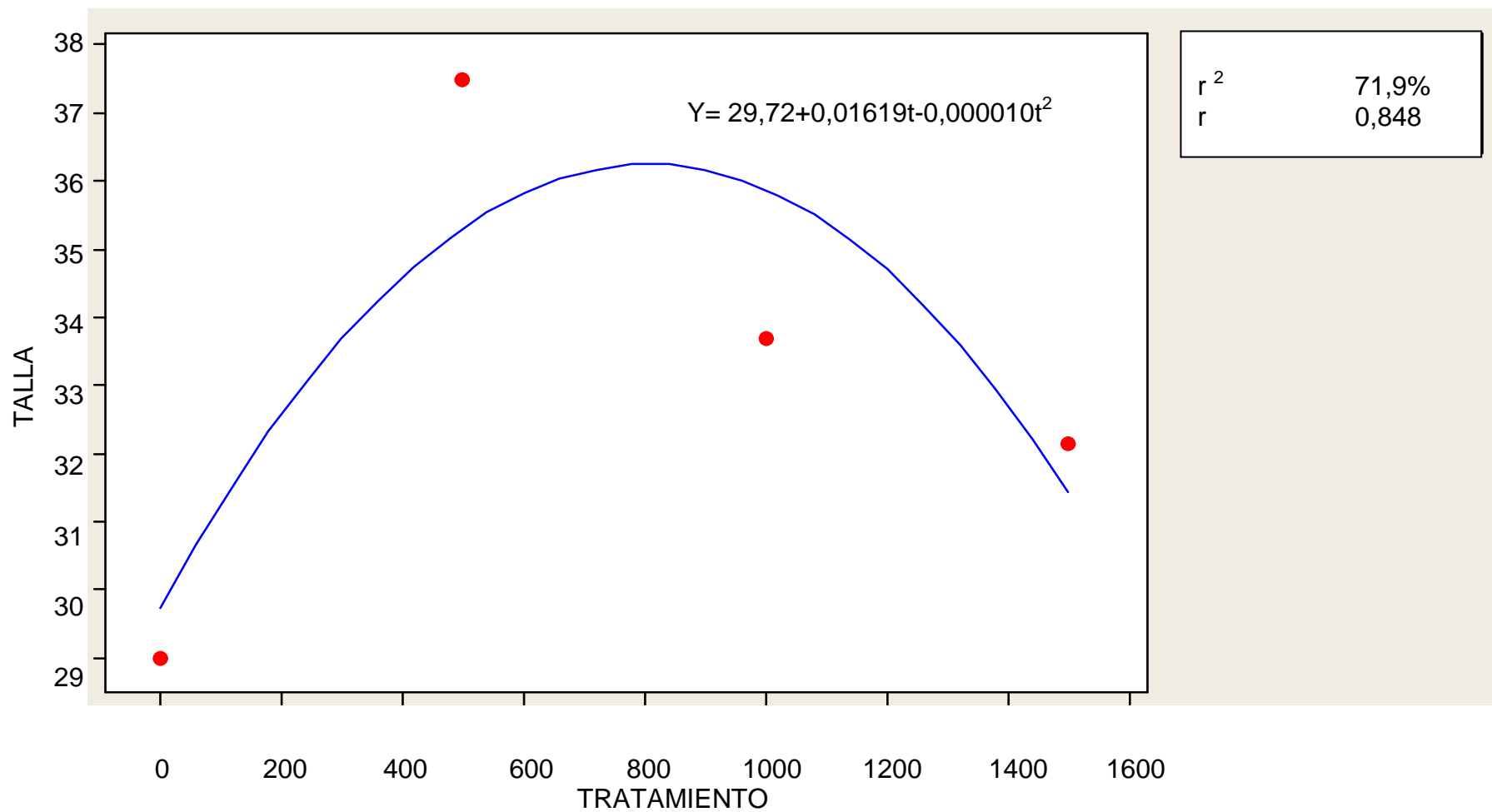


Gráfico 3. Regresión de diferentes niveles de fitasa, de Tilapias, de acuerdo a la talla obtenida para cada uno de los distintos tratamientos desde 61- 90 días.

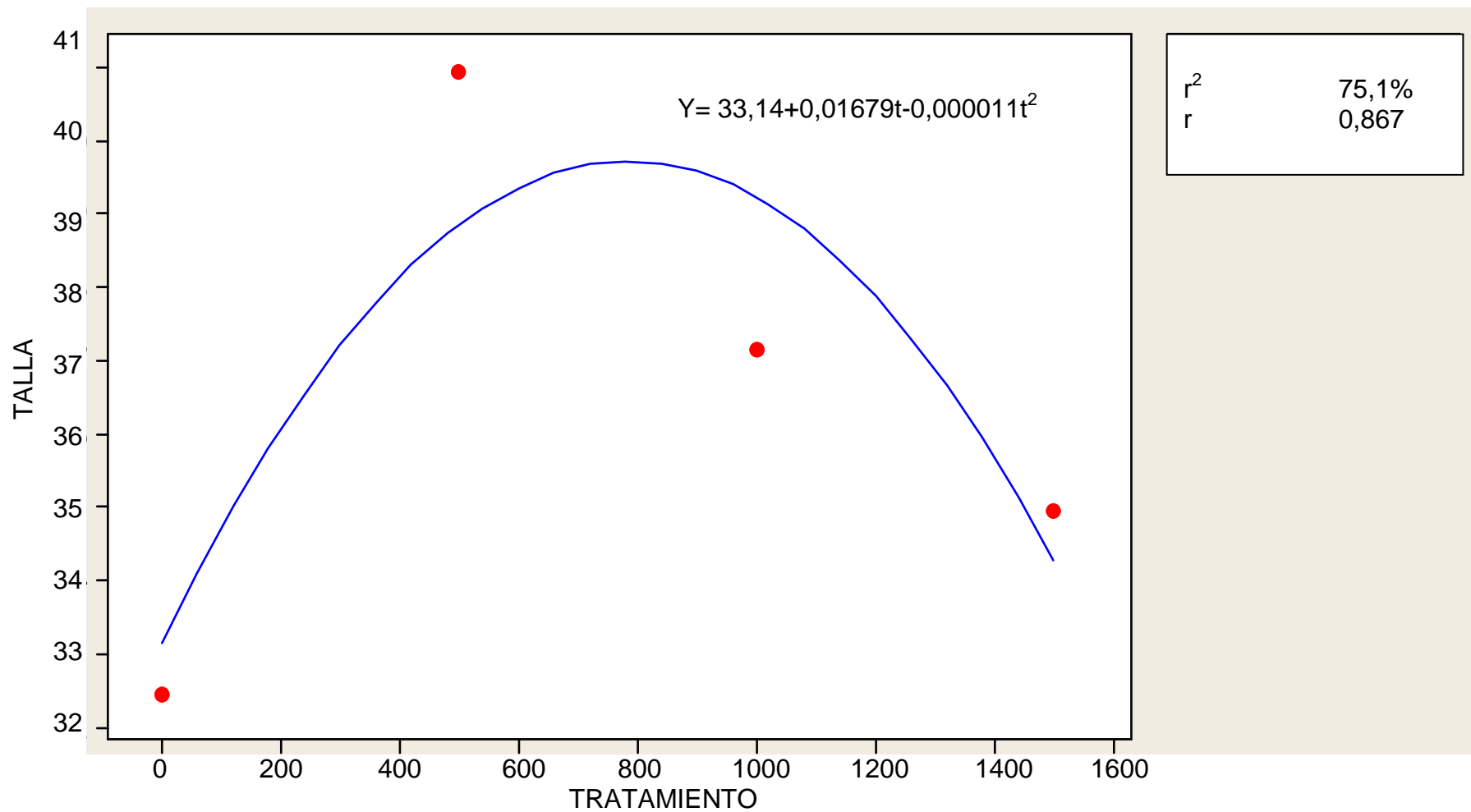


Gráfico 4. Regresión de diferentes niveles de fitasa, de Tilapias, de acuerdo a la talla obtenida para cada uno de los distintos tratamientos desde 91- 120 días.

2. Ganancia de Peso

Después de 30 días de experimentación se notó que existieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos; T1 con respecto a los otros tratamientos, se observó que las mayores ganancias de pesos las obtuvieron los animales del tratamiento T1 los mismos que ganaron 54,66 g individualmente de peso durante 30 días de investigación, la menor ganancia de peso lo obtuvieron los animales del tratamiento T0 y T3, los cuales ganaron 31,00 g, y 38,33 g de peso respectivamente. Los datos se exponen en el cuadro 8. Se asume que la mejor ganancia de peso en el tratamiento T1 se debe a la buena asimilación del alimento y al aporte de nutrientes que cubren en su totalidad los requerimientos del animal. Estos datos pueden ser comparados con los mencionados por la American Tilapia Association. (2004), ya que en sus reportes manifiestan ganancias de peso 2.40 g/días/pez, también estos datos pueden ser cotejados con los mencionados por Guzmán, J. (1997), quien indica que en la mayoría de las piscifactorías de la provincia del Guayas se registran ganancias de peso de 1.5 a 2.0 g/día/pez. Siendo estos superiores a los obtenidos en la presente investigación, de esta forma se dice que la inclusión de diferentes niveles de fitasa en forma líquida sobre el alimento, no ejerció efecto alguno sobre la ganancia de peso, además que esta diferencia en la ganancia de peso se debe a que el presente trabajo se realizó con una mayor cantidad de siembra por metro cuadrado, que es motivo para que la ganancia de peso sea inferior a los obtenidos en otras investigaciones.

A los 60 días de experimentación se notó que existieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos T1 y T2 con respecto a los tratamientos T0 y T3, se observó que las mayores ganancias de pesos las obtuvieron los animales del tratamiento T1 y T2 los mismos que ganaron 46,33 g y 43,16 g de peso respectivamente hasta 60 días de investigación, la menor ganancia de peso lo obtuvieron los animales del tratamiento T0, los cuales ganaron 26,50 g de peso. Los datos se exponen en el cuadro 8.

Transcurridos 90 días de experimentación se observó que existieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos T1 y T2 con respecto a los tratamientos T0 y T3, la mayor ganancia de peso las obtuvieron los animales del tratamiento T1, que ganaron 158,33 g hasta los 90 días de investigación, la menor ganancia de peso lo obtuvieron los animales del tratamiento T0, los cuales ganaron 80,05 g de peso. Los datos se exponen en el cuadro 8. Se asume que la mejor ganancia de peso en el tratamiento T1 se debe al aporte nutritivo de la dieta. Los resultados se muestran en el cuadro 8.

Finalmente luego de 120 días de investigación se determinó que existieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos T1 y los demás tratamientos en estudio, obteniendo una mayor ganancia de peso los animales del tratamiento T1, que ganaron 153,66 g de peso al final de la investigación, y a su vez los tratamientos restantes no mostraron diferencias entre sí; es así que el tratamiento T3 obtuvo la menor ganancia de peso con 72,00 g. Los datos se exponen en el cuadro 8. Se asume que la mejor ganancia de peso en el tratamiento T1 se debe a la buena asimilación del alimento y al aporte de nutrientes que cubren en su totalidad los requerimientos del animal. Estos datos pueden ser comparados con los mencionados por la American Tilapia Association (2004), ya en sus reportes manifiestan ganancias de peso 2.40 g/días/pez, también estos datos pueden ser cotejados con los mencionados por Guzmán, J. (1997), quien indica que en la mayoría de las piscifactorías de la provincia del Guayas se registran ganancias de peso de 1.5 a 2.0 g/día/pez. Siendo estos superiores a los obtenidos en la presente investigación, de esta forma se obtiene que la inclusión de diferentes niveles de fitasa en forma líquida sobre el alimento, no ejerció efecto alguno sobre la ganancia de peso en comparación a otras investigaciones, la diferencia en la ganancia de peso se debe a que el presente trabajo se realizó con una mayor cantidad de siembra por metro cuadrado.

3. Consumo total de alimento

El consumo total de concentrado de las tilapias en estudio, obtuvo diferencias no significativas entre los tratamientos de la investigación, debido a que el consumo

fue similar en todos los tratamientos debido a que el diseño experimental aplicado exige condiciones homogéneas de manejo en los diferentes tratamientos. Estos datos no concuerdan con los expresados por Merino, P. (2007), para el consumo total de alimento, registró para las unidades experimentales un consumo de alimento promedio de 390.39 gramos estando estos valores comprendidos entre 387.66 y 391.85 gramos, comparando estos índices con los registrados por Guzmán, J (1997), resultan inferiores ya que este autor en la zona tropical obtuvo peces de 400g en 180 días de crianza con 412.65g de concentrado en Tilapias reversadas. La mayor ganancia de peso tiene relación también con la talla puesto que la fitasa ayuda en la mejor asimilación de ciertos nutrientes y minerales como el calcio que producen un mayor desarrollo esquelético de la tilapia por lo tanto en relación a esto una mayor ganancia de peso.

4. Conversión Alimenticia

En lo referente a la conversión alimenticia, se logró determinar que existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, siendo el mejor el T1 con 1,09 seguido por el tratamiento T2 con un índice 1,52, luego el tratamiento T3 con 1,89 y el tratamiento T0 con un índice 2,11; lo cual nos indica que existió una mejor eficiencia alimenticia con el tratamiento T1. Popma, T. (2004), expresa que la conversión alimenticia por lo general se encuentra en 2 de promedio con alta alimentación y alto nivel de calidad de alimentos. Entonces de acuerdo a esta recomendación podemos decir que la eficiencia de conversión obtenida en la presente investigación se encuentra dentro de este rango, por lo tanto se tiene una buena conversión de alimentos. La conversión alimenticia de la presente investigación si concuerda con la obtenida por Merino, P. (2007), quien evaluó diferentes densidades de peces con alimentación externa, obteniéndose al final de 120 días de investigación una conversión alimenticia de 1,73. La densidad de peces por metro cuadrado tiene mucha influencia en la ganancia de peso en tilapias puesto que se obtienen mejores resultados mientras inferior sea el número de animales por metro cuadrado. En el gráfico 3 se muestra la conversión alimenticia obtenida en la presente investigación.

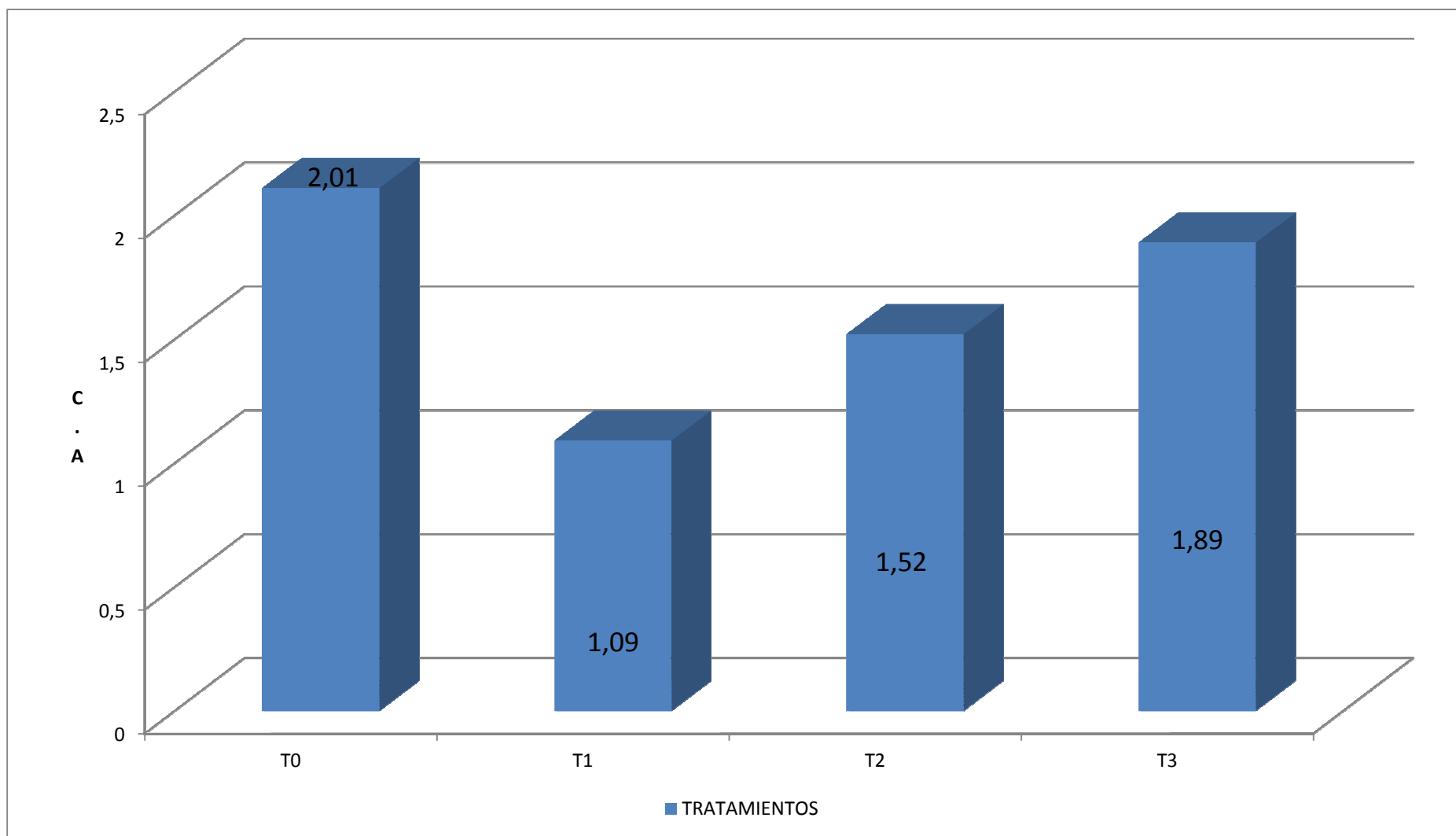


Gráfico 3: Conversión Alimenticia.

B. EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD MEDIANTE EL INDICADOR BENEFICIO / COSTO.

En el cuadro 10, se presentan los resultados de la Evaluación Económica correspondiente al efecto de la inclusión de fitasa en el alimento balanceado sobre el comportamiento productivo de Tilapia roja.

Cuadro 10. EVALUACIÓN DE TILAPIAS EN LA ETAPA JUVENIL BAJO EL SUMINISTRO DE FITASA EN LA DIETA.

TRATAMIENTOS				
CONCEPTO	T. TESTIGO	500 UI DE FITASA	1000 UI DE FITASA	1500 UI DE FITASA
<u>EGRESOS</u>				
Animales.	1,40	1,40	1,40	1,40
Alimento.	0,35	0,35	0,35	0,35
Servicios Básicos.	5	5	5	5
Implementación.	10	10	10	10
Fitasa	0	0,03	0,06	0,09
TOTAL EGRESOS	16,75	16,78	16,81	16,84
<u>INGRESOS</u>				
Venta de animales.	17,92	34,69	24,89	20,05
TOTAL INGRESOS				
Beneficio/costo.	1,07	2,07	1,48	1,19

Fuente: Villarroel, M. (2010).

X= Costo del kg PV 4,20 USD.

1 Costo por animal 0,07 USD.

2 Costo por kg de Pienso 0,70

USD.

3 Costo por implementación 80 USD.

4 Costo por servicios básicos 5

USD.

De acuerdo a la evaluación económica realizada el costo por kg de ganancia de peso a esta edad demostró un beneficio/costo de 1,07; 2,07; 1,48 y 1,19 dólares,

para los tratamientos analizados correspondiendo el mejor beneficio costo al tratamiento al que se suministro 500 UI de fitasa por aspersión líquida sobre el alimento. Económicamente se identifica una tendencia a aumentar el beneficio/costo. Esto significa que por cada dólar invertido se tiene una rentabilidad de 0,07; 1,07; 0,48 y 0,19 centavos de dólar en cada tratamiento respectivamente.

V. CONCLUSIONES

Después de realizada la presente investigación pudimos determinar las siguientes conclusiones:

1. La inclusión de diferentes niveles de fitasa (500, 1000, 1500 UI), mostro influencia sobre el comportamiento productivo de las tilapias rojas en estado juvenil, se observó que las tallas en el tratamiento T1 fueron altamente significativas con respecto a los demás tratamientos con una talla de 40,95 cm; de igual manera para el parámetro ganancia de peso con 153,66 g al final de 120 días de investigación.
2. Las mejores Ganancias de Peso la lograron las Tilapias a los que se suministró el alimento con 500 UI de fitasa con valores de 153,66 g, más no así el tratamiento al que se añadió 1500 UI de fitasa, que obtuvo una ganancia de 72,00 g, después de los 120 días de experimentación.
3. La mejor Conversión Alimenticia se observó en los animales del tratamiento T1 con una conversión alimenticia de: 1,09; respecto a los otros tratamientos.
4. De acuerdo a la evaluación económica realizada el costo por kg de ganancia de peso a los 180 días de edad demostró un beneficio/costo de 1,07; 2,07; 1,48 y 1,19 dólares, para los tratamientos analizados correspondiendo el mejor beneficio costo en los animales a los que se suministro 500 UI de fitasa por aspersión líquida sobre el alimento.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. Continuar con la realización de investigaciones con la utilización de niveles entre 500 a 1000 UI de fitasa puesto que, se mostro influencia en términos de talla y ganancia de peso, además de ser una gran opción para no contaminar el ambiente que se ve afectado por el alto contenido de fosforo que se desperdicia en las excretas de las tilapias.
2. Emplear fitasa en menores densidades de siembra, para potenciar el efecto de la fitasa en el comportamiento productivo de la tilapia roja.
3. Tomar en consideración las condiciones específicas para la crianza de la tilapia como son: la temperatura, pH, recambios de agua, densidad de siembra y principalmente trabajar con un buen material genético que nos asegure buenos resultados.

VII. LITERATURA CITADA

1. ACUATILSA. Registros del proyecto piscícola de acuicultura en Tilapias. 1998. sn. Mera, Ecuador. Edit. FEED. pp 20,21, 22.
2. AMERICAN TILAPIA ASSOCIATION. Manual de crianza de la tilapia. 2004. 1a ed. st. Maryland, Estados Unidos. se. pp 43, 44, 48.
3. ARANGO, J. Encuentro Nacional de productores de Tilapia en torno a las Buenas Prácticas de Producción Acuícola. 2008. Cali, Colombia.
4. CASTILLO, V. La historia genética e hibridación de la tilapia roja. 2004. 2a ed. st. Cali, Colombia. Edit. Comarpez. p 89.
5. ESTÉVEZ, M. Manual de piscicultura. 1999. 1a ed. st. Bogotá, Colombia. Edit. Santo Tomás, pp 46, 47, 59, 60, 71.
6. FAO. Manual de Piscicultura. 2001. 1a ed. st. México DF, México. Edit. Centro regional de asistencia técnica. pp 75, 80, 82.
7. GONZALES, J. Tecnología de las explotaciones piscícolas. 2003. 1a ed. st. Madrid, España. Edit. Mundi Prensa, pp 22, 23, 28, 30, 34

8. GUZMÁN, J. Comportamiento productivo de la tilapia en la zona tropical de Colombia. 1997. Conferencia a pequeños productores de la zona rural. Memorias.
9. JIMÉNEZ, R. Y NEPITA, V. El cultivo de la tilapia. 2000. 2a ed. st. Sao Paulo, Brasil. se. pp 116, 142.
10. KORNEGAY, L. Estudio de la digestibilidad de aminoácidos y otros compuestos dentro de la alimentación de monogástricos. 1997. Conferencia dirigida a productores de la zona rural de Colombia.
11. LARA, W. Comportamiento productivo de la Trucha Arco Iris desde alevín hasta el tamaño comercial. 1993. Tesis de Grado. sl. pp 25, 30.
12. LOZANO, D. Y LÓPEZ, F. Manual de piscicultura de la región Amazónica ecuatoriana. 2001. 1a ed. st. Quito, Ecuador. Edit. Mosaico, pp 154, 155, 156, 157.
13. MERINO, P. Estudio del comportamiento productivo de la *Oreochromis niloticus* (tilapia roja), bajo 4 densidades de siembra (3-6-9-12 peces/m²). 2007. Tesis de grado. RIOBAMBA, ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS. pp 25-45.
14. MEYER, D. Introducción a la Piscicultura. 1990. sn. st. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. se. pp 30, 47, 42, 45, 50, 55.
15. OREJUELA, M. Comportamiento productivo de la Tilapia spp bajo cultivo monosexual, hibridación y reversión sexual. Tesis de Grado. 1999. RIOBAMBA, ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS. pp 3,15, 20, 28, 32, 54.

16. POPMA, T. sn, 2004. st, Auburn University EUA, Edit Auburn, pp 1-40
17. PRONACA. 2009. Manual de manejo de Cultivo de Tilapia Roja.
18. PRUGHININ, Y. Cultivo de peces comerciales. 2001. sn. st. México. Edit. Limusa. pp 120.
19. QUINTEROS. G. Siembra y manejo de especies piscícolas. 1991. Tesis de grado. Mera, Ecuador, pp. 18, 20, 25.
20. TOLEDO, S. Cultivo de tilapia, experiencia en Cuba. I taller seminario de acuicultura continental- especies de agua templado- cálida. 2005.
21. TURLI, P. Cultivo de la trucha. 1970. sn. st. Zaragoza, España. Edit. Acribi pp 120.
22. VARGAS, W. Cultivo de tilapia. 2000. 2a ed. st. San José, Costa Rica. se. pp 110, 120, 123, 131.
23. VIQUE, E. Estudio de la etología productiva de la *Oreochromis niloticus* 2004. Tesis de Grado. Riobamba, Ecuador, pp 41, 45, 52, 57.

ANEXOS

Anexo 1. DATOS ORIGINALES DE LA TESIS.

TRATA	REP	TALLA (cm).	T (cm) 30 días.	T (cm) 60 días.	T (cm) 90 días.	T (cm) 120 días.
0	1	9,96	19,00	23,47	27,23	30,17
0	2	10,05	19,60	23,83	29,74	33,47
0	3	10,55	19,63	24,00	30,04	33,67
1	1	10,33	24,47	28,50	38,9	40,00
1	2	10,37	24,63	30,13	37,7	40,63
1	3	11,10	25,00	31,50	35,83	42,23
2	1	9,80	23,03	27,84	33,47	35,46
2	2	10,80	23,33	28,16	33,77	37,67
2	3	11,00	23,90	28,50	33,87	38,30
3	1	9,95	19,70	25,16	30,5	34,30
3	2	10,00	20,50	25,84	32,77	35,17
3	3	10,00	22,94	27,60	33,16	35,40

GAN. W 30	GAN. W 60	GAN. W 90	GAN. W 120	CONS. TOT.
620	510	1550	1410	450
620	520	1623	1550	450
620	560	1630	1590	450
1040	900	3100	2990	450
1060	920	3180	3050	450
1180	960	3220	3180	450
880	840	2380	1420	450
900	820	2580	1620	450
1010	930	3003,33	1396	450
740	640	1640	1310	450
720	650	1910	1390	450
840	780	2080	1620	450

REGRESIÓN

Tratamientos	Talla 30 días	Talla 60 días	Talla 90 días	Talla 120 días
0	19,41	23,77	29,00	32,44
500 UI FITASA	24,70	30,40	37,48	40,95
1000 UI FITASA	23,42	28,17	33,70	37,14
1500 UI FITASA	21,05	26,20	32,14	34,96

Anexo 2. ADEVA

1. TALLA INICIAL DE EXPERIMENTO

Estadística descriptiva

TRATA.	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
0,00	TALLA (cm).	3	10,19	0,32	0,18	3,12	9,96	10,55
1,00	TALLA (cm).	3	10,60	0,43	0,25	4,09	10,33	11,10
2,00	TALLA (cm).	3	10,53	0,64	0,37	6,10	9,80	11,00
3,00	TALLA (cm).	3	9,98	0,03	0,02	0,29	9,95	10,00

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TALLA (cm).	12	0,35	0,11	4,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,76	3	0,25	1,45	0,2990
TRATA.	0,76	3	0,25	1,45	0,2990
Error	1,41	8	0,18		
Total	2,17	11			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 1,09628

Error: 0,1758 gl: 8

TRATA.	Medias	n
3,00	9,98	3
0,00	10,19	3
2,00	10,53	3
1,00	10,60	3

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

1.1 TALLA A LOS 30 DÍAS

Estadística descriptiva

TRATA.	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
0,00	TALLA (cm).	3	19,41	0,36	0,21	1,83	19,00	19,63
1,00	TALLA (cm).	3	24,70	0,27	0,16	1,10	24,47	25,00
2,00	TALLA (cm).	3	23,42	0,44	0,26	1,89	23,03	23,90
3,00	TALLA (cm).	3	21,05	1,69	0,97	8,02	19,70	22,94

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TALLA (cm).	12	0,89	0,84	4,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	50,52	3	16,84	20,76	0,0004
TRATA.	50,52	3	16,84	20,76	0,0004
Error	6,49	8	0,81		
Total	57,01	11			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 2,35480

Error: 0,8110 gl: 8

TRATA.	Medias	n	
0,00	19,41	3	A
3,00	21,05	3	A
2,00	23,42	3	B
1,00	24,70	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

1.2 TALLA A LOS 60 DÍAS

Estadística descriptiva

TRATA.	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
0,00	TALLA (cm).	3	23,77	0,27	0,16	1,14	23,47	24,00
1,00	TALLA (cm).	3	30,04	1,50	0,87	5,00	28,50	31,50
2,00	TALLA (cm).	3	28,17	0,33	0,19	1,17	27,84	28,50
3,00	TALLA (cm).	3	26,20	1,26	0,73	4,81	25,16	27,60

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TALLA (cm).	12	0,89	0,85	3,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	65,13	3	21,71	21,58	0,0003
TRATA.	65,13	3	21,71	21,58	0,0003
Error	8,05	8	1,01		
Total	73,18	11			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 2,62246

Error: 1,0059 gl: 8

TRATA.	Medias	n		
0,00	23,77	3	A	
3,00	26,20	3	A	B
2,00	28,17	3		B C
1,00	30,04	3		C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

1.3 TALLA A LOS 90 DÍAS

Estadística descriptiva

TRATA.	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
0,00	TALLA (cm).	3	29,00	1,54	0,89	5,32	27,23	30,04
1,00	TALLA (cm).	3	37,48	1,55	0,89	4,13	35,83	38,90
2,00	TALLA (cm).	3	33,70	0,21	0,12	0,62	33,47	33,87
3,00	TALLA (cm).	3	32,14	1,44	0,83	4,47	30,50	33,16

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TALLA (cm).	12	0,89	0,85	3,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	111,65			3	37,22 21,63 0,0003
TRATA.	111,65			3	37,22 21,63 0,0003
Error	13,76	8	1,72		
Total	125,41		11		

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 3,42966

Error: 1,7204 gl: 8

TRATA.	Medias	n	
0,00	29,00	3	A
3,00	32,14	3	A B
2,00	33,70	3	B
1,00	37,48	3	C

Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0,05)

1.4 TALLA A LOS 120 DÍAS

Estadística descriptiva

TRATA.	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
0,00	TALLA (cm).	3	32,44	1,97	1,13	6,06	30,17	33,67
1,00	TALLA (cm).	3	40,95	1,15	0,66	2,81	40,00	42,23
2,00	TALLA (cm).	3	37,14	1,49	0,86	4,02	35,46	38,30
3,00	TALLA (cm).	3	34,96	0,58	0,33	1,66	34,30	35,40

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TALLA (cm).	12	0,88	0,84	3,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	117,22			3	39,07 20,18 0,0004
TRATA.	117,22			3	39,07 20,18 0,0004
Error	15,49	8	1,94		
Total	132,71		11		

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 3,63874

Error: 1,9365 gl: 8

TRATA.	Medias	n	
0,00	32,44	3	A
3,00	34,96	3	A B
2,00	37,14	3	B
1,00	40,95	3	C

Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0,05)

2. DETERMINACION DE LA GANANCIA DE PESO

Estadística descriptiva

TRATA.	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
0,00	GAN. W 30	3	31,00	0,00	0,00	0,00	31,00	31,00
1,00	GAN. W 30	3	54,66	75,72	43,72	6,93	52,00	59,00
2,00	GAN. W 30	3	46,50	70,00	40,41	7,53	44,00	50,50
3,00	GAN. W 30	3	38,33	64,29	37,12	8,39	36,00	42,00

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GAN. W 30	12	0,93	0,90	7,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	376291,67	3	125430,56	33,98	0,0001
TRATA.	376291,67	3	125430,56	33,98	0,0001
Error	29533,33	8	3691,67		
Total	405825,00	11			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 158,87404

Error: 3691,6667 gl: 8

TRATA.	Medias	n	
0,00	31,00	3	A
3,00	38,33	3	A
2,00	46,50	3	B
1,00	54,66	3	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

2.2 GANANCIA DE PESO A LOS 60 DÍAS

Estadística descriptiva

TRATA.	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
0,00	GAN. W 60	3	26,50	26,46	15,28	4,99	25,50	28,00
1,00	GAN. W 60	3	46,33	30,55	17,64	3,30	45,00	48,00
2,00	GAN. W 60	3	43,16	58,59	33,83	6,79	41,00	46,50
3,00	GAN. W 60	3	34,50	78,10	45,09	11,32	32,00	39,00

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GAN. W 60	12	0,93	0,90	7,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	288091,67	3	96030,56	34,40	0,0001
TRATA.	288091,67	3	96030,56	34,40	0,0001
Error	22333,33	8	2791,67		
Total	310425,00	11			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 138,15718

Error: 2791,6667 gl: 8

TRATA.	Medias	n	
0,00	26,50	3	A
3,00	34,50	3	B
2,00	43,16	3	C
1,00	46,33	3	C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

2.3 GANANCIA DE PESO A LOS 90 DÍAS

Estadística descriptiva

TRATA.	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
0,00	GAN. W 90	3	80,05	44,31	25,58	2,77	77,50	81,50
1,00	GAN. W 90	3	158,33	61,10	35,28	1,93	155,00	161,00
2,00	GAN. W 90	3	132,72	318,26	183,75	11,99	119,00	150,17
3,00	GAN. W 90	3	93,83	221,89	128,11	11,82	82,00	104,00

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GAN. W 90	12	0,94	0,91	8,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	4626342,27	3	1542114,09	39,49	<0,0001
TRATA.	4626342,27	3	1542114,09	39,49	<0,0001
Error	312442,19	8	39055,27		
Total	4938784,47	11			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 516,75125

Error: 39055,2741 gl: 8

TRATA.	Medias	n	
0,00	80,05	3	A
3,00	93,83	3	A
2,00	132,72	3	B
1,00	158,33	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

2.4 GANANCIA DE PESO A LOS 120 DIAS

Estadística descriptiva

TRATA.	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
0,00	GAN. W 120	3	75,83	94,52	54,57	6,23	70,50	79,50
1,00	GAN. W 120	3	153,66	97,13	56,08	3,16	149,50	159,00
2,00	GAN. W 120	3	73,93	122,99	71,01	8,32	69,80	81,00
3,00	GAN. W 120	3	72,00	160,93	92,92	11,18	65,50	81,00

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
GAN. W	120	12	0,98	0,97	6,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	5732075,67	3	1910691,89	128,68	<0,0001
TRATA.	5732075,67	3	1910691,89	128,68	<0,0001
Error	118784,00	8	14848,00		
Total	5850859,67	11			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 318,62194

Error: 14848,0000 gl: 8

TRATA.	Medias	n	
3,00	72,00	3	A
2,00	73,93	3	A
0,00	75,83	3	A
1,00	153,66	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0,05)

3. CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO

Estadística descriptiva

TRATA.	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx	
0,00	CONS. TOT.	3	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	450,00	450,00
1,00	CONS. TOT.	3	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	450,00	450,00
2,00	CONS. TOT.	3	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	450,00	450,00
3,00	CONS. TOT.	3	450,00	0,00	0,00	0,00	0,00	450,00	450,00

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CONS. TOT.	12	sd	sd	0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,00	3	0,00	sd	sd
TRATA.	0,00	3	0,00	sd	sd
Error	0,00	8	0,00		
Total	0,00	11			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,00000

Error: 0,0000 gl: 8

TRATA.	Medias	n	
3,00	450,00	3	A
2,00	450,00	3	A
1,00	450,00	3	A
0,00	450,00	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0,05)

4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Estadística descriptiva

TRATA.	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
0,00	C.A	3	2,11	0,16	0,09	8,01	1,88	2,19
1,00	C.A	3	1,09	0,17	0,10	7,57	2,11	2,45
2,00	C.A	3	1,52	0,04	0,02	1,64	2,26	2,33
3,00	C.A	3	1,89	0,17	0,10	7,11	2,22	2,56

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C.A	12	0,59	0,44	6,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,25	3	0,08	3,83	0,0001
TRATA.	0,25	3	0,08	3,83	0,0001
Error	0,17	8	0,02		
Total	0,42	11			

Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 0,38296

Error: 0,0215 gl: 8

TRATA.	Medias	n		
0,00	2,10	3	A	
1,00	1,09	3	A	B
2,00	1,52	3	A	B
3,00	1,89	3	c	

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)