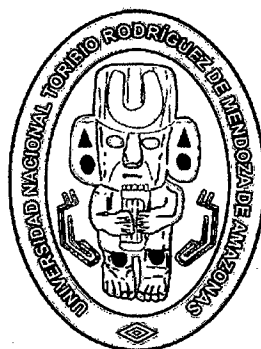


**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“RENDIMIENTO DEL ALIMENTO BALANCEADO PURINA
COLOMBIANA S.A. COMPARADO CON ALIMENTO DOMÉSTICO EN
PESO Y TALLA DE LA TILAPIA (*Oreochromis spp*) CRIADA AL NORTE
DE AMAZONAS”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

BACHILLER MARCO ANTONIO MANCHAY CLAVO

ASESOR:

ING. M_sC. JUAN MANUEL GARAY ROMÁN

**REGIÓN AMAZONAS – PERÚ
2015**



24 AGO 2015

Dedicatoria:

*A mi esposa por su infinito amor y
a mi hijo por ser el motor de
desarrollo.*

Marco Antonio

Dedicatoria:

*A mis padres y hermanos por su
apoyo incondicional*

Marco Antonio



24 AGO 2015

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por darme una plana docente guiadora de mi formación profesional, y que gracias a ella podré realizarme y servir a mi país.

A mi asesor el Ing. MsC. Juan Manuel Garay Román por sus orientaciones en la culminación de mi trabajo de tesis.

A Dios y la Virgen María por proteger a mi familia.

Marco Antonio Manchay Clavo

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

**Ph.D.Dr. Hab. JORGE MAICELO QUINTANA
RECTOR**

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
VICERECTOR ACADÉMICO**

**Dra. MARÍA NELLY LUJAN ESPINOZA
VICERECTOR DE INVESTIGACIÓN**

**Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada:

“RENDIMIENTO DEL ALIMENTO BALANCEADO PURINA COLOMBIANA S.A. COMPARADO CON ALIMENTO DOMÉSTICO EN PESO Y TALLA DE LA TILAPIA (*Oreochromis spp*) CRIADA AL NORTE DE AMAZONAS”

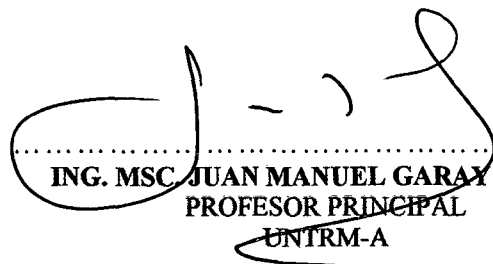
Presentado por el bachiller de la Carrera Profesional Académico de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza:

BACHILLER MARCO ANTONIO MANCHAY CLAVO

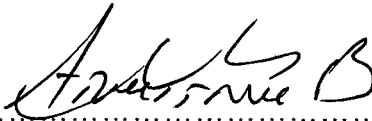
El asesor otorga el visto bueno y conformidad a la presente tesis.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Chachapoyas, Marzo del 2015


.....
ING. MSC JUAN MANUEL GARAY ROMÁN
PROFESOR PRINCIPAL
UNTRM-A

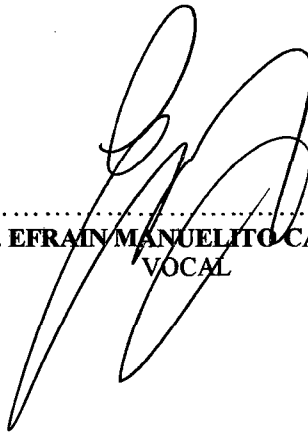
JURADO EVALUADOR



.....
ING. MsC. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERI
PRESIDENTE



.....
ING. ERICK AEDO AUQUIÑIVIN SILVA
SECRETARIO



.....
ING. MsC. EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO
VOCAL

INDICE

Dedicatorias

Agradecimientos

Autoridades universitarias

Visto bueno del asesor

Jurado evaluador

Índice de tablas

Índice de gráficos

Resumen

Abstract

I. INTRODUCCIÓN

1. Industria acuícola en el Péru	03
2. Industria de la Tilapia en el Péru	05
3. Ubicación de la zona experimental	07
4. Taxonomía de la Tilapia	08
5. Condiciones físicas, químicas y geográficas para el cultivo de Tilapia	12
5.1. Topografía del suelo de la piscigranja	12
5.2. Condiciones del agua	14
a. Oxígeno disuelto	14
b. Temperatura	17
c. Control del pH	17
d. Dureza total y alcalinidad total	18
e. Sólidos en suspensión	19

f. Dióxido de carbono	19
g. Compuestos nitrogenados	19
6. Sistemas de cultivo	21
6.1 Cultivo de peces en estanques	21
a. De presa	21
b. De derivación	21
c. En serie o en rosario	21
d. En paralelo	22
6.2 Cultivo de peces en Jaulas	22
7. Cultivo de la Tilapia	23
8. Nutrición de la Tilapia	25
8.1 Tipos de alimento y cálculo de raciones	27
a. Alimento balanceado	27
b. Alimento doméstico	29

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Material de cultivo de Tilapia	31
2.2 Inicio de la fase experimental	32
2.3 Técnica de alimentación	34
a. Alimentación para el desarrollo o levante	35
b. Alimentación para el crecimiento y engorde	35
2.4 Metodología de trabajo	36
a. Dieta balanceada comercial	36
b. Dieta doméstica elaborada	36

2.4.1 Actividades	37
2.4.2 Procedimiento	39
a. Determinar el peso y talla promedio inicial de Tilapia en cada jaula	39
b. Medición del peso y talla promedio al finalizar el primer mes	42
b.1 Jaula 1	42
b.2 Jaula 2	42
c. Medición del peso y talla promedio al finalizar el segundo mes	44
d. Medición del peso y talla promedio al finalizar el tercer mes	46
e. Medición del peso y talla promedio al finalizar el cuarto mes	48

III. RESULTADOS

3.1 Gráfico de las tendencias	51
3.2 Cálculo de la media	51
3.3 Prueba T	51
3.4 Regresión lineal	52
3.5 Gráfico de las tendencias	52
3.6 Cálculo de la media	53
3.7 Prueba T	53
3.8 Regresión lineal	54
3.9 Gráfico de las tendencias	55
3.10 Cálculo de la media	55
3.11 Prueba T	55
3.12 Regresión lineal	56
3.13 Gráfico de las tendencias	56

3.14 Cálculo de la media	57
3.15 Prueba T	57
3.16 Regresión lineal	58
3.17 Evaluación económica de Purina Colombiana respecto al Doméstico	58
a. Purina Colombiana SA.	58
b. Alimento doméstico	59
IV. DISCUSIÓN	50
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLA

Tabla N° 1. Efectos de la concentración de oxígeno disuelto	16
Tabla N° 2. Causas de la pérdida de la concentración de oxígeno disuelto	16
Tabla N° 3. Parámetros físicos y químicos del agua para Tilapia	20
Tabla N° 4. Ración alimenticia según el peso del pez	27
Tabla N° 5. Contenido alimenticio de la Purina Colombiana SA.....	28
Tabla N° 6. Vitaminas y minerales del alimento balanceado	28
Tabla N° 7. Principales alimentos para Tilapia	28
Tabla N° 8. Producción de alimentos para Tilapia	29
Tabla N° 9. Peso promedio y frecuencia de alimentación	35
Tabla N° 10. Patrón referencial para la alimentación de Tilapia	38
Tabla N° 11. Cálculo del peso y talla promedio al inicio del proceso	40
Tabla N° 12. Cálculo del peso y talla promedio después de 1 mes	43
Tabla N° 13. Cálculo del peso y talla promedio después de 2 meses	45
Tabla N° 14. Cálculo del peso y talla promedio después de 3 meses	47
Tabla N° 15. Cálculo del peso y talla promedio después de 4 meses	49
Tabla N° 16. Evaluación del consumo mensual de alimento, según biomasa	50
Tabla N° 17. Evaluación del peso de Tilapia, según el tipo de alimento	52
Tabla N° 18. Evaluación de la biomasa, según tipo alimento	54
Tabla N° 19. Evaluación de la talla de Tilapia, según tipo de alimento	56
Tabla N° 20. Resumen de Tilapia de la Jaula N° 1	58
Tabla N° 21. Resumen de Tilapia de la Jaula N° 2	59
Tabla N° 22. Evaluación del costo mensual de alimento, según biomasa	59
Tabla N° 23. Balance de costos, ventas y utilidades por 25 Tilapias	60
Tabla N° 24. Estimación de utilidades en el cultivo de Tilapia cada 4 meses	61

Tabla N° 25. Tabla de alimentación para un cultivo de Tilapia semi e intensivo	58
Tabla N° 26. Análisis del agua de la piscigranja	59
Tabla N° 27. Características nutricionales de la Tilapia de 100 gramos	59
Tabla N° 28. Estadio de la Tilapia Vs Tamaño del pellet (mm.)	60
Tabla N° 29. Rango de peso Vs Nivel óptimo de proteína	60
Tabla N° 30. Caracterización según variedad de Tilapia	61
Tabla N° 31. Comparación de la tolerancia de salinidad, según Tilapia	61
Tabla N° 32. Tratamiento de enfermedades	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Tendencia de la producción acuícola en el Perú	03
Gráfico N° 2. Producción marítima y continental acuícola en el Perú	04

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Anatomía de una Tilapia	12
Figura N° 2. Tipos de estanque para peces	21
Figura N° 3. Estanque en serie y paralelo para peces	22
Figura N° 4. Proceso reproductivo de la Tilapia	25

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1. Genitales en una Tilapia	09
Fotografía N° 2. Genitales de un Tilapia macho	09
Fotografía N° 3. Jaula para cultivo de peces	23
Fotografía N° 4. Fijación de la malla de la jaula	33
Fotografía N° 5. Tendido de la malla de la jaula	33
Fotografía N° 6. Instalación de las jaulas para Tilapia	34
Fotografía N° 7. Ingredientes para la alimentación doméstica	36
Fotografía N° 8. Molienda de los ingredientes	37
Fotografía N° 9. Medida de la talla de la Tilapia	39
Fotografía N° 10. Medida del peso de la Tilapia	39
Fotografía N° 11. Pesado de la Tilapia al final del proyecto	63
Fotografía N° 12. Alimentos domésticos para Tilapia	63
Fotografía N° 13. Jaulas dentro de la piscigranja	64
Fotografía N° 14. Espoleo de alimentos para Tilapia	64

RESUMEN

La investigación realizada en la presente tesis tuvo como finalidad evaluar la talla y peso de la Tilapia (*Oreochromis spp*), cuya crianza de peces se llevó a cabo en la provincia de Condorcanqui, distrito de Nieva, para conocer los valores máximos de estas dos variables se utilizaron dos jaulas de cultivo, en la cual se sometieron a un cultivo intensivo pero con distinto alimento, la jaula N° 1 recibió solamente Purina Colombiana SA., mientras que la jaula N° 2 recibió exclusivamente alimento doméstico que se elaboró con cáscara de cacao, afrecho de soya y restos de pescado. El proyecto se estructuró de la siguiente manera en la introducción se describe las condiciones físicas, químicas y geográficas para el cultivo de Tilapia, de forma que se ilustra todo lo concerniente a la alimentación de la Tilapia. Material y método, se utilizó para describir la metodología de trabajo que se realizó con 25 peces Tilapias en dos jaulas, y que se sometieron a una alimentación intensiva durante 4 meses, tomando en cuenta que la cantidad de alimento fue del 2 % del total de la biomasa que fue evaluada al final de cada mes. Resultados, describe los resultados de la investigación, concluyendo que mejores resultados se obtuvieron alimentando la Tilapia con Purina Colombiana SA, es decir, se logró una diferencia de peso favorable de 74,9 gramos por cada pez, y también alcanzó un mayor tamaño al desarrollar 8,33 cm. respecto a los 5,46 cm que creció consumiendo alimento doméstico. Y desde el punto de vista económico, se observó que se obtenía una mayor utilidad favorable de S/. 8,76 por cada jaula que utilizaba alimento balanceado.

Palabras claves: Tilapia, Purina Colombiana SA, tamaño y peso.

ABSTRACT

The research in the current thesis had the size and weight measurement of the Tilapia fish (*Oreochromis spp*), -whose breeding was realized in the Condorcanqui, sited in Nieva's district-, as goal. In order to find the max values of those variables, two breeding cages were used, both in which intensive growing was implemented, but with different food in, though. In cage N°1 only Purina Colombiana S.A. was used, while in cage N°2 they exclusively used home food, made out of cocoa peels, soya skin and fish remains. The project was structured in this way, in the "Introduction", physical, chemical and geographic conditions for Tilapia's breeding are described; there, everything related to Tilapia's feeding is explained. In the "Methods and materials" section, the work methodology is described: 25 Tilapia fishes were placed in two cages, and rigorously fed for four months, seeing that the very quantity of food expended was a 2% of the whole biomass rendered for each month. "Findings" shows the results of the study, concluding that better outcomes were obtained when feeding with Purina Colombiana S.A., since a representative difference of weight of 74.9 grams was found. It was also detected a larger size, attaining an average 8.33 volume, considering the average 5.46 average size of the ones being fed with home food. In the economical matter, it was observed that there was an 8.76 soles per cage better efficiency when balanced feeding was used.

Significant Words: Tilapia, Purina Colombiana S.A., weight, size.

I. INTRODUCCIÓN

La crianza de peces es una actividad que se viene desarrollando vertiginosamente en el país y en el mundo actual, debido a que uno de los principales problemas del mundo constituye poder satisfacer la creciente demanda de alimentos ricos en proteínas, para lo que muchos investigadores se han enfocado al estudio de las mejores condiciones biológicas, bióticas y abióticas que permitan el cultivo óptimo de los peces comerciales como la tilapia.

Muchas de estas investigaciones han permitido vislumbrar que la Tilapia es un recurso acuático con alto potencial para la obtención de proteínas a bajo costo económico. Por ello la tilapia (*Oreochromis spp*) es un género de la familia de los ciclidos, representado por cerca de cien especies, siendo la mayor parte de origen africano y algunas de Asia, inclusive su propagación ha sido tal que se ha llevado en forma satisfactoria en diferentes partes del mundo, tal como Brasil, Panamá, Chile, Colombia y Ecuador, inclusive Perú, en donde se han reportado rendimientos más que aceptables, que van del orden de 12000 a 28000 kg/ha.

La popularidad de la tilapia radica seguramente en la gran resistencia y adaptabilidad al medio, que se refleja en los procedimientos sencillos en su cultivo, por lo que ha hecho que éste género de peces sea considerado actualmente como uno de los más importantes de la piscicultura tropical peruana.

Entre las principales ventajas que presenta éste cultivo, están la carne de buen sabor y aceptación en cualquier presentación culinario, la comprobada resistencia a los cambios ambientales o enfermedades por parásitos, tienen un crecimiento rápido e ininterrumpido, por otra parte la tilapia es omnívoro, aceptando alimentos artificiales sin ningún problema, tiene un alto índice de fecundidad y finalmente, no requiere de mayores instalaciones costosas para su cultivo, adaptándose fácilmente a vivir en

cautiverio. El cultivo de la tilapia en la zona norte de Amazonas, se ha visto beneficiado por la labor que viene desarrollando instituciones no gubernamentales y organizaciones del estado como el INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria), y es que este organismo cuenta con dos Sub Estaciones del Instituto:

- La Sub Estación Huarangopampa ubicada en la provincia de Bagua (dependiente del INIA El Porvenir - Tarapoto), y
- La Sub Estación San Juan Ubicada en la provincia de Chachapoyas (dependiente del INIA Baños del Inca - Cajamarca), dedicadas a la producción de semillas de calidad.

Otra de las instituciones del estado que brinda apoyo técnico es PRONAMACHCS (Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos), cuya Gerencia Departamental de éste programa en Amazonas circunscribe su ámbito a las provincias de Chachapoyas, Luya, Rodríguez de Mendoza, Condorcanqui, Bongará y Utcubamba, promoviendo y ejecutando estrategias para el manejo integral de las cuencas hidrográficas mediante la conservación de los suelos, desarrollo forestal e infraestructura rural. El presente trabajo de tesis se propone realizar una comparación del rendimiento del alimento balanceado Purina Colombiana SA. frente al alimento doméstico, para ellos se evaluará la talla y peso de la tilapia (*Oreochromis spp*) para lograr éste objetivo se realizará control de los parámetros del agua en el proceso de incubación de tilapias, en una granja de cultivo ubicada en la provincia de Condorcanqui, al norte de la región Amazonas. Para la reducción de la mortalidad de tilapia en la fase de alevines es necesario que los parámetros del agua de la incubación estén en los rangos permitidos, pues es muy importante, de forma que la temperatura debe estar alrededor de los 28 °C.

1. Industria acuícola en el Perú

La acuicultura en el Perú se ha venido incrementando en los últimos años, a finales del año 2000, se contaba con 1115 derechos otorgados en 10809 Hectáreas de espejo de agua vigentes, actualmente al año 2014 existen 3230 derechos de acuicultura en 22704,61 hectáreas de espejo de agua, lo que indica que la actividad de acuicultura se está convirtiendo en una alternativa de desarrollo para la población. En relación con las áreas habilitadas marinas en el año 2001, existían alrededor de 1607 hectáreas de espejo de agua de áreas aptas para el desarrollo de la maricultura, sin embargo a octubre del 2008 existían 55404,56 hectáreas habilitadas; los departamentos donde se han habilitado mayor cantidad de área son: La Libertad con 15643,90 hectáreas, Piura con 13426,30 hectáreas y Ancash con 6611,57 hectáreas; para el caso de acuicultura continental se cuentan habilitadas 13470,29 hectáreas, las cuales se encuentran en el lago Titicaca.

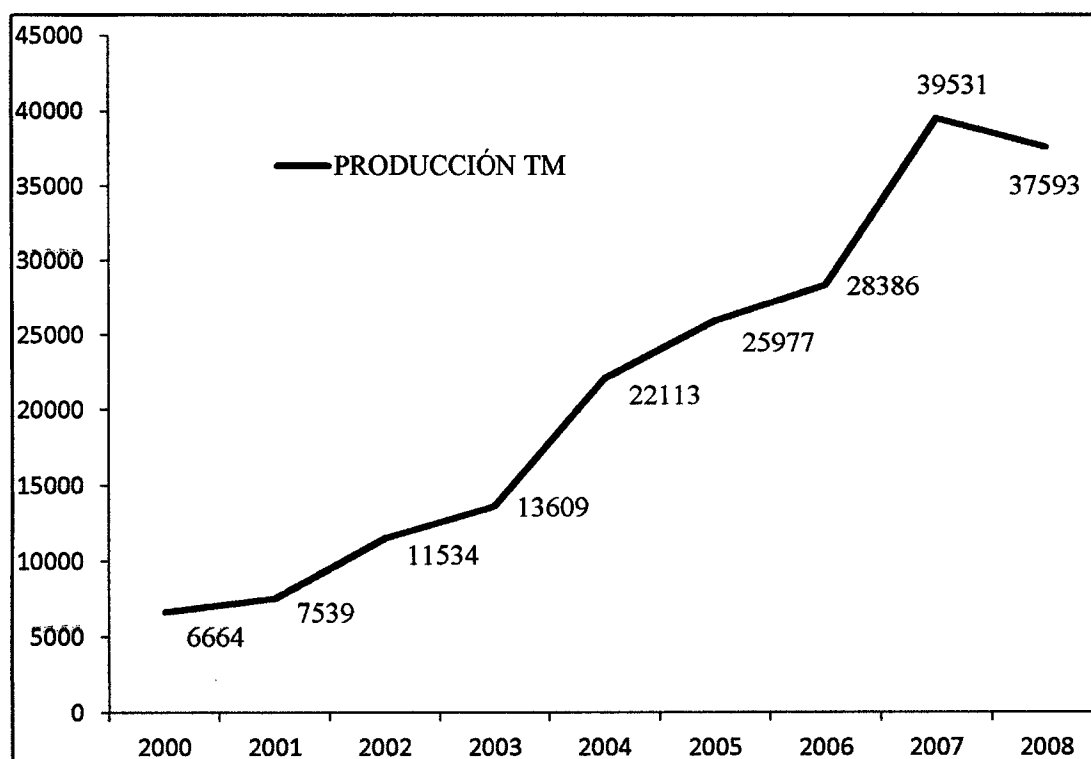


Gráfico N° 1. Tendencia de la producción acuícola en el Perú (Baltazar Paul, 2007).

Como se puede verificar en el gráfico N° 1, la producción acuícola nacional se ha incrementó de 6664 TM (en el año 2000) a 37578 TM (en el año 2008), lo que indica que después ocho años ha habido un notable crecimiento de 5,6 veces la producción acuícola. La producción de origen marino para el 2008, ascendió a 27520 TM (73 %) y la de origen continental (en éste sector se encuentra la Tilapia) fue de 10058 TM (27 %).

Si se trata de comparar la pesca marina y continental, se tiene que en el ámbito marino predomina el cultivo de concha de abanico que representa el 53 % de la producción y el cultivo de langostinos que representa el 47 %; mientras que en el ámbito continental predomina la producción de trucha con un 81 %, seguido de la tilapia con 17 % y otras especies menores con 2 %.

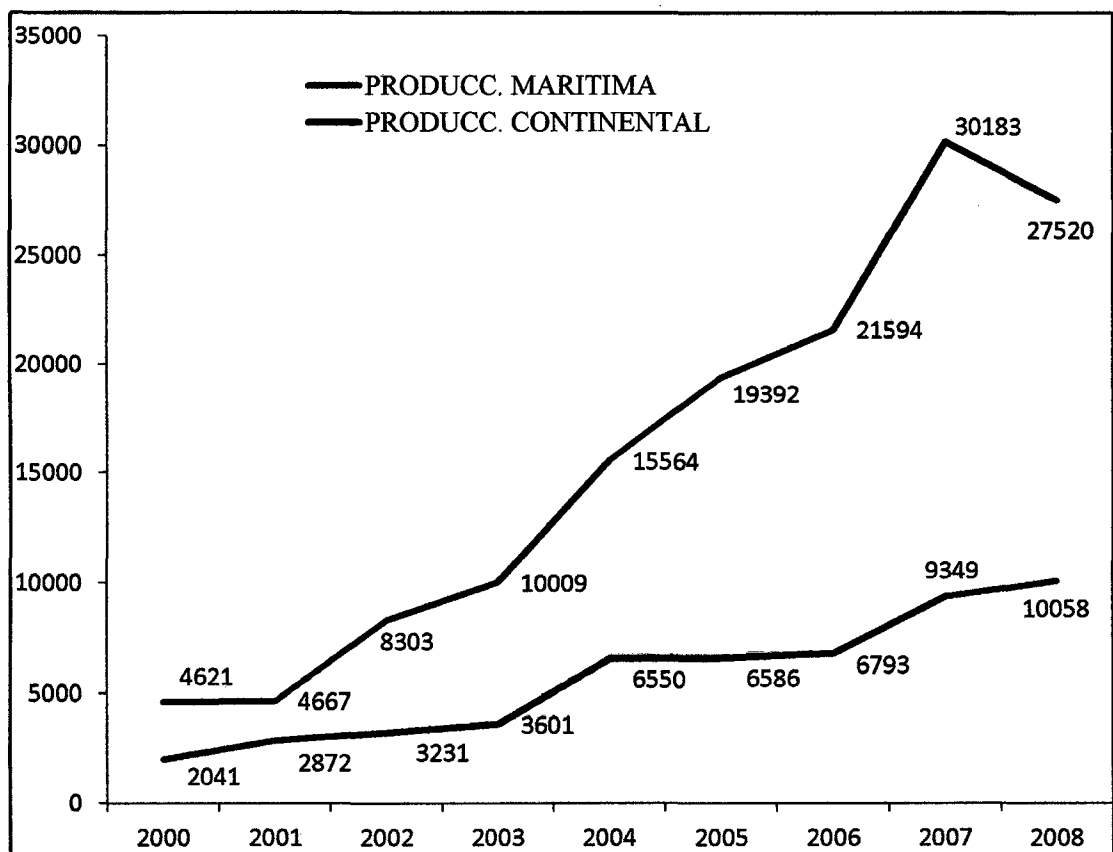


Gráfico N° 2. Producción marítima y continental acuícola en Perú (Baltazar Paul, 2007).

2. Industria de la Tilapia en el Perú

En la década de los 70, el IMARPE y la Universidad Nacional Agraria La Molina introdujeron las especies *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis hornorum* y *Oreochromis mossambica* con fines de investigación y cultivo en la zonas de selva alta (Ramos y Gálvez, 2000) produciéndose una rápida adaptación a la zona, pero a partir de 1996 se introduce al Perú la Tilapia roja, *Oreochromis spp.*, procedentes de la Estación DIVISA, Panamá (Hurtado 2004, Baltazar 2008).

A partir del 2001, debido al crecimiento del mercado americano de consumo de Tilapia, en el Perú se le da mayor importancia al cultivo de esta especie, apareciendo varias empresas a nivel comercial siendo las más importantes y que aún persisten AcuaHuaura SAC (Huacho), American Quality Acuaculture S.A (ACUAPERU) (Piura) y del grupo Rocío ((Virus, La Libertad).

En el Perú se tiene al Ministerio de la Producción como ente rector de la pesquería en el país, sin embargo, además dentro de éste ministerio existe una organización nacional encargada de promover, impulsar y fomentar el desarrollo de la pesca, tanto de aguas marítimas como aguas continentales, ésta institución es llamada FONDEPES (Fondo de Desarrollo Pesquero), éste organismo como anexo del PRODUCE, realizan un trabajo mancomunado sin fines de lucro para orientar a pequeños y medianos empresarios en el desarrollo del cultivo de peces como la Tilapia.

Como resultado de la gestión promotora del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES) durante el 2003 y 2004 se establecen en el departamento de Ica (Chincha, Pisco, Ica y Llipata) alrededor de 60 piscigranjas a nivel de subsistencia, las que en su conjunto comercializaron en ese mismo periodo 1270 kg de Tilapia entera a un precio que fluctuó entre US\$1.4 a US\$ 2.6 el kilo.

Durante el 2005 y 2006 el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES) importó 3000 y 2500 reproductores de Tilapia Roja con los cuales estimaba producir en el primer año de producción alrededor de 1 millón de alevines híbridos para incrementarse en los años siguientes hasta llegar a los 6 millones anuales.

Se tiene conocimiento que éste anexo gubernamental FONDEPES posee varios centros experimentales de cultivo de especies acuáticas como la Tilapia en el país, naturalmente, dependiendo de la variedad se tendrá un determinado hábitat; un ejemplo de ello es el centro experimental de Tambo de Mora ubicado en la región de Cañete, exactamente en Chíncha Baja, se dedica a la producción de alevines de Tilapia, para suministrarlo a los pequeños criaderos del perímetro de la zona. Inclusive se estima que existen 30 criaderos aledaños al centro acuicultor de Tambo de Mora, y en toda la región de Chíncha se calcula un total de 60 criaderos, lo cual nos indica que a mayor demanda se necesita mayor producción, lo real es que éste criadero produce aproximadamente 100000 alevines mensuales.

La Tilapia Roja, desde hace poco se está asentando en nuestro país, y por sus características y fácil adaptabilidad se está prestando atención y cuidado a la cadena productiva de ésta especie acuática, orientado hacia los objetivos que se pretenden cumplir.

Lo que se busca desde las organizaciones estatales es una producción de alevines en forma intensiva, es decir obtener mayor producción con fines comerciales para el abastecimiento de los criaderos aledaños al centro acuicultor; para ello se requiere seguir un trabajo planificado que se encuentre sustentado en el capital de inversión que pueda garantizar el monitoreo programado y control constante de los parámetros del agua de la piscigranja.

3. Ubicación de la zona experimental

El proyecto se ha ejecutado aprovechando una de las piscigranjas que se encuentran en la zona norte de la región amazonense y que se ubica exactamente en la localidad de Santa María de Nieva, y provincia de Condorcanqui.

En nuestra región la pesca es una actividad fundamentalmente extractiva, esta actividad se realiza en los ríos y lagos que se forman a lo largo del territorio amazonense.

Durante los últimos años, se ha podido observar algunas experiencias promisorias relacionadas a la producción ictiológica con especies nativas y especies nuevas que se han ido introduciendo.

La presente investigación se ha desarrollado un determinado Ecosistema acuático tropical amazónico, donde las temperaturas altas son normales y frecuentes dentro del ecosistema acuático, por ello se cataloga de poseer características climáticas tropical amazónico, donde las temperaturas de las aguas alcanzan una temperatura promedio de 28 °C y los cursos de agua son poco torrentosos, por ello habitan especies de aguas cálidas como la Tilapia, Gamitana, Zúngaro y el Boquichico, de las dos primeras especies existen experiencias para ampliar las posibilidades de desarrollo en la piscicultura en Amazonas.

La provincia de Condorcanqui, se caracteriza por poseer una altitud promedio de 600, con un rango de temperatura de 28 °C, con precipitaciones de entre los 3000 y 4000 mm. El 75 % de tierras se encuentran protegidas, mientras que el 20 % de tierras forestales se dirigen a la producción y un 5 % de tierras son destinadas a cultivos permanentes, a estas características del piso ecológico se puede agregar que su relieve geográfico tiene características de pendiente pronunciada y erosión frecuente debido a las fuertes precipitaciones sobre la provincia.

4. Taxonomía de la Tilapia

Phylum	: Vertebrata
Sub Phylum	: Craneata
Superclase	: Gnostomata
Serie	: Piscis
Clase	: Teleostei
Subclase	: Actinoptergii
Orden	: Perciformes
Suborden	: Percoidei
Familia	: Cichlidae
Género	: Oreochromis
Especies	: <i>Oreochromis niloticus</i> , <i>Oreochromis mossombicus</i> , <i>Oreochromis aureus</i> , <i>Oreochromis u. homorum</i> y <i>Oreochromis spp.</i>

La Tilapia presenta un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido y discooidal, raramente alargado. La boca es protáctil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios gruesos; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos.

Para su locomoción poseen aletas pares e impares. Las aletas pares las constituyen las pectorales y las ventrales; las impares están constituidas por las aletas dorsales, la caudal y la anal. La parte anterior de la aleta dorsal y anal es corta, consta de varias espinas y la parte terminal de radios suaves, disponiendo sus aletas dorsales en forma de cresta.

La aleta caudal es redonda, trunca y raramente cortada, como en todos los peces, esta

aleta le sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación y al lanzarse en el agua.

La diferenciación externa de los sexos se basa en que el macho presenta dos orificios bajo el vientre: el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario. El ano está siempre bien visible; es un agujero redondo. El orificio urogenital del macho es un pequeño punto. El orificio urinario de la hembra es microscópico, apenas visible a simple vista, mientras que el poro genital se encuentra en una hendidura perpendicular al eje del cuerpo, para el presente proyecto de investigación se recurrirá exclusivamente a utilizar Tilapia de sexo masculino, para promover y evaluar únicamente el aumento de talla y peso.



Fotografía N° 1. Genitales en una Tilapia. (Moscoso, C.J. 2001).



Fotografía N° 2. Genitales de un Tilapia macho. (Moscoso, C.J. 2001).

La Tilapia es una especie muy prolifera, a edad temprana y tamaño pequeño. Se reproduce entre 20 - 25 °C (trópico). El huevo de mayor tamaño es más eficiente para la eclosión y fecundidad. La madurez sexual se da a los 2 ó 3 meses. En áreas subtropicales la temperatura de reproducción es un poco menor de 20 - 23 °C. La luz también influye en la reproducción, el aumento de la iluminación o disminución de 8 horas dificultan la reproducción. (Moscoso, C.J.2001).

Tiene 7 etapas de desarrollo embrionario, después del desove completa 4 etapas. El tamaño del huevo indica cuál será el tamaño a elegir para obtener el mejor tamaño de alevín. A continuación se describe la secuencia de eventos característicos del comportamiento reproductivo (apareamiento) de *Oreochromis niloticus* en cautividad: (Moscoso, C.J.2001).

Paso 1. Después de 3 a 4 días de sembrados los reproductores se acostumbran a los alrededores.

Paso 2. En el fondo del estanque el macho delimita y defiende un territorio, limpiando un área circular de 20 a 30 cm de diámetro forma su nido. En estanques con fondos blandos el nido es excavado con la boca y tiene una profundidad de 5 a 8 cm.

Paso 3. La hembra es atraída hacia el nido en donde es cortejada por el macho.

Paso 4. La hembra deposita sus huevos en el nido para que inmediatamente después sean fertilizados por el macho.

Paso 5. La hembra recoge a los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido. El macho continúa cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse. Para completarse el cortejo y desove requieren de menos de un día.

Paso 6. Antes de la eclosión los huevos son incubados de 3 a 5 días dentro de la boca de la hembra. Las hembras no se alimentan durante los períodos de incubación y

cuidado de las larvas.

Paso 7. Las larvas jóvenes (con saco vitelino) permanecen con su madre por un periodo adicional de 5 a 7 días, escondiéndose en su boca cuando el peligro acecha.

La hembra estará lista para aparearse de nuevo aproximadamente una semana después de que ella deja de cuidar a sus hijos. Después de dejar a sus madres los pececillos forman grupos (bancos) que pueden ser fácilmente capturados con redes de pequeña abertura (ojo) de malla. Bancos grandes de pececillos pueden ser vistos de 13 a 18 días después de la siembra de los reproductores.

El género *Oreochromis* se clasifica como Omnívoro, por presentar mayor diversidad en los alimentos que ingiere, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton.

Las tilapias son peces provistos de branqui-espinas con los cuales los peces pueden filtrar el agua para obtener su alimentación consistiendo en algas y otros organismos acuáticos microscópicos. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Esto ayuda en el proceso de absorción en el intestino, el cual mide de 7 a 10 veces más que la longitud del cuerpo del pez. (Moscoso, C.J.2001).

Una característica de la mayoría de las tilapias es que aceptan fácilmente los alimentos suministrados artificialmente, tal como son los alimentos balanceados como la Purina Colombiana SA., aunque también para el cultivo de Tilapias se han empleado diversos alimentos naturales propios de la localidad de crianza, tales como plantas, desperdicios de frutas, verduras y vegetales, semillas oleaginosas y cereales, todos ellos empleados en forma suplementaria. La base de la alimentación de la tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de un 55 % (peso seco) aproximadamente.

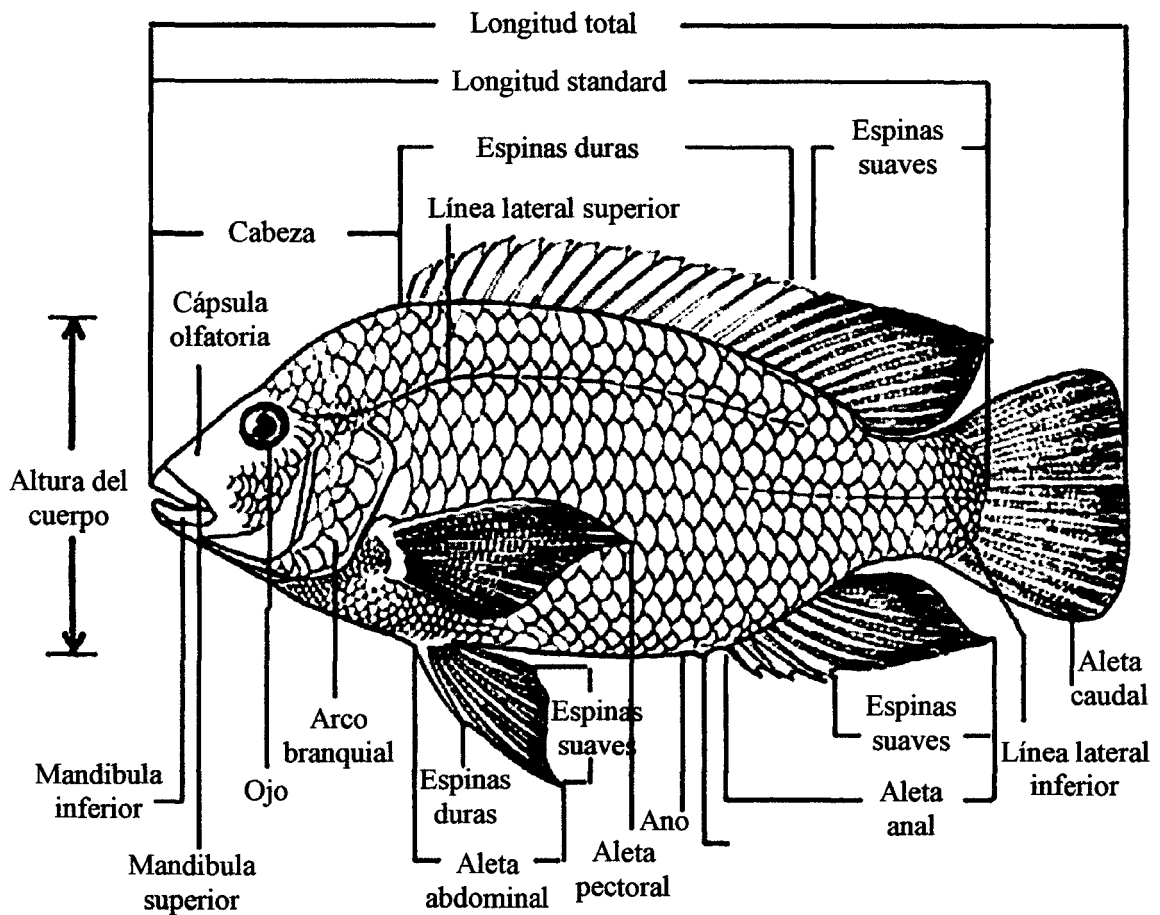


Figura N° 1. Anatomía de una Tilapia (Castillo, L.F. 1992).

5. Condiciones físicas, químicas y geográficas para el cultivo de Tilapia

5.1. Topografía del suelo de la piscigranja

La topografía del terreno es un factor que se tiene que considerar, debido a que en él se debe evaluar las características topográficas y su composición. Se pueden construir pozas para acuicultura en terrenos con 2 y 3 % de pendiente natural, no descartándose de ser necesario los terrenos totalmente planos o muy quebrados. Esto significa que la diferencia de nivel en una distancia de 100 metros debe ser de 2 a 3 metros de caída. En verdad terrenos con pequeñas depresiones o con pendientes graduales a los lados son ideales para la construcción del estanque; ya que sólo se

requiere construir una pared transversal (muro de contención) al eje de la depresión o la quebrada, aminorándose costos en la construcción del estanque en este tipo de terreno resulta fácil y barata.

En la construcción de estanques, la composición del suelo es importante por la propiedad de retener agua, antes que por su fertilidad. Los suelos arcillosos, con un 20 a 30 % de esta arcilla, son lo más apropiados por permitir una buena compactación, y al humedecerse se hinchan reduciendo la porosidad, y consecuentemente, evitan la filtración. Cuando los suelos tienen mayor porcentaje de arcilla, al secarse se agrietan y endurecen demasiado reduciendo su trabajabilidad.

En la práctica existen para el piscicultor emplea algunos métodos muy sencillos para estudiar el tipo de suelo.

a.- Por Filtración del suelo

Se excavan varios huecos en diferentes sitios del área del futuro estanque, que lleguen a la profundidad de 1 m. Para evaluar la pérdida por filtración se escoge uno de los huecos, se llena con agua y se tapa para evitar la evaporación. Luego de 24 horas se llena nuevamente, se tapa y se espera otro día. Si a la mañana siguiente el agua permanece cerca al borde se considera que el suelo es apropiado para la construcción del estanque.

b. Por compactibilidad de suelo

Otra forma empírica de observar la calidad del suelo es extraer tierra de los huecos y formar bolas con la tierra húmeda. La bola se aprieta bien con los dedos, luego se lanza hacia arriba y se deja caer sobre la mano; si no se desmorona, la compactibilidad de suelo es buena para la construcción; si se desmorona, hay mucha arena en la muestra, lo cual podría causar problemas en la construcción del estanque.

5.2. Condiciones del agua

El agua es vital para ésta industria, debe en primer lugar tenerse la garantía del suministro en cantidad suficiente para el llenado de las pozas, y para cualquier tipo de contingencia, como son la reposición de agua por pérdida que ocasiona la evaporación y filtración o si fuera el caso la posibilidad de un recambio de los volúmenes de agua en las pozas.

Comúnmente, las aguas freáticas son adecuadas para el cultivo de cualquier variedad de peces, siempre que la cantidad de oxígeno disuelto en las mismas tengan los valores adecuados para garantizar sales oxidadas y la respiración de los peces.

Sin embargo, por naturaleza y abundancia las aguas superficiales por su calidad física, química, microbiológico y proveniente de ríos, arroyos, manantiales, lagunas o embalses, la misma deberá debe de estar libre de contaminantes, agroquímicos, metales pesados y predadores, se constituye en un medio natural y espontaneo ideal para la vida acuática. No obstante se desarrollarán los análisis pertinentes de la caracterización del agua de la poza experimental.

Propiedades físicas químicas

El agua se dice que es de buena calidad cuando presenta niveles que se encuentran en los parámetros determinados de pH, oxígeno disuelto, sales disueltas, alcalinidad, compuestos nitrogenados, entre otros

Se dice que el agua es de buena calidad cuando presenta niveles adecuados de: temperatura, pH, compuestos nitrogenados, entre otros.

a. Oxígeno disuelto

El agua como máximo puede disolver hasta 8,3 mg de oxígeno dentro de 1 litro de agua, sin embargo, las experiencias indican que normalmente las aguas superficiales no llegan fácilmente a éste valor, por ejemplo, el agua un análisis realizado en el

laboratorio de Química, indica que la cantidad de oxígeno disuelto fue de 7,2 mg O₂ / litro de agua.

Por otro lado, existe un mínimo para que las especies acuáticas puedan vivir y reproducirse de forma normal y es que técnicamente se recomienda concentraciones no menores a 7,2 mg O₂ / litro de agua, inclusive se puede decir que dependiendo de la especie acuática se puede considerar un punto mínimo o de mortalidad. Por ejemplo, la Tilapia por ser un pez con ciertas características fuertes que la hace fácil para adaptarse a climas tropicales, se dice que hay experiencias que pueden tolerar niveles bajos de oxígeno (de hasta 2,5 mg O₂ / litro de agua.) con bajas de crecimiento; sin embargo, no es lo recomendable; pues una falta de oxígeno involucra además la formación de sustancias reducidas, empobreciendo el agua rápidamente, y produciéndose un grado de contaminación que haría muy difícil la vida acuática.

Cuando el oxígeno empieza a faltar en la poza, es fácil detectarlo pues la Tilapia después de las 5:00 de la tarde, es común que empiecen a tomar el oxígeno directamente de la atmosfera.

Respecto a una opinión más llamativa sobre los niveles mínimos de oxígeno disuelto en para la sobrevivencia de la Tilapia. Hurtado Totocayo (2003), explica que ésta especie sobrevive a concentraciones de 0,5 mg O₂/litro, niveles considerados menores que para otras especies y que esta particularidad se debe, en parte, a su habilidad de extraer el oxígeno disuelto del film de agua de la interface agua-aire, cuando el gas se encuentra en los cultivos por debajo de 1 mg/l. Por ello, no se recomienda mantener una alta producción de plantas acuáticas superficiales en los mismos estanques, ya que ellas impiden la entrada de oxígeno de la atmósfera, por efecto de los vientos.

Y sobre la concentración normal de oxígeno, el mismo autor opina que para una correcta producción de Tilapia, se necesita de 2 - 3 mg.O₂/litro, ya que el metabolismo y el crecimiento disminuyen cuando los niveles son bajos o se mantienen por períodos prolongados.

Tabla N° 1. Efectos de la concentración de oxígeno disuelto

Oxígeno mg/litro de agua	Efectos nocivos
0 – 0,3	Mortalidad de Tilapias
0,4 – 2,0	Letal a largas exposiciones
3,0 – 4,0	Sobreviven con bajas tasas de crecimiento
Mayor a 4,5	Favorecen tasa de crecimiento

Fuente: Bernal, W.F. (1984).

Hay algunas experiencias que se pueden observar mejor en la siguiente tabla sobre los efectos que se generan por la falta de oxígeno disuelto dentro de las aguas superficiales que llenan las pozas, de hecho una de las principales causas es el exceso de materia orgánica dentro de las aguas, que para degradarse por las bacterias aerotróficas, el oxígeno existente se consume por los microorganismos presentes en el agua, y la materia orgánica se expresa de varias formas, como heces, residuos de alimentos, entre otros.

Tabla N° 2. Causas de la pérdida de la concentración de oxígeno disuelto

Factores que hace perder O ₂ mg/litro de agua	Efectos nocivos
Heces	Mayor desoxigenación por mayor degradación de materia orgánica. El exceso causa mortalidad.
Alimento no consumido	Inapetencia y stress
Descomposición de la materia orgánica	Sistema inmunológico disminuido
Aumento de la temperatura	Propensos a enfermedades
Respiración de fauna acompañante	Mortalidad
Liberación de O ₂ del agua a la atmósfera	Mayores costos de producción

Fuente: Bernal, W.F. (1984).

b. Temperatura

Las tilapias prefieren temperaturas elevadas y, por lo tanto, es uno de los factores ambientales que se deberán tomar en cuenta al elegir un probable sitio para su cultivo. Por ello, su distribución se restringe a áreas cuyas isothermas de invierno sean superiores a los 20 °C. El rango natural de temperaturas en el que habita la tilapia oscila entre 20 y 30 °C aunque pueden soportar temperaturas menores, mueren si la temperatura baja a menos de 10 °C. (Gerle, C., D. 1999).

Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica de los microorganismos, mientras mayor sea elevada la temperatura, mayor será la tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno de parte de los microorganismos; sin embargo, también es verdad que altas temperaturas afectan la solubilidad del oxígeno dentro del agua, desfavoreciendo indirectamente de ésta forma la calidad del agua, debido a que la solubilidad de los gases, como el oxígeno es inversamente proporcional a la temperatura de los líquidos. (Escobar, B., 2006).

Por otra parte, Hurtado Totocayo (2003), es más específico sobre los efectos de la temperatura en la Tilapia, y afirma que su alimentación cesa por debajo de los 16 - 17 °C y las enfermedades o muertes se producen cuando se las maneja por debajo de ésta temperatura y sobre la temperatura óptima afirma que para su crecimiento, se necesita entre 29 y 31 °C. Cuando los peces son alimentados a saciedad, el crecimiento se manifiesta 3 veces superior que a los 20 – 22 °C, cuando la temperatura excede los 37 – 38 °C se producen también problemas por estrés.

c. Control del pH

El pH mide el grado de acidez, y se mide junto a la alcalinidad en una escala de 1 a 14; la mayoría de aguas naturales tienen un pH que varía entre 5 y 10; se sabe que el "estrés ácido" es uno de los principales efectos de un pH bajo, y se manifiesta por la

excesiva acumulación de mucus en el tejido branquial que interfiere con el intercambio gaseoso y con una secuela que afecta al balance "ácido -base " de la sangre, causando "estrés respiratorio" y por ende una disminución de la concentración de cloruro de sodio en la sangre, a su vez causa disturbio osmótico. A valores extremos del pH, 4 y 11, se produce la muerte, en tanto que el rango deseable para los cultivos está en 6,5 a 9, y en ésta misma dirección, Hurtado Totocayo (2003), precisa que las Tilapias crecen mejor en aguas de pH neutro o levemente alcalino, que su crecimiento se reduce en aguas ácidas y toleran hasta un pH de 5. Que el alto valor de pH, de 10 durante las tardes, no las afecta y el límite, aparentemente, es el de pH 11, ya que a alto pH, el amonio se transforma en amoníaco tóxico. Este fenómeno puede manifestarse con pH situados también a valores de 8, 9 y 10. El amoníaco es más tóxico a altas temperaturas más a 32, que a 24 °C, por ejemplo. (Berman, J. 1995).

d. Dureza total y alcalinidad total

En sistemas acuáticos, la dureza adecuada es importante y depende principalmente de los iones de calcio y magnesio; la dureza es particularmente importante para las larvas, pues obtienen mucho de su calcio directamente del agua.

La dureza y alcalinidad son expresadas como CaCO_3 mg/litro. Entonces, para la acuicultura, las mejores aguas son las que tienen valores similares de alcalinidad y dureza, por otra parte cuando existe mucha diferencia, el pH varía considerablemente. (Bernal, W.F. 1984).

La alcalinidad es la capacidad de efecto de amortiguación, tampón o buffer que tiene el agua. Es decir, su habilidad de mantener estable el pH de 7,0 o mayor. Es importante que la alcalinidad no baje de 80 mg de CaCO_3 / litro. En la bibliografía se habla de un rango ideal de dureza para la producción de peces de 50 a 200 ppm,

pero se ha dado el caso de producción de Tilapias en aguas muy duras, 400 a 500 ppm sin tener mayores problemas. (Cárdenas, R.R. 2004).

e. Sólidos en suspensión

Los sólidos cuando están suspendidos en la poza de agua, tienden a aumentar la turbidez en el agua, disminuyendo el oxígeno disuelto en ella, por ésta razón los sólidos se deben controlar mediante sistemas de desarenadores y filtros. Existe una clasificación respecto a la concentración de sólidos suspendidos y su categoría de limpieza.

Estanques limpios: Sólidos menores a 25 mg/litro.

Estanques intermedios: Sólidos entre 25 - 100 mg/ litro.

Estanques lodosos: Sólidos mayores a 100 mg/ litro.

f. Dióxido de carbono

El gas dióxido de carbono (CO_2) es producto principalmente del proceso de la respiración animal y vegetal, al igual que el oxígeno, es un gas altamente soluble en agua, su producción está en función de la actividad biológica, es decir, su concentración depende de la fotosíntesis; por la noche se encuentran mayores concentraciones de dióxido de carbono en los estanques y como norma debe mantenerse por debajo de 20 mg CO_2 / litro, porque cuando sobrepasa este valor se presenta letargia e inapetencia. (Furuya, B.R. 2000).

g. Compuestos nitrogenados

Cuando los compuestos nitrogenados incrementan su concentración, lo que hacen es elevar la concentración de materia orgánica, generándose de ésta forma los efectos nocivos expuestos en la Tabla N° 2. De hecho uno de los productos que se forma automáticamente es el amonio (NH_4^+), como resultado de la excreción y orina de los peces; con la consecuente descomposición de la materia orgánica (degradación de la

materia vegetal y de las proteínas del alimento no consumido). Ahora el amoniaco (NH_3) excretado existe en equilibrio en el agua entre la molécula no ionizada (NH_3) que es tóxico para los peces y el ion ionizado (NH_4^+), también conocido como amonio y el cual no es tóxico. En cuanto a los parámetros de concentración los valores de amonio deben fluctuar entre 0,01 a 0,1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos) y los niveles de tolerancia para las Tilapias se encuentran en el rango de 0,6 a 2,0 ppm.

Bajo éste mismo análisis técnico, Castillo, L.F. (1989), refiere más específicamente, que el amonio (NH_4^+) y los nitritos (NO_2^-) son las formas nitrogenadas más tóxicas, que las concentraciones altas de amonio en el agua causan daños cerebrales en los peces (como el bloqueo del metabolismo energético del cerebro), daño de las branquias afectando la captura del oxígeno, afecta el balance de las sales, lesión de los órganos internos, incrementa la susceptibilidad a enfermedades y reduce la tasa de crecimiento. Altos niveles de nitritos pueden ocasionar que la hemoglobina se torne de color marrón y se dificulte el transporte de oxígeno. En conclusión, los rangos característicos del agua adecuada para el cultivo de tilapia son los siguientes:

Tabla N° 3. Parámetros físicos y químicos del agua para Tilapia

Parámetro	Valores
Temperatura	25 - 32 °C
Oxígeno disuelto	5 - 8,3 mg/litro
pH	6 - 9
Alcalinidad total	50 - 150 mg/litro
Dureza total	80 - 110 mg/litro
Calcio	60 - 120 mg/litro
Nitritos	0,1 mg/litro
Nitratos	1,5 - 2,0 mg/litro
Amonio total	0,1 mg/litro
Hierro	0,05 - 0,2 mg/litro
Fostatos	0,15 - 0,2 mg/litro
Dióxido de carbono	5 - 10 mg/litro

Fuente: Hurtado Totocayo (2003).

6. Sistemas de cultivo

La industria de la piscicultura comprende al menos cuatro modalidades, y que cada una de ellas presenta sus características, entre ellas podemos mencionar:

6.1 Cultivo de peces en estanques

Un estanque constituye un embalse de agua que se puede llenar y vaciar fácilmente, propiciando un medio ambiente favorable al organismo que se cría o cultiva.

Por su construcción se clasifican en:

- a. **De presa:** Son construidos en el cauce del abastecedor, son estanques de bajo costo porque sólo se construye una pared, pero su manejo es complicado.
- b. **De derivación:** Son construidos en terrazas adyacentes al abastecedor, recibiendo parte del caudal, con un control asegurado. El costo de construcción es elevado. Éstos a su vez pueden ser estanques por amurallamiento o curva de nivel (cuando el abastecedor está alto respecto a la terraza donde se construye, cierran áreas grandes y se construyen por lo general tres paredes).

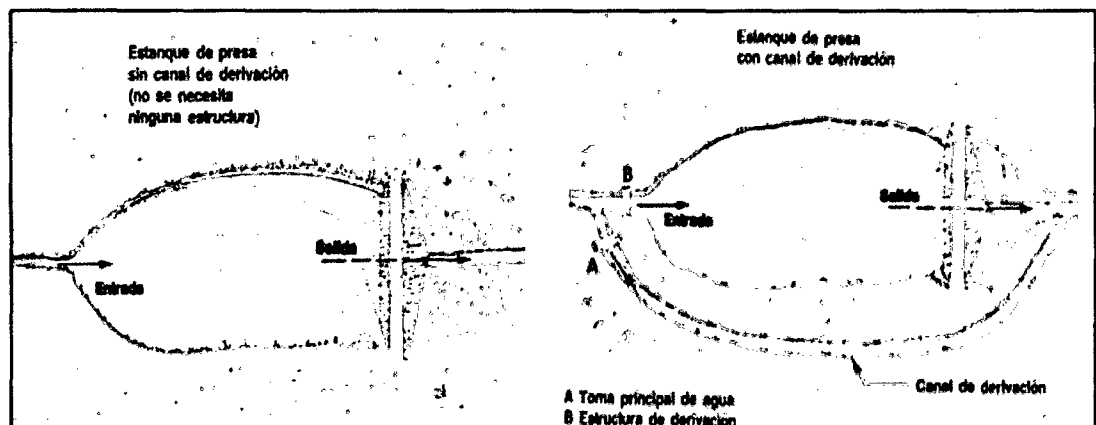


Figura N° 2. Tipos de estanque para peces (Mendoza, A.R. 2005).

- c. **En serie o en rosario:** Son estanques donde el agua que ingresa al primer estanque por rebose pasa al segundo y así sucesivamente; recomendable solo en

los lugares con poca disponibilidad de agua.

Se caracteriza por:

- Mayor peligro de infecciones generalizadas.
- Es frecuente el descenso de la calidad del agua.
- Por un elevado consumo de agua (en todos los tanques).
- Se tiene dificultad de control individual de cada tanque.

d. En paralelo: Son estanques con ingreso de agua independiente por lo que son más manejables.

Se caracteriza por:

- Presentar un menor peligro de infecciones.
- Mejor calidad de agua y mayor caudal.
- Consumo fraccionado (individual en cada tanque).
- Mayor facilidad de control individual de los tanques.

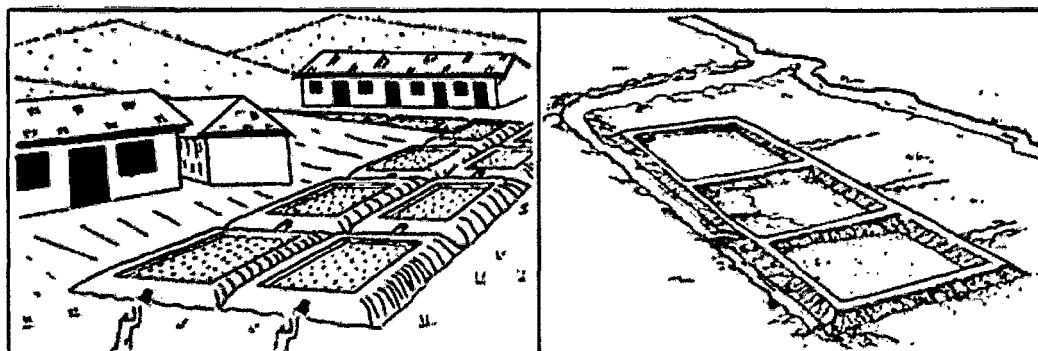


Figura N° 3. Estanque en serie y paralelo para peces (Mendoza, A.R. 2005).

6.2 Cultivo de peces en Jaulas

Las jaulas son recintos que consisten en un entramado cerrado por todas partes con mallas o redes y están sujetos a una estructura flotante. Las jaulas pueden ser muy variadas: rectangulares, cuadradas, hexagonales, circulares, etc.

El cultivo en jaulas podría definirse como el engorde de peces desde fases juveniles hasta tamaños comerciales en un área restringida y delimitada por mallas que permitan el libre flujo de agua.

Entre sus características se tiene:

- Aprovechamiento y auto depuración del agua.
- Reducción de costos y facilidad de cosecha.
- Suplementación con aireación y auto oxigenación.
- Posibilidad de traslado y facilidad de transporte.
- Reducción del periodo de engorde.
- Sistemas de volúmenes pequeños (1300 m³).
- Alta intensidad del sistema 75 peces/m³.
- Capacidad de carga de 60 Kg/m³.



Fotografía N° 3. Jaula para cultivo de peces (Mendoza, A.R. 2005).

7. Cultivo de la Tilapia

El cultivo de la Tilapia puede dividirse, como en todo cultivo acuícola, en cuatro fases: Reproducción, producción de larvas (larvicultura); etapa de pre-engorde o de nursery y fase de engorde final.



La fecundidad de esta especie es baja, pero de todas formas debido a sus múltiples desoves (especialmente en el trópico) se produce superpoblación en los estanques antes de alcanzar el peso y talla de mercado; aunque ellos se producen en menor cantidad en nuestro subtrópico. También puede manifestarse “enanismo” cuando se realizan cultivos de ambos sexos (al reproducirse en los estanques y cambiar la densidad inicial del cultivo). La superpoblación puede prevenirse o por reversión sexual previa y por control, o por realización de cultivo en jaulas suspendidas; ya que, en estas últimas, los huevos caen a través del fondo de la malla del contenedor, antes de que la hembra pueda recuperarlos para su incubación bucal.

También se pueden utilizar jaulas para efectuar la reversión, colocando éstas en los estanques, a un promedio de 4.000 larvas / m² o en jaulas a una densidad de 3.000 – 5.000 / m² (según el recambio de agua). En pequeños tanques artificiales, se colocan los reproductores de 0,3 a 0,7 kg/m², con un recambio de agua suave y una tasa de 2-3 hembras por cada macho. Las larvas son en general retiradas de la superficie del agua, iniciándose la recolección, unos 10 días posteriores a la siembra inicial.

El mejor cultivo a escala comercial es aquel que realiza los engordes de ejemplares exclusivamente “todos machos” (> 95% machos). Estos cultivos no solo previenen la reproducción en los estanques, sino que los machos muestran mejor crecimiento que las hembras. La técnica más conocida para lograrlo es la denominada de “reversión sexual”, ampliamente utilizada y que permite trabajar de esta forma. La hibridación también ofrece resultados positivos y asimismo la separación manual, por descarte de las hembras, una vez adquirida su práctica. La hibridación entre los mismos peces, sucede cuando algunas cruces dan una progenie del 100 % machos. No siempre se obtienen estos resultados, ya que la determinación del sexo es complicado.

organismos de la columna de agua; sino que sus branquias generan un mucus que atrapa las partículas y las células del fitoplancton. La digestión y la asimilación se realizan a través de un largo intestino que llega a ser 6 veces el total de su cuerpo. La tilapia es muy eficiente en consumo de algas del fitoplancton. Si bien esta especie no ingiere activamente vegetales superiores como otras especies, puede limitar su crecimiento cuando es cultivada en estanques. En cambio, digiere entre un 30 – 60 % de la proteína contenida en el plancton (algas azules y verdes) siendo las primeras mejor digeridas que las segundas.

Cuando los estanques son fertilizados con abono animal, estos actúan también como alimento (abono de cerdos, de gallina u otros animales de granja). Las tilapias no disturban los fondos como ocurre en el cultivo de carpas comunes. Los peces buscan invertebrados durante el día e ingieren principalmente, aquellas bacterias contenidas en la materia orgánica en descomposición. También incluyen en su alimentación, invertebrados de la columna de agua y aunque no son piscívoras, pueden abastecerse, ocasionalmente, de larvas de peces e inclusive de las propias. Los juveniles grandes y los adultos son muy territoriales y la turbidez del agua reduce su agresividad; aunque este fenómeno produce desigual crecimiento a altas densidades, cuando el alimento es limitado. Utilizando alimento natural, los rindes son de más de 1500 kg/ha que pueden sostenerse en estanques, sin alimento externo, solo con una adecuada fertilización. Los organismos naturales alimenticios encontrados en un estanque proveen nutrientes esenciales. En algunas ocasiones, este alimento natural no se encuentra disponible en suficiente cantidad para proveer de adecuada nutrición para que los peces crezcan. Cuando esto sucede, los peces se deben alimentar a intervalos regulares (por ejemplo, diariamente, semanalmente, etc), con alimentos concentrados manufacturados.

8.1 Tipos de alimento y cálculo de raciones

a. Alimento balanceado

Los organismos vivos son el alimento natural de la tilapia, los cuales, son producidos en el agua donde viven. Algunos ejemplos de alimentos naturales son el fitoplancton (plantas microscópicas), zooplancton (animales microscópicos) e insectos; la abundancia de estos organismos se incrementa con la fertilización. También pueden utilizarse alimentos suplementarios, algunos ejemplos son las raciones comerciales (alimentos concentrados, como la Purina Colombiana SA.) para pollos y cerdos, salvado de arroz, desechos de cocina (no procesados), tortas de semillas oleaginosas, y otros productos y desechos agrícolas. Sin embargo, el alimento suplementario no es nutricionalmente completo y no permitirá un buen crecimiento a la tilapia si el alimento natural está totalmente ausente. Si el alimento natural está totalmente ausente del estanque, se les debe proporcionar a los peces alimentos manufacturados (concentrados) nutricionalmente completos que contengan todos los requerimientos de vitaminas y nutrientes esenciales. Estos alimentos completos son utilizados en sistemas de cultivo intensivo.

Tabla N° 4. Ración alimenticia según el peso del pez

Peso promedio del pez (gramos)	Ración alimenticia (%)
Mayor a 10	5
25	4,5
50	3,7
75	3,4
100	3,2
150	3,0
200	2,8
250	2,5
300	2,3
400	2,0
500	1,7
Mayor a 600	1,4

Fuente: Escobar, B.L., Olvera. (2006).

Para la presente investigación se utilizará a la Purina Colombiana como fuente de alimentación externa y balanceada.

Tabla N° 5. Contenido alimenticio de la Purina Colombiana SA

Contenido alimenticio (%)	Concentración en peso (%)
Humedad	12,5 máximo
Proteína bruta	43,0 máximo
Extracto etéreo	4,0 mínimo
Materia fibrosa	5,0 máximo
Materia mineral	15,0
Calcio	3,2
fósforo	0,9

Fuente: Silveria Jr. N. (1993).

Tabla N° 6. Vitaminas y minerales del alimento balanceado

Composición de vitaminas	UI o ma /Ka Dieta	Composición de minerales y aditivos	Ma/Ka dieta
Vitamina A	6500 UI	Cobre	0,5
Vitamina D3	400 UI	Zinc	0,5
Vitamina E	50 UI	Manganeso	30,0
Vitamina K	2,5 mg	Hierro	4,0
Tiamina	5,0 mg	Yodo	0,3
Riboflavina	12,5 mg	Etoxina	100
Ácido fólico	2,0 mg	Ácido cítrico	100
Biotina	0,25 mg	Ácido propiónico	10
Cianocobalamina	10 mg		
Inositol	5,0 mg		
Vitamina C	50 mg		
Colina	750 mg		

Fuente: Escobar, B.L., Olvera. (2006).

Tabla N° 7. Producción de alimentos para Tilapia

Empresa	Participación (%)	Producción (Tn/año)
Purina Colombiana SA	58	19000
Solla SA	14	4500
Fines SA	8	2600
Itacol SA	6	1900
Raza SA	14	4500

Fuente: Negret. (1993).

Tabla N° 8. Principales alimentos para Tilapia

Fábrica	Tipo de alimento	Tamaño de partícula	Proteína bruta (%)
Purina Colombiana SA	Granulado sumergible. Extruido flotante	5/32" migajas: 3 y 5 mm.	20,24 y25 24,32, 34 y 40
Solla SA	Granulado sumergible.	5/32"	25
Fines SA	Granulado sumergible.	5/32"	23, 27 y 32
Itacol SA	Granulado sumergible.	5/32"	24 y 28
Raza SA	Granulado sumergible.	5/32"	25

Fuente: Negret. (1993).

b. Alimento doméstico

Durante muchos años no han existido los alimentos manufacturados, de forma que desde siempre se ha recurrido a utilizar alimentos domésticos para brindar alimento proteínico alterno. Es muy conocido el uso de proteínas vegetales, inclusive en la actualidad ante lo costoso de los alimentos, han sido reportados el consumo de alimentos domésticos.

Los especialistas en nutrición de peces han hecho varias tentativas de sustituir parcial o totalmente los ingredientes más caros de las dietas acuícolas por fuentes proteicas disponibles y menos costosas para la Tilapia, incluyendo exoesqueletos de cangrejos *Gammarus sp.* (Rodríguez, M.M.F. 1993), estos tienen altos niveles de proteína y perfiles favorables de aminoácidos esenciales, pero su contenido de ceniza y quitina son muy altos, lo que ocasiona una reducción en el crecimiento.

La capacidad de los peces de digerir y absorber alimentos con exoesqueletos de *Gammarus sp.* Y cangrejos (crustáceos) no está bien definida (Foster, 1999). Otras

fuentes de proteínas examinadas son: subproductos de aves de corral (Gaber, 1996), cáscaras de cacao (Pouomogne , 1997), harina de soya (Shiau , 1989; 1990); (Wee y Shu, 1989); (Webster , 1992); (El-Dahhar y El-Shazly, 1993), harina de gluten de maíz (Wu et al., 1995), harina de semillas de lupinos (Fontainhas e, 1999), harina de colza (Davies , 1990), harina de semilla de algodón (Rinchard , 2002), y granos secos de destilería con solubles (Coyle , 2004). Sin embargo, el reemplazamiento completo de harina de pescado con proteínas de origen vegetal, ocasionan una disminución en el crecimiento de los peces (Mbahinzireki, 2001; Sklan , 2004). Este decremento ha sido atribuido a la presencia de factores anti nutricionales en las proteínas de la planta, particularmente en la harina de soya (Bureau, 1998). Borgeson, (2006), evaluaron el reemplazo de la harina de pescado en dietas de Tilapia con ingredientes de plantas procesadas realizando una mezcla compleja (harina de soya, gluten de maíz, lino descortezado, concentrado proteico de guisante y concentrado proteico de canola) y una mezcla simple (harina de soya y gluten de maíz), obteniendo mayores resultados con la dieta compleja en el crecimiento de Tilapia.

II.MATERIALES Y MÉTODO

2.1 Material de cultivo de Tilapia

La Tilapia muestreada fue aquella que cumplía condiciones de ser sometida a un tratamiento específico de crecimiento y engorde, para ello se establecieron los siguientes requisitos de cultivo:

Peso promedio: 90 gramos

Tamaño promedio: 18 cm.

Salud: Libre de enfermedades

La fase de experimentación se realizó a través de jaulas de cultivo, debido a las ventajas que representa ante las instalaciones fijas.

Ventajas del cultivo de jaula:

- La inversión inicial es baja debido a que la tecnología es relativamente económica y simple, es aplicable a la mayoría de cuerpos de agua con profundidades mayores a 1 metro con el fin de reducir la incidencia de parásitos y disminuir los sólidos en suspensión desde las zonas de fondos que son más susceptibles a niveles bajos de oxígeno.
- Es técnica y económicamente aplicable a cualquier escala. No requiere construcciones permanentes, dado que son fácilmente desmontables.
- Posibilita la combinación de diversas edades dentro de un mismo cuerpo de agua, suministrando a cada grupo de peces el alimento adecuado para su edad.
- Permite la aplicación de tratamientos terapéuticos a un grupo específico de peces.
- Facilita la observación y control de la población, la reproducción, los predadores y los competidores. Se reduce la manipulación y la mortalidad.
- Con una calidad de agua excelente es posible alcanzar rendimientos máximos de 20 toneladas métricas por hectárea (20 peces de 100 gr/m²) / ciclo en este tipo de

cultivo.

De forma que, las jaulas permiten una manipulación fácil de los peces, siembras a altas densidades, máxima utilización de los recursos de agua disponibles, retorno Rápido del capital invertido y facilitar el inventario.

2.2 Inicio de la fase experimental

Se preparó una jaula con dimensiones de 2 m x 3 m, lo que significa que la jaula tiene condiciones de poder albergar hasta 120 peces de 100 gramos. Para el proyecto se estimó desarrollar el cultivo de Tilapia en dos jaulas con las siguientes características de alimentación:

Jaula 1:

- 25 peces de Tilapia
- Peso promedio: 90 gramos
- Tamaño promedio: 18 cm.
- Los peces se sometieron a un cultivo intensivo de Purina Colombiana S.A.

Jaula 2:

- 25 peces de Tilapia sometidos a una alimentación doméstica, dado que es conocido que la Tilapia se caracteriza por ser un pez omnívoro.
- Peso promedio: 90 gramos
- Tamaño promedio: 18 cm.

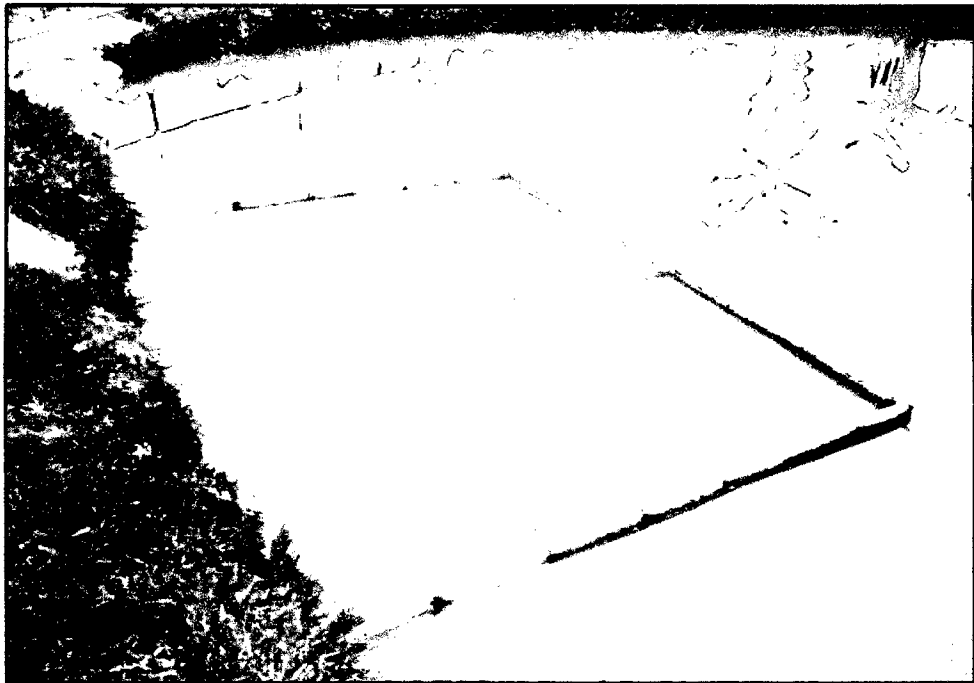
Para la construcción de ambas jaulas se utilizaron listones de madera de 2 x 3 x 1,5 metros, obteniéndose un volumen de 9 m³ de agua; las mismas que se adaptaron a una poza de crianza mayor y en operatividad todo el tiempo en la provincia de Condorcanqui, tal como se observa en las fotografías N° 1, 2 y 3.



Fotografía N° 4. Fijación de la malla de la jaula



Fotografía N° 5. Tendido de la malla de la jaula



Fotografía N° 6. Instalación de las jaulas para Tilapia

2.3 Técnica de alimentación

Para la alimentación de la tilapias se tomó como parámetro base el concepto de “biomasa” que se obtuvo a través del número de peces existentes (25) multiplicados por el promedio de su peso (90 gr).

Los peces de ambas jaulas se sometieron a una técnica similar, es decir se ha seguido las recomendaciones efectuadas por la literatura especializada para un cultivo intensivo, esto es, se proporcionó la alimentación durante tres turnos durante el día y en los siguientes porcentajes:

Primera ración: 25 % del total de la alimentación.

Segunda ración: 50 % del total de la alimentación.

Tercera ración: 25 % del total de la alimentación.

Existen dos métodos que pueden ser utilizados para ajustar correctamente la

alimentación diaria:

a.- Alimentación para el desarrollo o levante:

Este método se aplica para peces cuyo peso está comprendido entre los 5 y 80 gramos. Los peces son alimentados con alimento balanceado cuyo contenido en proteína es de 30 a 32 %, dependiendo de la temperatura y el manejo de la explotación. Se debe suministrar la cantidad de alimento equivalente del 4 % al 6 % de la biomasa, distribuidos entre 4 y 6 raciones al día. Este tipo de alimentación no fue aplicado al proyecto, por cuanto los peces en evaluación tienen 90 gramos de peso.

b.- Alimentación para el crecimiento y engorde

Esta fase comprende la crianza de la Tilapia cuyo peso oscila desde los 90 gramos hasta el peso de cosecha. En esta etapa, por el tamaño del animal, ya no es necesario el uso de sistemas de protección anti pájaros.

Los peces son alimentados con alimentos balanceados de 30 o 28 % de contenido de proteína, y se sugiere suministrar entre el 4 y 2 % de la biomasa distribuida durante 4 dosis al día, y éste fue el tipo de alimentación implementado en el proyecto.

Por lo general para la alimentación se tomó en consideración la clasificación de la Tabla N° 9, que sitúa a la Tilapia en experimentación en una etapa de engorde dado el peso de 90 gramos.

Tabla N° 9. Peso promedio y frecuencia de alimentación

Fase de crecimiento	Peso promedio (gramos)	Frecuencia de alimentación (N° veces por día)
Pre cría	2 – 50	6 – 5
Crecimiento	50 – 90	4
Engorde	90 – 300	3

Fuente: Gómez, F. (1990).

2.4 Metodología de trabajo

Para la alimentación de la tilapias se tomaron como parámetro base el concepto de “biomasa” que se obtiene a través del número de peces existentes multiplicados por el promedio de su peso. Para que este cálculo de biomasa sea técnicamente útil, se hace necesario el muestreo de los peces cada 20 días. Por ello, el suministro de alimento diario se ha incrementado a medida que los peces van creciendo por tanto la cantidad debe ser ajustada en intervalos aproximados de 15 a 20 días.

La dieta balanceada para la Tilapia, se realizó a través de dos formas las que compararon al final del experimento.

a.- Dieta balanceada comercial: Se utilizó la Purina Colombiana S.A.

b.- Dieta doméstica elaborada: Se utilizaron cáscaras de cacao, gluten de maíz, afrecho de soya y residuos de pescado, para la producción de harina de pescado. Para conseguir el material particulado de ésta alimentación fue necesario recurrir a un molino doméstico con el ajuste requerido para la alimentación, tal como se muestra en las fotografías siguientes:



Fotografía N° 7. Ingredientes para la alimentación doméstica

El alimento doméstico es peletizado con un molino, en el que la mezcla es presionada dentro de una cámara de presión y obligada a salir por unos orificios. Estos alimentos tienen una densidad mediana lo que incide en una mayor estabilidad cuando se encuentran en agua, lográndose suspenderse dentro de la jaula y permitiendo que en cualquier momento los peces puedan tener acceso al alimento.



Fotografía N° 8. Molienda de los ingredientes

2.4.1 Actividades

Para completar la evaluación experimental, se desarrollaron las siguientes actividades:

a.- Se determinó el peso promedio de 50 peces al momento de sembrar en las jaulas, separándose Jaula 1 y Jaula 2.

Jaula 1: Cultivo intensivo de Purina Colombiana S.A.

Jaula 2: Cultivo con alimentación doméstica.

- b.- El peso medio es obtenido dividiendo el valor obtenido de la suma de los pesos por el número de animales muestreados.
- c.- Determinar la biomasa multiplicando el peso medio obtenido por el número estimado de peces existentes.
- d.- Determinar a través de la tabla referencial el peso medio obtenido por el número estimado de peces existentes.
- e.- Determinar a través de la tabla referencial, la tasa de alimentación adecuada para el tamaño de los peces.
- f.- Calcular la cantidad de alimento a ofrecer usando la biomasa y multiplicándola por la tasa de alimentación.
- g.- Alimentar con la cantidad calculada conforme a la frecuencia sugerida en la tabla N° 8. Entre cada período de muestreo (cada 30 días) aumentar la cantidad de alimento ofrecido por día en un 10 o 15% cada semana.
- h.- La cantidad de alimento diario que se debe suministrar puede ser dividida en tres porciones iguales durante el día.

Para el cumplimiento de las actividades se escogió la siguiente tabla referencial para el ritmo de la alimentación de la Tilapia.

Tabla N° 10. Patrón referencial para la alimentación de Tilapia

Peso promedio de Tilapia (gramos)	Porcentaje de biomasa (%)	Frecuencia de alimentación (N° veces por día)
< 5	7 – 10	6
5 – 20	4 – 6	5
20 – 90	3 – 4	4
90 – 300	2 – 3	3
300 – 400	1,5	2

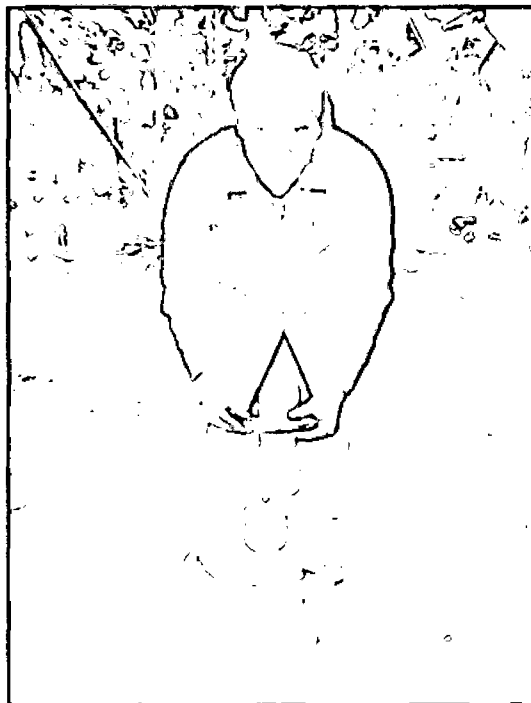
Fuente: Rojas, V.E. (2004).

2.4.2 Procedimiento

- a. Determinar el peso y talla promedio inicial de Tilapia en cada jaula



Fotografía N° 9. Medida de la talla de la Tilapia



Fotografía N° 10. Medida del peso de la Tilapia

La operación se realizó in situ en la ubicación de las jaulas para luego de las mediciones devolverlas inmediatamente a su respectivo hábitat.

Tabla N° 11. Cálculo del peso y talla promedio al inicio del proceso

N° Tilapia	Jaula N° 01		Jaula N° 02	
	Peso promedio (gramos)	Talla promedio (cm)	Peso promedio (gramos)	Talla promedio (cm)
1	88,0	18,9	88,9	19,1
2	90,4	19,3	90,7	18,4
3	92,0	18,4	92,4	19,7
4	87,9	19,4	89,4	19,9
5	91,3	17,9	87,3	18,2
6	90,6	17,9	90,3	18,7
7	87,9	19,7	92,8	19,9
8	88,4	18,7	90,3	17,6
9	91,9	17,4	88,6	16,8
10	90,4	16,9	87,8	18,3
11	90,3	19,5	89,3	19,2
12	88,6	18,6	92,3	18,8
13	92,3	19,6	90,3	18,4
14	90,6	18,2	89,8	16,9
15	89,8	17,8	91,3	19,5
16	87,7	19,3	91,4	18,6
17	90,3	17,5	89,5	17,5
18	89,6	16,9	89,6	19,4
19	90,8	18,1	90,4	19,5
20	92,5	19,3	92,4	18,4
21	89,8	18,5	91,8	17,5
22	87,5	18,3	89,4	19,1
23	89,9	19,5	89,7	18,4
24	92,1	17,6	87,5	18,4
25	88,0	18,9	89,8	17,5
Promedio	90,02 gr.	18,47 cm.	90,12 gr.	18,54 cm.
Peso biomasa	2250 gr.		2253 gr.	

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Se instalaron dos jaulas con igual dimensión de 2 x 3 x 1,5 metros para un volumen de 9 m³ de agua y un cultivo de 25 peces Tilapia en cada jaula.

En un estanque de 9 m³ de volumen, se sembraron 25 tilapias con las siguientes condiciones físicas:

Peso aproximado: 90 gramos

Tamaño promedio: 18 cm.

De la tabla N° 9 se deduce que la biomasa de cada jaula es la siguiente:

Jaula N° 1: 2250 gramos

Jaula N° 2: 2253 gramos

Lo que indicó que se trabajó con una biomasa de 2251,5 gramos y que además de acuerdo a la tabla N° 10 para un peso promedio de Tilapia de 90 gramos le corresponde una tasa de alimentación del 2 – 3 % de la biomasa, para el presente proyecto se utilizó una tasa del 2 % del peso total de la biomasa.

Cantidad de alimento/día = Biomasa x tasa de alimentación

Cantidad de alimento/día = 2251,5 x 2 %

Cantidad de alimento/día = 45 gramos

Y de la misma tabla se dedujo que la frecuencia de alimentación durante el día fue de 3 veces diarias

Primera ración mañana 8:00 am: 25 % del total de la alimentación = 11 gr.

Segunda ración medio día: 50 % del total de la alimentación = 23 gr.

Tercera ración 4:00 pm: 25 % del total de la alimentación = 11 gr.

Después de conocer la talla y peso promedio inicial durante 4 meses se desarrolló la operación de alimentarlas con diferente comida.

Jaula 1: Cultivo intensivo de Purina Colombiana S.A.

Jaula 2: Cultivo con alimentación doméstica y sales naturales.

b. Medición del peso y talla promedio al finalizar el primer mes

Después de medir las condiciones físicas de la Tilapia se dio inicio a la alimentación por separado y por cada jaula.

b.1 Jaula 1:

La alimentación de la Tilapia fue con alimento balanceado de Purina Colombiana S.A., y la bolsa que se adquirió tuvo 40000 gramos para peces Tilapia, cuyo precio comercial fue de S/. 190.00 nuevos soles y con la tasa de alimentación de la tabla N° 10, la alimentación fue distribuida de la siguiente manera:

- 8:00 am. = 11 gramos de Purina Colombiana SA.
- Medio día = 23 gramos de Purina Colombiana SA.
- 4:00 pm. = 11 gramos de Purina Colombiana SA.

Al mes se consumió:

= 45 gr x 30 días

= 1350 gramos por mes

El costo aproximado del alimento balanceado se calcula aplicando una proporcionalidad del gasto, aplicando una regla de tres simple, es decir de la siguiente manera:

40 000 gramos mes ----- S/. 190.00

1350 gramos mes ----- S/. X

X = S/. 6,40

Para el segundo mes, la tasa de alimentación estuvo condicionada a la evaluación de la nueva biomasa.

b.2 Jaula 2:

La alimentación de la Tilapia fue con alimento doméstico y se siguió con la misma tasa de alimentación de la tabla N° 10, la alimentación fue distribuida así:

- 8:00 am. = 11 gramos de alimento doméstico.
- Medio día = 23 gramos de alimento doméstico.
- 4:00 pm. = 11 gramos de alimento doméstico.

Tabla N° 12. Cálculo del peso y talla promedio después de 1 mes

N° Tilapia	Jaula N° 01		Jaula N° 02	
	Peso promedio (gramos)	Talla promedio (cm)	Peso promedio (gramos)	Talla promedio (cm)
1	121,4	20,7	107,5	19,3
2	122,6	19,4	107,9	20,1
3	120,8	18,9	108,4	19,4
4	119,8	21,4	110,4	19,3
5	118,6	22,6	108,5	20,2
6	122,8	19,6	109,7	20,4
7	123,2	22,8	110,3	21,3
8	125,3	22,9	107,6	19,1
9	119,9	20,3	108,8	19,2
10	118,4	19,5	109,7	19,3
11	119,3	22,5	107,4	18,5
12	117,4	21,5	110,7	19,4
13	116,5	20,3	106,9	19,6
14	119,4	20,6	109,2	20,6
15	120,6	21,8	108,4	20,7
16	122,5	22,6	107,3	21,5
17	121,3	20,2	105,7	19,5
18	123,6	21,7	106,9	20,1
19	120,6	23,4	106,9	19,6
20	121,5	20,5	109,8	19,8
21	122,3	22,5	110,6	18,7
22	119,4	20,5	107,5	19,6
23	117,5	19,6	108,2	20,3
24	119,5	18,5	109,1	20,4
25	119,6	19,6	108,8	19,3
Promedio	120,5 gr.	20,9 cm.	108,5 gr.	19,8 cm.
Peso biomasa	3014 gr.		2712 gr.	

Fuente: Elaboración propia del tesista.

c. Medición del peso y talla promedio al finalizar el segundo mes

Después de conocer la nueva biomasa como resultado de la alimentación del primer mes, se procedió el cálculo de las nuevas proporciones de alimento balanceado y doméstico, tomando como referencia la tabla N° 10, es decir, para los peces que no superan los 300 gramos se utilizó un 2 % de la biomasa existente.

Jaula 1:

Cantidad de alimento/día = Biomasa x tasa de alimentación

Cantidad de alimento/día = 3014 gr. x 2 %

Cantidad de alimento/día = 60 gramos

Primera ración mañana 8:00 am: 25 % del total de la alimentación = 15 gr.

Segunda ración medio día: 50 % del total de la alimentación = 30 gr.

Tercera ración 4:00 pm: 25 % del total de la alimentación = 15 gr.

Al mes se consumió Purina Colombiana SA:

= 60 gr x 30 días

= 1800 gramos por mes

El costo aproximado del alimento balanceado se calcula aplicando una proporcionalidad del gasto, aplicando una regla de tres simple:

40 000 gramos mes ----- S/. 190.00

1800 gramos mes ----- S/. X

X = S/. 8,55

Jaula 2:

Cantidad de alimento doméstico/día = Biomasa x tasa de alimentación

Cantidad de alimento doméstico/día = 2712 gr. x 2 %

Cantidad de alimento/día = 54 gramos (1620 gramos mensuales)

Primera ración mañana 8:00 am: 25 % del total de la alimentación = 13 gr.

Segunda ración medio día: 50 % del total de la alimentación = 28 gr.

Tercera ración 4:00 pm: 25 % del total de la alimentación = 13 gr.

Tabla N° 13. Cálculo del peso y talla promedio después de 2 meses

N° Tilapia	Jaula N° 01		Jaula N° 02	
	Peso promedio (gramos)	Talla promedio (cm)	Peso promedio (gramos)	Talla promedio (cm)
1	158,6	22,4	128,5	20,5
2	163,5	23,2	130,6	21,8
3	163,5	21,9	128,5	20,7
4	159,7	24,2	130,5	21,8
5	162,5	23,8	129,4	20,9
6	158,5	22,7	128,7	21,9
7	162,4	21,6	132,8	20,6
8	165,3	22,4	132,3	21,7
9	159,5	21,5	129,5	20,3
10	163,3	23,4	128,6	21,6
11	160,3	25,7	129,9	22,5
12	167,3	24,6	132,8	20,1
13	165,2	23,9	130,4	19,5
14	159,4	21,8	128,7	20,6
15	160,3	22,8	129,9	21,6
16	158,7	23,8	127,5	20,2
17	162,3	22,4	129,8	21,1
18	163,7	23,7	128,7	20,3
19	159,6	22,5	129,6	19,4
20	164,3	23,5	130,3	20,3
21	158,9	24,6	132,9	21,2
22	162,7	23,8	127,9	20,4
23	160,7	22,6	131,7	21,5
24	159,5	24,2	132,6	19,5
25	158,3	22,6	130,7	19,4
Promedio	161,5 gr.	23,2 cm.	130,1 gr.	20,8 cm.
Peso biomasa	4038 gr.		3253 gr.	

Fuente: Elaboración propia del tesista.

d. Medición del peso y talla promedio al finalizar el tercer mes

Una vez determinado la nueva biomasa como resultado de la alimentación del segundo mes, se procedió a determinar las nuevas proporciones de alimento balanceado y doméstico, de forma similar al mes anterior, es decir, para peces que no superan los 300 gramos se utilizó un 2 % de la biomasa existente.

Jaula 1:

Cantidad de alimento/día = Biomasa x tasa de alimentación

Cantidad de alimento/día = 4038 gr. x 2 %

Cantidad de alimento/día = 80 gramos

Primera ración mañana 8:00 am: 25 % del total de la alimentación = 20 gr.

Segunda ración medio día: 50 % del total de la alimentación = 40 gr.

Tercera ración 4:00 pm: 25 % del total de la alimentación = 20 gr.

Al mes se consumió Purina Colombiana SA:

= 80 gr x 30 días

= 2400 gramos por mes

El costo aproximado del alimento balanceado se calcula aplicando una proporcionalidad del gasto, aplicando una regla de tres simple:

40 000 gramos mes ----- S/. 190.00

2400 gramos mes ----- S/. X

X = S/. 11,4

Jaula 2:

Cantidad de alimento doméstico /día = Biomasa x tasa de alimentación

Cantidad de alimento doméstico /día = 3253 gr. x 2 %

Cantidad de alimento/día = 65 gramos alimento (1950 gr mensuales)

Primera ración mañana 8:00 am: 25 % del total de la alimentación = 16 gr.

Segunda ración medio día: 50 % del total de la alimentación = 33 gr.

Tercera ración 4:00 pm: 25 % del total de la alimentación = 16 gr.

Tabla N° 14. Cálculo del peso y talla promedio después de 3 meses

N° Tilapia	Jaula N° 01		Jaula N° 02	
	Peso promedio (gramos)	Talla promedio (cm)	Peso promedio (gramos)	Talla promedio (cm)
1	211,4	25,4	159,6	23,7
2	210,5	26,8	158,5	22,6
3	212,6	27,3	160,4	23,4
4	210,8	25,8	161,4	22,7
5	211,5	26,7	159,7	23,6
6	210,8	25,9	160,3	21,9
7	211,8	27,4	158,5	22,7
8	210,7	26,8	160,2	23,2
9	211,6	25,9	162,5	22,9
10	210,7	26,3	159,6	22,8
11	212,6	26,7	163,5	23,5
12	211,9	25,9	162,7	22,6
13	212,4	27,5	159,9	23,5
14	210,8	26,8	160,7	21,8
15	209,8	26,6	158,6	22,9
16	210,6	26,7	159,5	22,7
17	208,9	25,6	160,3	21,5
18	208,7	26,9	162,4	22,5
19	212,6	27,3	159,5	23,4
20	211,5	26,1	158,8	23,6
21	211,2	28,2	162,8	22,9
22	211,8	26,6	162,5	23,7
23	212,7	26,5	161,3	22,7
24	211,3	26,7	160,8	23,9
25	210,6	27,5	162,5	23,4
Promedio	211,1 gr.	26,6 cm.	160,6 gr.	22,9 cm.
Peso biomasa	5279,8 gr.		4016 gr.	

Fuente: Elaboración propia del tesista.

e. Medición del peso y talla promedio al finalizar el cuarto mes

Conocido la nueva biomasa como resultado de la alimentación del segundo mes, se procedió a determinar las nuevas proporciones de alimento balanceado y doméstico, de forma similar al mes anterior, es decir se utilizó un 2 % de la biomasa existente.

Jaula 1:

Cantidad de alimento/día = Biomasa x tasa de alimentación

Cantidad de alimento/día = 5279,8 gr. x 2 %

Cantidad de alimento/día = 105 gramos

Primera ración mañana 8:00 am: 25 % del total de la alimentación = 26 gr.

Segunda ración medio día: 50 % del total de la alimentación = 53 gr.

Tercera ración 4:00 pm: 25 % del total de la alimentación = 26 gr.

Al mes se consumió Purina Colombiana SA:

= 105 gr x 30 días

= 3150 gramos por mes

El costo aproximado del alimento balanceado se calcula aplicando una proporcionalidad del gasto, aplicando una regla de tres simple:

40 000 gramos mes ----- S/. 190.00

3150 gramos mes ----- S/. X

X = S/. 14,9

Jaula 2:

Cantidad de alimento doméstico/día = Biomasa x tasa de alimentación

Cantidad de alimento doméstico/día = 4016 gr. x 2 %

Cantidad de alimento/día = 80 gramos (2400 gramos mensuales)

Primera ración mañana 8:00 am: 25 % del total de la alimentación = 20 gr.

Segunda ración medio día: 50 % del total de la alimentación = 40 gr.

Tercera ración 4:00 pm: 25 % del total de la alimentación = 20 gr.

Tabla N° 15. Cálculo del peso y talla promedio después de 4 meses

N° Tilapia	Jaula N° 01		Jaula N° 02	
	Peso promedio (gramos)	Talla promedio (cm)	Peso promedio (gramos)	Talla promedio (cm)
1	258,9	27,4	184,6	23,5
2	261,6	26,6	186,1	24,6
3	263,8	27,4	185,7	22,9
4	259,1	26,8	184,5	23,5
5	258,5	26,5	186,7	24,7
6	261,8	27,4	187,5	23,1
7	260,3	26,6	184,9	22,9
8	261,8	25,9	186,7	24,8
9	259,7	27,7	184,8	22,4
10	262,1	26,8	185,9	23,5
11	260,3	26,5	186,2	21,8
12	259,7	27,5	185,7	24,6
13	260,4	25,8	186,2	22,5
14	262,3	26,7	185,6	24,7
15	260,7	25,9	184,3	24,8
16	261,5	27,4	186,5	23,5
17	262,3	26,9	185,9	25,6
18	261,2	27,8	184,5	24,9
19	260,4	27,3	186,1	25,2
20	261,7	26,3	186,8	22,1
21	258,9	25,9	185,3	25,7
22	260,1	27,4	186,9	24,3
23	258,7	26,7	185,3	23,8
24	260,2	26,9	184,9	25,8
25	259,5	26,8	186,2	25,6
Promedio	260,6 gr.	26,8 cm.	185,7 gr.	24,0 cm.
Peso biomasa	6516 gr.		4644 gr.	

Fuente: Elaboración propia del tesista.

III.RESULTADOS

Los resultados se muestran en concordancia a las siguientes actividades:

- a. Evaluación del consumo de alimento.
- b. Evaluación del peso de Tilapia, según el tipo de alimento.
- c. Evaluación de la biomasa, según tipo alimento.
- d. Evaluación de la talla de Tilapia, según tipo de alimento.
- e. Evaluación de costos y utilidades.

Para el tratamiento de datos se recurrió al software IBM SPSS Statistics 20 y Excel para graficar mejor las tendencias.

Tabla N° 16. Evaluación del consumo mensual de alimento, según biomasa

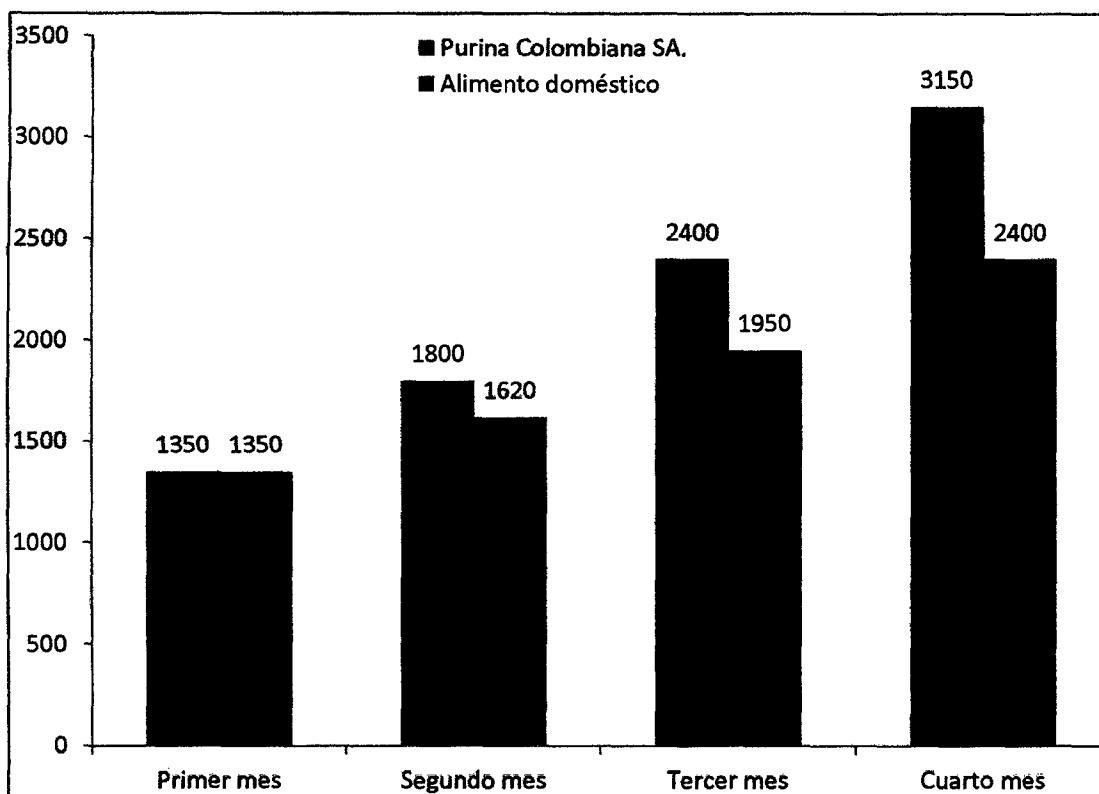
Alimento	Jaula N° 1 (Purina Colombiana SA.)	Jaula N° 2 (alimento doméstico)
Primer mes	1350	1350
Segundo mes	1800	1620
Tercer mes	2400	1950
Cuarto mes	3150	2400
Total	8700	7320

Fuente: Elaboración personal del tesista.

De la tabla anterior se puede deducir que el consumo de Purina Colombiana SA., genera mayor demanda de alimento al siguiente mes. Lo que con seguridad ha influenciado en su crecimiento y desarrollo que son materia de evaluación en sus gráficos.

Análisis estadístico

3.1 Gráfico de las tendencias



3.2 Cálculo de la media

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
PURINA	4	1350,00	3150,00	2175,0000	779,42286
DOMÉSTICO	4	1350,00	2400,00	1830,0000	452,32732

3.3 Prueba T

Prueba para una muestra						
Alimento	Valor de prueba = 0					
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
PURINA	5,581	3	0,011	2175,00000	934,7643	3415,2357
DOMÉSTICO	8,091	3	0,004	1830,00000	1110,2463	2549,7537

3.4 Regresión lineal

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típico de la estimación
1	1,000 ^a	1,000	1,000	16,74590
a. Variables predictoras: (Constante), DOMÉSTICO				

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1821939,150	1	1821939,150	6497,059	,000 ^b
	Residual	560,850	2	280,425		
	Total	1822500,000	3			
a. Variable dependiente: PURINA						
b. Variables predictoras: (Constante), DOMÉSTICO						

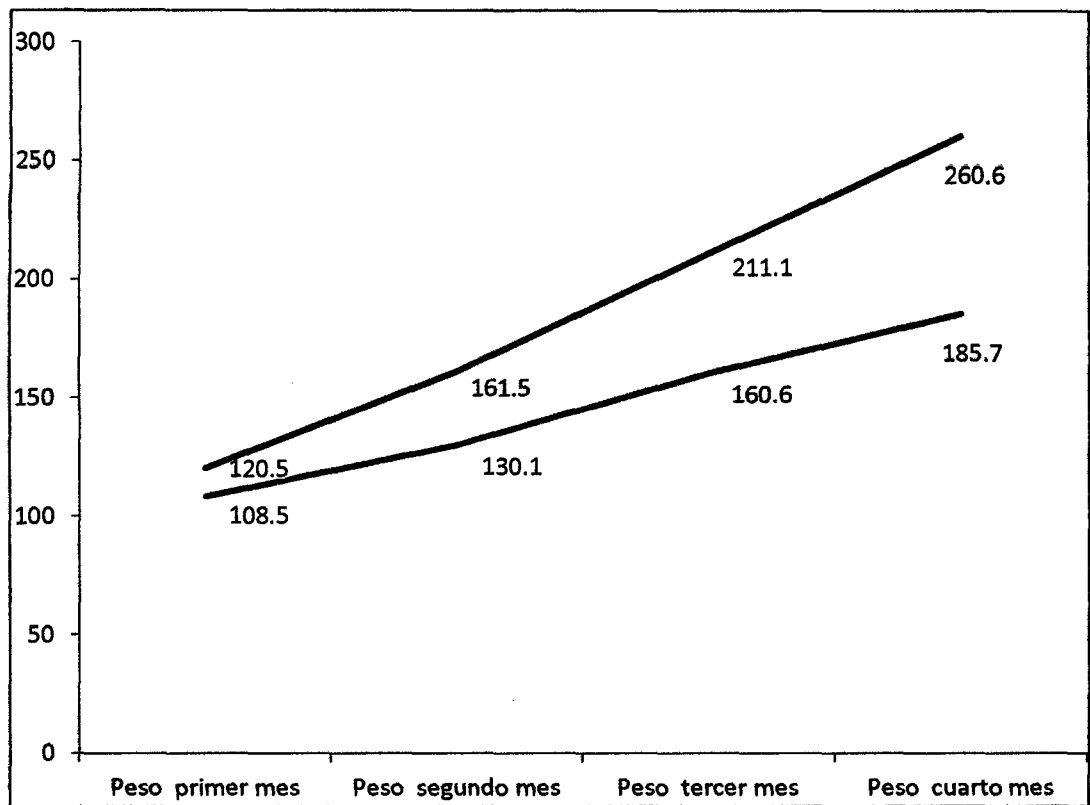
Tabla N° 17. Evaluación del peso de Tilapia, según el tipo de alimento.

Alimento	Jaula N° 1 (Purina Colombiana SA.)	Jaula N° 2 (alimento doméstico)
Inicio del proceso	90,02 gr.	90,12 gr.
Peso primer mes	120,5 gr.	108,5 gr.
Peso segundo mes	161,5 gr.	130,1 gr.
Peso tercer mes	211,1 gr.	160,6 gr.
Peso cuarto mes	260,6 gr.	185,7 gr.
Incremento	170,58 gr.	95,58 gr.

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Análisis estadístico

3.5 Gráfico de las tendencias



3.6 Cálculo de la media

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
PURINA	4	121	261	188,43	60,724
DOMÉSTICO	4	109	186	146,23	33,902

3.7 Prueba T

Prueba para una muestra						
Alimento	Valor de prueba = 0					
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
PURINA	6,206	3	0,008	188,425	91,80	285,05
DOMÉSTICO	8,626	3	0,003	146,225	92,28	200,17

3.8 Regresión lineal

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	0,999 ^a	0,999	0,998	2,789
a. Variables predictoras: (Constante), DOMÉSTICO				

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	11046,596	1	11046,596	1420,634	,001 ^b
	Residual	15,552	2	7,776		
	Total	11062,148	3			
a. Variable dependiente: PURINA						
b. Variables predictoras: (Constante), DOMÉSTICO						

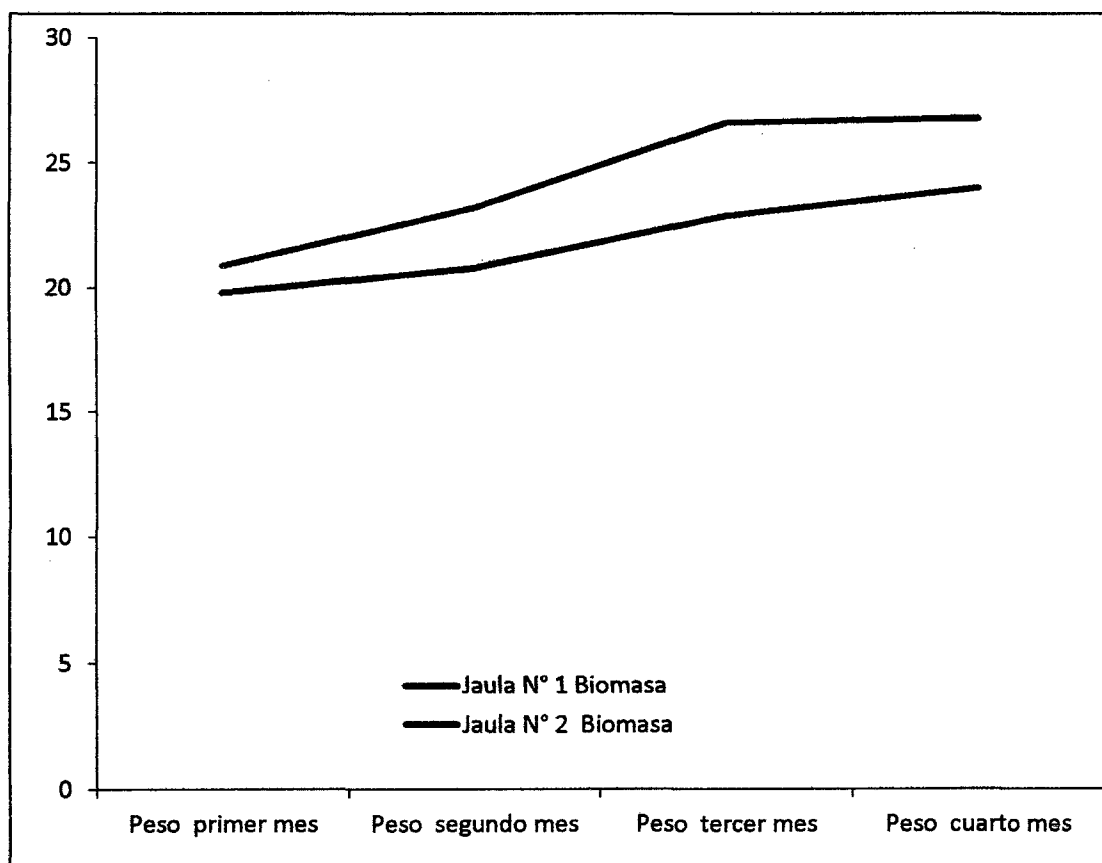
Tabla N° 18. Evaluación de la biomasa, según tipo alimento.

Periodo	Jaula N° 1 Biomasa	Jaula N° 2 Biomasa
Primer mes	3014	2712
Segundo mes	4038	3253
Tercer mes	5279,8	4016
Cuarto mes	6516	4644
Total	18847,8	14625

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Análisis estadístico

3.9 Gráfico de las tendencias



3.10 Cálculo de la media

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
PURINA	4	3014	6516	4711,95	1518,145
DOMÉSTICO	4	2712	4644	3656,25	848,388

3.11 Prueba T

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 0					
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
PURINA	6,208	3	0,008	4711,950	2296,24	7127,66
DOMÉSTICO	8,619	3	0,003	3656,250	2306,27	5006,23

3.12 Regresión lineal

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típica de la estimación
1	0,999 ^a	0,999	0,998	68,667

a. Variables predictoras: (Constante), DOMÉSTICO

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	6904862,419	1	6904862,419	1464,382	0,001 ^b
	Residual	9430,411	2	4715,206		
	Total	6914292,830	3			

a. Variable dependiente: PURINA

b. Variables predictoras: (Constante), DOMESTICO

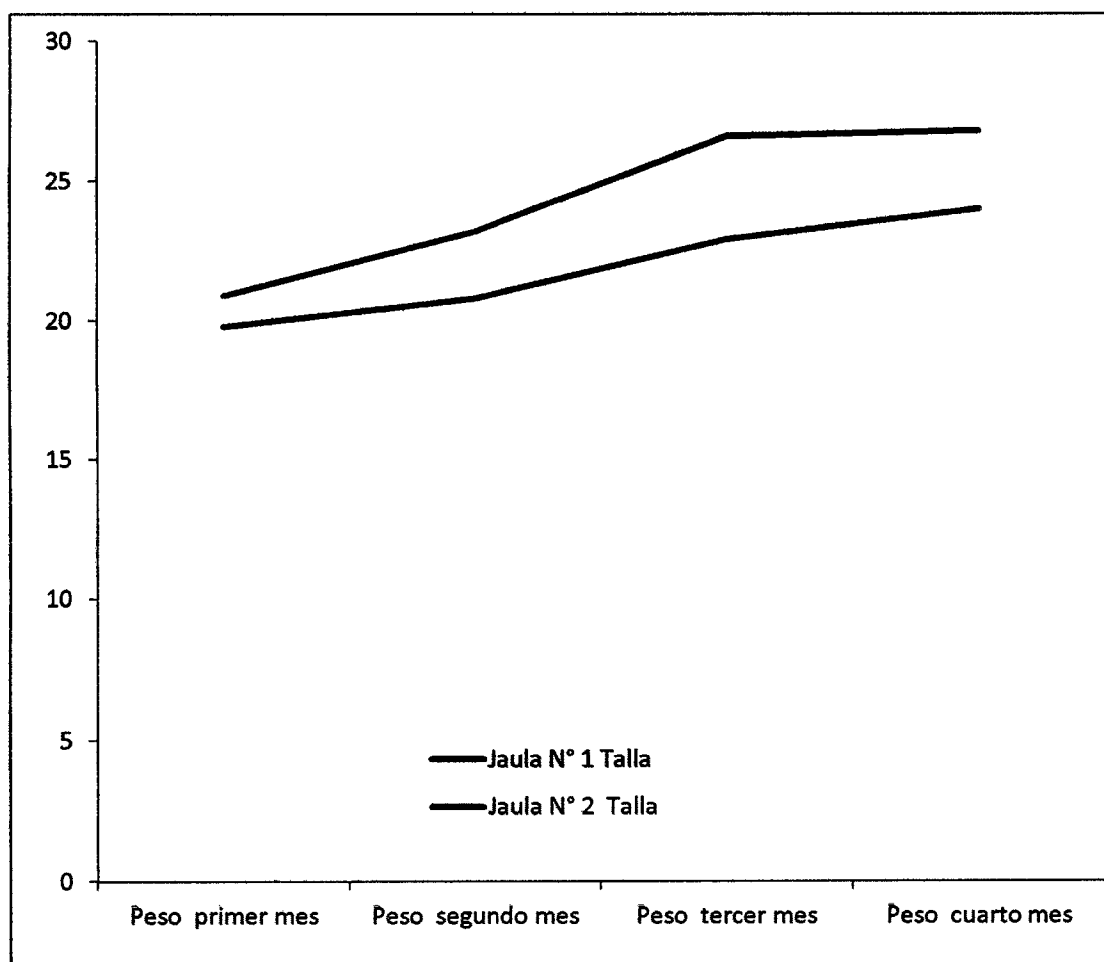
Tabla N° 19. Evaluación de la talla de Tilapia, según tipo de alimento.

Periodo	Jaula N° 1 (Purina Colombiana SA.) cm.	Jaula N° 2 (alimento doméstico) cm.
Primer mes	20,9	19,8
Segundo mes	23,2	20,8
Tercer mes	26,6	22,9
Cuarto mes	26,8	24,0

Fuente: Elaboración personal del tesista.

Análisis estadístico

3.13 Gráfico de las tendencias



3.14. Cálculo de la media

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
PURINA	4	20,9	268,0	196,725	118,3750
DOMESTICO	4	19,8	24,0	21,875	1,9172

3.15 Prueba T

	Valor de prueba = 0					
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
PURINA	17,133	3	0,000	24,3750	19,847	28,903
DOMÉSTICO	22,819	3	0,000	21,8750	18,824	24,926

3.16 Regresión lineal

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típica de la estimación
1	0,972 ^a	0,945	0,917	0,8187
a. Variables predictoras: (Constante), DOMÉSTICO				

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	22,947	1	22,947	34,238	0,028 ^b
	Residual	1,340	2	0,670		
	Total	24,288	3			
a. Variable dependiente: PURINA						
b. Variables predictoras: (Constante), DOMÉSTICO						

3.17 Evaluación económica de Purina Colombiana respecto al Doméstico

a. Purina Colombiana SA.

Tabla N° 20. Resumen de Tilapia de la Jaula N° 1

Etapa	Factor evaluado	Truchina
Inicio del Proceso	Inicio: Peso promedio de la Tilapia	90,02 gramos
	Inicio: Peso promedio biomasa inicial	2250 gramos
	Inicio: Tamaño inicial de la Tilapia	18,47 cm.
Término del proceso	Término: Peso promedio de la Tilapia	260,6 gramos
	Término: Peso promedio biomasa final	6516 gramos
	Término: Tamaño final de la Tilapia	26,8 cm.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Análisis: Al cabo de los 4 meses se tuvo un incremento de la biomasa de 4266 gramos.

b. Alimento doméstico

Tabla N° 21. Resumen de Tilapia de la Jaula N° 2

Etapa	Factor evaluado	Naltech
Inicio del Proceso	Inicio: Peso promedio de la Tilapia	90,12 gramos
	Inicio: Peso promedio biomasa inicial	2253 gramos
	Inicio: Tamaño inicial de la Tilapia	18,54 cm.
Término del proceso	Término: Peso promedio de la Tilapia	185,7 gramos
	Término: Peso promedio biomasa final	4644 gramos
	Término: Tamaño final de la Tilapia	24,0 cm.

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Análisis: Al cabo de los 4 meses se tuvo un incremento de la biomasa de 2391 gramos.

Cálculo del costo económico

Para determinar los costos y utilidades no se consideraron pasajes, fletes, gastos de índole administrativo, entre otros.

Tabla N° 22. Evaluación del costo mensual de alimento, según biomasa

Alimento	Jaula N° 1 (Purina Colombiana)	Jaula N° 2 (alimento doméstico) *
Primer mes	S/. 6,40	S/. 7,5
Segundo mes	S/. 8,55	S/. 7,5
Tercer mes	S/. 11,40	S/. 7,5
Cuarto mes	S/. 14,90	S/. 7,5
Total	S/. 41,2	S/. 30,0

Fuente: Elaboración propia del tesista.

- Se ha tomado como costo al hombre – hora que se dedica un operario para moler y tamizar los ingredientes del alimento doméstico, tomando una labor referencial de 2,0 horas dentro de un jornal diario de S/. 30.00 de 8 horas laborales.

Cálculo del ingreso económico de 25 Tilapias

El costo se las truchas se evalúa por unidad de kilogramo:

= S/. 11,00

Jaula N° 1:

Ingreso: 6,51 kg. x S/. 11,00

Ingreso = S/. 71,6

Jaula N° 2:

Ingreso: 4,64 kg. x S/. 11,00

Ingreso = S/. 51,04

Tabla N° 23. Balance de costos, ventas y utilidades por 25 Tilapias

Etapa	Factor evaluado	Cantidad
Purina Colombiana SA.	Biomasa total producida	6,51 kg.
	Costos compra alimentos	S/. 41,20
	Ingresos por ventas	S/. 71,60
	Utilidad neta	S/. 29,80
Alimento doméstico	Biomasa total producida	4,64 kg.
	Costos preparación alimento	S/. 30,00
	Ingresos por ventas	S/. 51,04
	Utilidad neta	S/. 21,04

Fuente: Elaboración propia del tesista.

Tabla N° 24. Estimación de utilidades en el cultivo de Tilapia cada 4 meses.

N°	Cultivo de Tilapia por mes	Ganancias
1	Utilidad por 25 Tilapias	S/. 29,80
2	Utilidad por 50 Tilapias	S/. 1490,00
3	Utilidad por 75 Tilapias	S/. 2235,00
4	Utilidad por 100 Tilapias	S/. 2980,00
5	Utilidad por 150 Tilapias	S/. 4470,00
6	Utilidad por 200 Tilapias	S/. 5960,00
7	Utilidad por 250 Tilapias	S/. 7450,00
8	Utilidad por 300 Tilapias	S/. 8940,00
9	Utilidad por 400 Tilapias	S/. 11920,00
10	Utilidad por 500 Tilapias	S/. 14900,00

Fuente: Elaboración propia del tesista.

IV. DISCUSIÓN

La alimentación con Purina Colombiana ha generado en el tiempo de 4 meses un mayor crecimiento longitudinal y mayor peso en los peces de Tilapia que se sometieron a un cultivo intensivo y exclusivo de alimento balanceado, respecto a los peces de Tilapia cuya alimentación fue doméstica, es decir utilizando productos y restos de productos (pescado) tamizado luego de molerlos en un molino casero.

Si bien el alimento balanceado (S/. 41,20) tiene un costo real en el mercado de acuerdo a la tabla N° 23, por otra parte el alimento doméstico también lo tiene (S/. 30,00), debido a que un operario utiliza al menos dos horas para cosechar cacao, secar las cascaras de cacao, desmenuzar los restos de pescado secar, el afrecho de soya, la molienda respectiva y el tamizado correspondiente.

Y en el corto y mediano plazo el utilizar alimento balanceado es muy positivo para los resultados finales, tanto en longitud como incremento de peso. Por ejemplo, después de los cuatro meses la biomasa inicial con el alimento balanceado tuvo un incremento de 4266 gramos mientras que con el alimento doméstico solamente se alcanzó un incremento de 2391 gramos al término del proyecto. Y algo similar sucedió con el tamaño de los peces, es decir, con el alimento balanceado tuvieron un incremento de 5,9 cm., mientras que con la alimentación doméstica alcanzaron un tamaño de 4,2 cm., tal como se apreció en la tabla N° 19.

De ésta manera, el cultivo de Tilapia se ha vuelto una actividad rentable cuando se realiza el cultivo con fines comerciales y productivos, lo que quedó demostrado en el presente proyecto que extrapolando una producción mayor de este pez se puede obtener utilidades como las mostradas en la tabla N° 24, es decir, cultivos mayores como 100 peces puede generar una ganancia de 2980.00 a lo largo de 4 meses, y se incrementa la producción hasta 300 Tilapias las utilidades pueden llegar hasta los

S/. 11920,00 contando con la infraestructura adecuada. Estas ganancias proyectadas ponen al cultivo de Tilapia a la altura de algunos cultivos agrícolas como el maíz o el arroz, que cuando se cultivan igualmente, se cosechan después de los 4 meses con un rango de utilidad similar.

Actualmente, el cultivo de Tilapia en zonas cálidas es muy popular, debido a las características y adaptación de estos peces, llamados por algunos como peces rústicos, que sin embargo aportan gran cantidad de proteínas a la alimentación de las personas. Una de las ventajas que tiene respecto a otras especies acuáticas, es que puede tranquilamente soportar bajos niveles de oxígeno disuelto en el agua, pudiendo llegar a vivir sin mortalidad hasta 3 partes por millón (ppm) de oxígeno (O₂) disuelto, según la tabla N° 1, niveles de oxígeno que cualquier otra especie sufriría mortalidad fácilmente.

Respecto al consumo de Purina Colombiana, este es el producto que se ha impuesto en la mayoría de productores de Tilapia, por el ejemplo el pasado año tuvo una producción de 19000 TM, imponiéndose a otras marcas de alimento balanceado como Solla SA (cuya producción fue de 4500 TM), Fines SA (tuvo una producción de 2600 TM), Itacol SA (generó una producción de 1900 TM), Raza SA (tuvo una de producción de 4500 TM), tal como se mostraron en la tabla N° 8.

En cuanto a al análisis estadístico, las tendencias de crecimiento longitudinal y engorde, medido por el crecimiento de la biomasa, se constata en los gráficos lineales que la Purina Colombiana SA., en todos los casos demuestra que en el tiempo va a producir mejores resultados en la crianza de la Tilapia, por encima del uso del alimento doméstico en base a cacao, soya y otros restos alimenticios.

V. CONCLUSIONES

1. Después de realizar el cultivo de Tilapia durante 4 meses, quedó demostrado que la alimentación con Purina Colombiana SA ha resultado ser un insumo alimenticio muy provechoso para la Tilapia, debido a que produjo mayor desarrollo longitudinal del pez, llegando a crecer hasta 8,33 cm mientras que con alimento doméstico los peces alcanzaron un promedio de 5,46 cm. Análogamente sucedió, respecto al peso por cada pez, por ejemplo con alimento de Purina Colombiana SA se logró que cada pez al final del proyecto alcancen hasta 260,6 gramos mientras que con alimento doméstico alcanzó un peso de 185,7 gramos. Es decir, la aplicación de alimento balanceado produjo una diferencia favorable de 74,9 gramos por cada pez al cabo de 4 meses.

2. La crianza de la Tilapia es muy rentable por cuanto al ser considerado una especie rústica, la tasa de mortalidad es mínima debido a que puede soportar niveles bajos de oxígeno disuelto incluso soporta hasta 3 ppm de O₂ cuando el agua fresca de río tiene normalmente hasta 8,3 ppm de O₂. Esto es importante porque indica que la Tilapia puede soportar hasta ciertos niveles agua contaminada con materia orgánica.

3. Se demostró que la crianza de 25 peces de Tilapia con Purina Colombiana SA produjo al cabo de 4 meses una ganancia de S/. 29,80 mientras que otra cantidad igual de Tilapia en el mismo tiempo de cultivo produjeron una ganancia de S/. 21,04, es decir se ganó un incremento favorable de S/. 8,76 para el alimento balanceado.

4. El alimento balanceado Purina Colombiana SA es el alimento con mayores y mejores resultados que otros, debido a su gran expansión en América Latina, tales ventas se registraron en la tabla N° 8.

VI. RECOMENDACIONES

1. **Estimular más investigaciones sobre el cultivo de la Tilapia y de nuevas especies acuáticas para contribuir a la calidad de alimentación de los niños en la zona norte de Amazonas como lo constituye la Provincia de Condorcanqui que se caracteriza por presentar niños con deficiencias nutritivas. Para ello la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza deberá realizar estudios de nuevas razas de alevines con alta resistencia a la mortalidad y enfermedades tropicales.**
2. **Se propone a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial la incorporación de líneas de investigación sobre la crianza de peces tropicales, debido a que la existencia de grandes extensiones de terreno en las provincias de Bagua, Bagua Grande y Condorcanqui. De la misma forma se recomienda ampliar la investigación a los tipos de alimentos que consumen los peces.**
3. **A las empresas financieras se recomienda atender con líneas de crédito para promover la constitución de micro empresas familiares donde los mismos integrantes de la familia puedan acceder a una oportunidad de trabajo, sobre todo que en la provincia de Condorcanqui existe una alta tasa de desempleo.**
4. **Promover el cultivo intensivo de la Tilapia respecto al cultivo extensivo, buscando que la calidad y la cantidad sean dos variables que no se contrapongan sino todo lo contrario, puedan conjugar para mejora de la economía.**

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Arredondo, D. (1991). "**Comparación de 3 sistemas de abonos para la producción, sobrevivencia y levante masivo de alevinos de tilapia roja**". Tesis de Grado Director Luis Fernando Castillo, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
2. Artemia Salina. 2.000. "**Tilapia en Mexico**". Panorama Acuícola. Vol. 5 No 3, Mar/Abr 2.000: 25.
3. Baltazar M. Paul. (2007). "**La Tilapia en el Perú: acuicultura, mercado, y perspectivas**". *Rev. Perú. biol.*, número especial 13(3): 267 - 273 (Julio 2007). Avances de las ciencias biológicas en el Perú. © Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM.
4. Berman, J. (1995). "**La producción de tilapia en Aquacorporación internacional, S.A.**" Pág. 126 - 130. Primer Simposio Centroamericano sobre el Cultivo de Tilapia, San José, Costa Rica, PRADEPESCA, INCOPEPESCA, AQUACORPORACION, Universidad Nacional Heredia de Costa Rica.
5. Bernal, W.F. (1984). "**Análisis de los factores relacionados con la producción pesquera de Tilapia**". Mich.-Gro. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 87p. 20(2):98.
6. Borgeson, T.L., Racz, V.J., Wilkie, D.C., White, L.J. y Drew, M.D. (2006). "**Effect of replacing fishmeal and oil with simple or complex mixtures of vegetable ingredients in diets fed to Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**". *Aquaculture Nutrition*, 12:141-149.
7. Cabañas, L.P. (1995). "**Diseño y operación de un sistema de cultivo de crías de tilapia (*Oreochromis spp.*)**". Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 76 pág.
8. Cárdenas, R.R.M. (2004). "**Evaluación del amaranto y la quinua como fuentes reemplazantes a la harina de pescado en dietas para juveniles *Litopenaeus vannamei***". Tesis de maestría. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 68p.
9. Cárdenas, R.R.M. (2004). "**Evaluación del amaranto y la quinua como fuentes reemplazantes a la harina de pescado en dietas para juveniles de tilapia**". Tesis para la obtención de Maestría en la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, país Ecuador. 68 pág.
10. Castillo, L.F. (1989). "**Cultivo comercial de la tilapia roja en Colombia**". Pág.: 221-229. Memorias III Reunión Red Nacional de Acuicultura. Noviembre. Colombia.

11. Castillo, L.F. (1990). "**Historia del cultivo de la tilapia roja en Colombia**". Memorias II Seminario de Acuicultura, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín.
12. Castillo, L.F. (1992). "**Introducción y cultivo de tilapia roja en Colombia**". Pág.: 45-47. Memorias IV Reunión Red Nacional de Acuicultura, Investigación y Desarrollo Tecnológico en Acuicultura. Fondo DRI, Red Regional de Acuicultura-CIID, Universidad Nacional de Colombia, CILDESERC, Santafé de Bogotá, Colombia.
13. Davies, S.J., McConnell, S. y Bateson, R.I. (1990). "**Potential of rapeseed meal as an alternative protein source in complete diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus* Peters)**". *Aquaculture*, 87:145–154.
14. Escobar, B.L., Olvera, N.M.A. y Puerto, C.C. (2006). "**Avances sobre el tracto digestivo de la Tilapia y sus potenciales implicaciones**". Avances en nutrición acuícola VIII. VIII Simposium Internacional de nutrición acuícola. (2006). Monterrey, México. 107-128p.
15. Furuya, B.R.V., Furuya, M.W., Hayashi, C. y Soares, M.C. (2000). "**Niveles de inclusión de harina de girasol en la alimentación de la tilapia del Nilo (*Oreochromis spp*)**". en etapa juvenil. *Zootecnia tropical*, 18(1):91-106.
16. Gerle, C., D. Meyer y D. Colindres. (1999). "**Crecimiento de tilapias (*oreochromis spp.*) de dos líneas genéticas cultivadas en jaulas en dos lugares de Honduras**". Pág.: 251-153. V Central American Symposium en Acuicultura. Choluteca, Honduras.
17. Gómez, F. (1990). "**Evaluación de un cultivo de tilapia roja y cálculo del valor de heredabilidad para talla**". Trabajo de Grado, Director Luis Fernando Castillo, Dpto. de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia, 86 p.
18. Hayashi, C. y Soares, M.C. (2000). "**Niveles de inclusión de harina de girasol en la alimentación de la tilapia del Nilo (*Oreochromis*) en etapa juvenil**". *Zootecnia Tropical* 18(1):91-106.
19. Hurtado Totocayo Nicolás (2003). "**La Tilapia Roja en el Perú**". *Revista AquaTIC, N° 19*, pp. 41-52. <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/>
20. Llasaca E., N. Coronel y P. Baltazar (2008). "**Efecto de la Buserelina (Conceptal), en la sincronización para la puesta de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*)**". *Acuicultura* 71: 33-38.
21. Negret, C.E. 1993. "**El estado actual de la acuicultura en Colombia y perfiles de nutrición y alimentación en la nutrición y la alimentación en la acuicultura de América Latina y el Caribe**". FAO, Proyecto Aquila.

22. Mendoza, A.R. (2005). ***“Métodos para evaluar la digestibilidad proteica de los alimentos destinados a los organismos acuáticos”***. Facultad de ciencias biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 53 pág.
23. Mendoza, A. R. (1993). ***“Utilización de fuentes de proteína no convencionales y reciclamiento de sub-productos para acuicultura. Curso teórico práctico sobre extrusión y sus aplicaciones en nutrición animal”***. Monterrey, N.L., México. 1-29 pág.
24. Moncada, P.L.F. (1996). ***“Puntos de control en la fabricación de alimentos balanceados para acuicultura. Memorias del Tercer Simposio Internacional de nutrición y tecnología de alimentos para acuicultura”***. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
25. Moscoso, C.J. (2001). ***“Producción de alevinos revertidos de Tilapia”***. Workshop Internacional de Tilapia. Julio 2001. Tarapoto, Perú.
26. Nicolás Hurtado Totocayo (2003). ***“La Tilapia Roja en el Perú”***. Revista AquaTIC, N° 19, pp. 41-52. <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/>
27. Ramírez, A. (1992). ***“Crecimiento y conversión alimenticia de tilapia roja utilizando un concentrado comercial de diferentes porcentajes de proteínas en distintas condiciones de siembra”***. Tesis de Grado, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
28. Ramos R. y M. Gálvez. (2000). ***“Impacto ambiental de la introducción de Tilapias “en la cuenca del Río Piura”***. Universalia: Revista Científica de la Universidad Nacional de Piura. Volumen 5(1): 80-97.
29. Rodríguez, M.M.F. (1993). ***“Requerimientos energéticos de peces y crustáceos”***. Memorias del primer simposio internacional de nutrición y tecnología de alimentos para acuicultura. (1993).
30. Rojas, V.E. (2004). ***“Formulación, elaboración y evaluación de dos dietas experimentales para juveniles de Tilapia, en condiciones de cultivo”***. Tesis de Ingeniero de Ejecución en Pesca y Acuicultura. Departamento de ciencias del mar, Sede Iquique. Universidad Arturo Prat, Iquique Chile. 64 pág.
31. Toledo, D.M.I. (1993). ***“Determinación de índices de calidad física de alimentos para peces”***. I Curso Regional teórico demostrativo de capacitación en control de calidad de insumos y dietas acuícolas. FAO AQUILA II, Fundación Chile en Santiago de Chile.
32. Wu, Y.V., Rosati, R.R., Sessa, D.J. y Brown, P.B. (1995). ***“Evaluation of corn gluten meal as a protein source in tilapia diets. J. Agric. Food Chem”***, 43: 1585-1588.

ANEXOS

Tabla N° 25. Tabla de alimentación para un cultivo de Tilapia semi e intensivo

Edad (Semanas)	Peso Promedio (gramos)	Crecimiento Diario (gr/día).	Alimento Diario (% de peso).	Conversión. Alimenticia.
0	1		15	0.83
1	3	0.27	10	0.85
2	5	0.27	8	0.85
3	7	0.34	5.8	0.86
4	10	0.36	5.7	0.9
5	13	0.46	5.5	0.9
6	17	0.58	5.1	0.9
7	22	0.71	5.1	0.91
8	29	0.93	5.0	0.95
9	37	1.14	4.5	0.98
10	46	1.29	4.3	0.98
11	56	1.51	4.2	1.0
12	69	1.79	4.1	1.03
13	83	2.07	4.0	1.03
14	100	2.43	4.0	1.1
15	120	2.85	3.5	1.15
16	140	2.86	3.4	1.15
17	162	3.14	3.2	1.25
18	184	3.14	2.9	1.25
19	207	3.29	2.8	1.26
20	231	3.43	2.6	1.28
21	256	3.57	2.4	1.28
22	282	3.71	2.3	1.28
23	309	3.85	2.2	1.3
24	337	4.0	2.1	1.37
25	355	4.0	1.9	1.37
26	393	4.0	1.8	1.37
27	422	4.14	1.7	1.37
28	451	4.14	1.6	1.37
29	480	4.14	1.5	1.34
30	509	4.14	1.4	1.34
31	538	4.14	1.4	1.35
32	567	4.14	1.4	1.45
33	596	4.14	1.3	1.47
34	629	4.14	1.3	1.49
35	654	4.14	1.2	1.49
36	683	4.14	1.1	1.65

Fuente: Mòscoso, C.J. 2001.

Tabla N° 26. Análisis del agua de la piscigranja

Variable	Valor
Oxígeno disuelto	6,8 ppm O ₂
Alcalinidad total	143 ppm CaCO ₃
Bicarbonatos	85 ppm NaHCO ₃
pH	7,3
Calcio	115 ppm.
Fósforo	0,2 ppm.
Nitratos	1,8 ppm.
Zinc	0,02 ppm.
Fierro	0,2 ppm.

Fuente: Rivelab – Trujillo.

Tabla N° 27. Características nutricionales de la Tilapia de 100 gramos

Variable	Valor
Energía total	93 kcal.
Calorías por grasa	9 cal.
Grasa	1,0 gr.
Omega 3	0,3
Colesterol	5 mg.
Sodio	37 mg.
Potasio	363 mg.
Fierro	0,5 mg.
Calcio	166 mg.

Fuente: Toledo, D.M.I. 1993.

Tabla N° 28. Estadio de la Tilapia Vs Tamaño del pellet (mm.)

Estadio de Tilapia	Tamaño del pellet
Alevines	polvo
0,50 gr a 5,0 gr	0,5 a 10 mm.
5,0 gr. a 15 gr.	1 x 1
15,0 gr. a 30 gr	1 ½ x 1 ½
30,0 gr. a 80 gr	2 x 2
80,0 gr. a 200 gr	3 x 3
200,0 gr. a 500 gr	4 x 4
500,0 gr. a más	5 x 5

Fuente: Gerle, C., D. (1999).

Tabla N° 29. Rango de peso Vs Nivel óptimo de proteína

Rango de peso (gramos)	Nivel óptimo de proteína (%)
Larva a 0,5	40 - 45
0,50 gr a 10,0 gr	40 - 35
10,0 gr. a 30 gr.	30 - 35
30,0 gr. a 250 gr	30 - 35
250,0 gr. a más	25 - 30

Fuente: Gerle, C., D. (1999).

Tabla N° 30. Caracterización según variedad de Tilapia

Hábitat	Familia	Nombre científico	Nombre común
Aguas cálidas	Cichlidae	Oreochromis aureus	Tilapia plateada
25°C a 34 °C		Oreochromis niloticus	Tilapia plateada
Aguas lénticas		Oreochromis sp	Tilapia roja

Fuente: Bernal, W.F. (1984).

Tabla N° 31. Comparación de la tolerancia de salinidad, según variedad de Tilapia

Especie	Tolerancia	Óptima salinidad	Rango de salinidad (reproducir)
Oreochromis niloticus	0 - 36	5 - 10	13,5 - 29
Oreochromis aureus	0 - 54	10 - 15	5 - 20
Oreochromis mossambicus	0 - 120	17,5	49
Oreochromis sp	0 - 35	15	35

Fuente: Cabañas, L.P. (1995).

Tabla N° 32. Tratamiento de enfermedades

Enfermedades	Tratamiento (baños)	Prevención
Bacterianas	Sulfato cúprico durante 2 minutos	Evitar daños excesivos causados por el manejo inadecuado de animales
Micóticos (hongos)	Furace: 1 mg/ingrediente activo durante 1 a 3 horas	Disminuir la cantidad de materia orgánica en el agua
Protozoarios		Mejorar la calidad del agua renovandola
Ichthyophthitius	Formol. Dosis: 200 mg/Lt. durante 1 hora	
Trichodina	Formol. Dosis: 15 a 25 mg/Lt. durante 3 horas	
Metazoarios (ectoparásitos)	Formol. Dosis: 250 mg/Lt. durante 30 min.	Control de la calidad del agua

Fuente: Baltazar M. Paul. (2007).



Fotografía N° 11. Pesado de la Tilapia al final del proyecto.



Fotografía N° 12. Alimentos domésticos para Tilapia.



Fotografía N° 13. Jaulas dentro de la piscigranja



Fotografía N° 14. Espoleo de alimentos para Tilapia.