

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS

TEMA

“EFECTOS DEL ÁCIDO OMEGA 3 Y LA COMBINACIÓN OMEGA 3 – OMEGA 6
EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp.*) EN LA FINCA “EL
PORVENIR”, PRE PARROQUIA SAN GABRIEL DEL BABA, Km. 9 VIA A JULIO
MORENO, EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”

AUTORES

PAUL HUMBERTO PALLARES RIVERA
WILSON JOSE BORBOR CASTILLO

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2012

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EFECTOS DEL ÁCIDO OMEGA 3 Y LA COMBINACIÓN OMEGA 3 – OMEGA6 EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp.*) EN LA FINCA “EL PORVENIR”, PRE PARROQUIA SAN GABRIEL DEL BABA, Km. 9 VIA A JULIO MORENO, EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”

AUTORES

PAUL HUMBERTO PALLARES RIVERA
WILSON JOSE BORBOR CASTILLO

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO

SANTO DOMINGO - ECUADOR

2012

“EFECTOS DEL ÁCIDO OMEGA 3 Y LA COMBINACIÓN OMEGA 3 – OMEGA6 EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp.*) EN LA FINCA “EL PORVENIR”, PRE PARROQUIA SAN GABRIEL DEL BABA, Km. 9 VIA A JULIO MORENO, EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”

PAUL HUMBERTO PALLARES RIVERA
WILSON JOSE BORBOR CASTILLO

REVISADO Y APROBADO

.....
ING. VICENTE ANZULES
DIRECTOR DE CARRERA
INGENIERÍA AGROPECUARIAS

.....
BLGO. NESTOR SALTOS
DIRECTOR

.....
DRA. SANDRA NARANJO
CODIRECTOR

.....
ING. VINICIO UDAY
BIOMETRISTA

CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO FUE PRESENTADO EN ORIGINAL
(EN MEDIO MAGNÉTICO) E IMPRESO EN DOS EJEMPLARES.

.....
Dr. RAMIRO CUEVA
SECRETARIO ACADEMICO

“EFECTOS DEL ÁCIDO OMEGA 3 Y LA COMBINACIÓN OMEGA 3 – OMEGA6 EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp.*) EN LA FINCA “EL PORVENIR”, PRE PARROQUIA SAN GABRIEL DEL BABA, Km. 9 VIA A JULIO MORENO, EN LA ZONA DE SANTO DOMINGO”

PAUL HUMBERTO PALLARES RIVERA
WILSON JOSE BORBOR CASTILLO

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

	CALIFICACIÓN	FECHA
BLGO. NESTOR SALTOS DIRECTOR	_____	_____
DRA. SANDRA NARANJO CODIRECTOR	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON
PRESENTADAS EN ESTA SECRETARIA

.....
Dr. RAMIRO CUEVA
SECRETARIO ACADEMICO

DEDICATORIA

Este documento simboliza el esfuerzo realizado durante toda mi carrera estudiantil, por tal razón esta tesis va dedicada a:

Mis padres, Sr. Ignacio Pallares y Sra. Dioselina Rivera quienes han sido un puntal fundamental y a la vez mi centro de inspiración en mi vida ya que gracias a su apoyo incondicional en todo sentido no habría podido culminar mi carrera universitaria.

A mis hermanas Yolanda, Nelly, Patricia, Mayra y Myrian, Washington, Franklin y Rodrigo quienes de una u otra forma han estado motivándome durante el transcurso de mi vida y que son motivo de admiración.

A mi adorado hijo Paul Andrés quien es mi fuente de inspiración y mi razón de vivir.

A Dios y a la Virgen María que siempre me acompañan en todos los momentos de mi existencia los únicos que nunca se olvidan de mí.

Paul H Pallares R

DEDICATORIA

A Dios y mis seres queridos.....

Wilson José Borbor Castillo

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar en primer lugar gratitud a la ESPE, su Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, Extensión Santo Domingo de los Tsáchilas, por participar en nuestra formación y constante apoyo durante nuestra vida estudiantil.

Debemos manifestar nuestro más profundo agradecimiento a los Docentes, Director Blgo. Néstor Saltos, Codirectora Dra. Sandra Naranjo y Biométrista Ing. Vinicio Uday, que diariamente han sido un baluarte sumamente importante al encaminar la iniciación y finalización de este trabajo investigativo.

Así mismo, queremos mostrar gratitud a todas las personas que de una u otra forma se han considerado integradas en este trabajo, por su amistad y entrega desinteresada para el desarrollo de esta tesis.

¡Muchas gracias a todos....!

AUTORIAS

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Paul H. Pallares R.

Wilson J. Borbor C.

INDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1.	LA ACUICULTURA EN EL MUNDO	5
2.2.	CULTIVO DE TILAPIA EN EL ECUADOR	6
2.3.	GENERALIDADES DE LA TILAPIA ROJA.....	7
2.3.1.	Datos generales	7
2.3.2.	Origen y Distribución	8
2.3.3.	Países productores	8
2.3.4.	Biología de la especie	9
2.3.4.1.	Taxonomía	9
2.3.4.2.	Características de la especie	9
2.3.4.3.	Diferenciación sexual y reproducción	10
2.3.5.	Hábitos alimenticios	11
2.3.6.	Temperamento	12
2.3.7.	Sistemas de cultivo	12
2.4.	REQUERIMIENTOS DEL MEDIO AMBIENTE PARA EL CULTIVO DE TILAPIA	12
2.4.1.	Temperatura	13
2.4.2.	pH	13
2.4.3.	Oxígeno disuelto.....	13
2.4.4.	Transparencia.....	14
2.5.	ALIMENTACIÓN DE LAS TILAPIAS	14

2.5.1. Fases de alimentación de la tilapia	15
2.6. NUTRICIÓN LIPÍDICA	16
2.6.1. Ácidos Grasos Esenciales AGE.....	17
2.6.1.1. Función de los ácidos grasos esenciales	17
2.6.1.2. Carencias de los ácidos grasos esenciales	18
2.7. EL ACIDO OMEGA 3 Y EL ACIDO OMEGA 6.....	18
2.7.1. Valor real de la tableta de Omega 3 a utilizar en el ensayo.....	21
2.7.2. Valor real de la combinación Omega3-Omega6 a utilizar en el Ensayo.....	21
III. MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN	22
3.1.1. Ubicación Política.....	22
3.1.2. Ubicación Geográfica	22
3.1.3. Ubicación Ecológica.....	23
3.2. MATERIALES	23
3.2.1. Campo.....	23
3.2.1.1. Insumos.....	23
3.2.1.2. Materiales y Equipos	24
3.2.1.3. Instrumentos	24
3.2.1.4. Herramientas.....	25
3.3. MÉTODOS	25
3.3.1. Diseño Experimental	25
3.3.1.1. Factores a probar.....	25

3.3.1.2. Tratamientos a comparar	25
3.3.1.3. Tipo de diseño.....	26
3.3.1.4. Características de las Unidades Experimentales.....	26
3.3.2. Análisis Estadístico.....	27
3.3.2.1. Esquema de Análisis de Varianza.....	27
3.3.2.2. Análisis Funcional	27
3.3.3. Métodos específicos del manejo del experimento.....	28
3.3.3.1. Preparación del área de ensayo y arreglo de tanques	28
3.3.3.2. Recepción de peces.....	29
3.3.3.3. Alimentación	29
3.3.3.4. Medición de parámetros básicos del agua	29
3.3.3.5. Medición de las variables	30
3.3.3.6. Manejo General	30
3.3.4. Variables a medir.....	30
3.3.4.1. Peso individual	30
3.3.4.2. Mortalidad.....	31
3.3.4.3. Conversión Alimenticia.....	31
3.3.4.4. Incidencia de Enfermedades.....	32
3.3.4.5. Tamaño	32
3.3.4.6. Análisis Bromatológico	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. FASES DE CAMPO.....	34

4.1.1. Consolidado de las variables peso, altura, longitud y ganancia de Peso.....	34
4.1.1.1. Variable peso	35
4.1.1.1.1. Contraste de la variable peso	36
4.1.1.2. Variable Altura	37
4.1.1.2.1. Contraste de la variable altura	37
4.1.1.3. Variable Longitud.....	39
4.1.1.3.1. Contraste de la variable longitud	40
4.1.1.4. Variable Ganancia de Peso	42
4.1.1.4.1. Contraste de Ganancia de peso	42
4.1.1.5. Variable Conversión Alimenticia ICA	45
4.1.1.6. Incidencia de enfermedades.....	47
4.1.1.7. Variable mortalidad	47
4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO	48
4.2.1. Beneficio Bruto.....	48
4.2.2. Costos variables	49
4.2.3. Beneficio Neto	49
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES	52
VII. RESUMEN.....	53
VIII.SUMMARY	54
IX. BIBLIOGRAFIA.....	55
X. ANEXOS	60

INDICE DE CUADROS

CUADROS	Pág.
Cuadro 1. Principales países productores de acuicultura por toneladas anuales en 2009 (FAO) y tasa de variación interanual	6
Cuadro 2. Tabla de alimentación Balanceado Gisis	15
Cuadro 3. Insumos utilizados en el campo	23
Cuadro 4. Materiales y equipos utilizados en el campo	24
Cuadro 5. Instrumentos utilizados en el campo	24
Cuadro 6. Herramientas utilizadas en el campo	25
Cuadro 7. Tratamientos a comparar en el ensayo	25
Cuadro 8. Análisis de varianza para el ensayo	27
Cuadro 9. Cuadrados medios y significación estadística del efecto del ácido omega 3 y la combinación omega 3-omega 6 en la alimentación de <i>Oreochromis spp.</i> , en siete muestreos, Santo Domingo, 2012	34
Cuadro 10. Variable peso, Santo Domingo, 2012	35
Cuadro 11. Contraste de la variable peso, Santo Domingo, 2012	36
Cuadro 12. Variable altura, Santo Domingo, 2012	37
Cuadro 13. Contraste de la variable altura, Santo Domingo, 2012	37
Cuadro 14. Variable Longitud, Santo Domingo, 2012	39
Cuadro 15. Contraste de la variable longitud, Santo Domingo, 2012	40
Cuadro 16. Variable ganancia de peso, Santo Domingo, 2012	43
Cuadro 17. Contraste de la variable ganancia de peso, Santo Domingo, 2012	43

Cuadro 18. Variable Conversión Alimenticia, Santo Domingo, 2012.....	45
Cuadro 19. Medias del ICA en los tratamientos evaluados. Santo Domingo, 2012 ...	46
Cuadro 20. Beneficio bruto obtenido en los tres tratamientos evaluados, Santo Domingo,2012	49
Cuadro 21. Costos variables obtenidos en los tres tratamientos evaluados, Santo Domingo,2012	49
Cuadro 22. Obtención de los beneficios netos de los tratamientos propuestos, Santo Domingo,2012	50

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
Figura 1. Características distintivas del macho y la hembra de Tilapia	10
Figura 2. Estructura molecular de los Ácidos grasos esenciales	20
Figura 3. Croquis de ubicación geográfica del proyecto	22
Figura 4. Análisis de los resultados del efecto de la adición de omega 3 y la combinación omega 3-6 en la ganancia de peso, Santo Domingo, 2012	37
Figura 5. Análisis de los resultados del efecto de la adición de omega 3 y la combinación omega 3-6 en la ganancia de altura , Santo Domingo , 2012. 38	38
Figura 6. Análisis de correlación para la variable peso con relación a la altura, Santo Domingo, 2012	39
Figura 7. Análisis de los resultados del efecto de la adición de omega 3 y la combinación omega 3-6 en la ganancia de longitud, Santo Domingo,2012	41
Figura 8. Análisis de correlación para la variable peso con relación a la variable longitud, Santo Domingo, 2012.....	41
Figura 9. Análisis de correlación para la variable altura con relación a la variable longitud, Santo Domingo, 2012.....	42
Figura 10. Media de Tukey de la variable ganancia de peso a los 80 días de evaluación en tilapias de engorde, Santo Domingo, 2012	44
Figura 11. Análisis de correlación para la variable peso con relación a la variable ganancia de peso, Santo Domingo, 2012.....	44
Figura 12. Media de Fisher al 5% de la variable Conversión Alimenticia, Santo Domingo, 2012	47
Figura 13. Índice de mortalidad en tres tratamientos evaluados, Santo Domingo	48

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura tiene una historia de 4000 años pero ha sido desde los años 50 que se ha convertido en una actividad económica relevante. Su contribución al suministro mundial de pescado, crustáceos y moluscos crece de forma imparable año tras año. La acuicultura es la fuente de proteínas animales con un crecimiento más rápido a nivel mundial, y hoy en día aporta cerca de la mitad de todo el pescado consumido en el mundo, según un informe publicado por la FAO, este detalla que la producción global de pescado de acuicultura creció más del 60 por ciento entre los años 2000 y 2008, desde 32,4 millones de toneladas a 52,5 millones, también prevé que para 2012 más del 50 por ciento del pescado consumido a nivel mundial como alimento proceda de la acuicultura (FAO, 2011).

Con su crecimiento tanto en volumen como en valor, la acuicultura ha ayudado claramente a reducir la pobreza y aumentar la seguridad alimentaria en muchos lugares del mundo, pero este sector no ha crecido en forma equilibrada en el planeta.

Existen marcadas diferencias en los niveles de producción, la composición de las especies y los sistemas agrícolas entre unas regiones y otras, y entre un país y otro. La región de Asia-Pacífico domina en el sector. En 2008 concentró el 89,1 por ciento de la producción mundial, con China en solitario aportando el 62,3 por ciento. De los 15 países principales por su producción acuícola, 11 se encuentran en la región de Asia-Pacífico. Unos pocos países lideran la producción de las principales especies, como ocurre con China y las carpas; China, Tailandia, Vietnam, Indonesia e India con camarones y langostinos. y Noruega y Chile con el salmón (FAO, 2011).

En nuestro país la acuicultura ha tenido buena acogida por la existencia de especies con grandes aptitudes de manejo y por la gran cantidad de alimento que aportan. Entre estas está la tilapia roja, considerada una de las especies dulceacuícolas más exitosa (Lara *et al.*, 2002); debido a que existe alta demanda en el mercado interno así como los excelentes precios y demanda de filetes existente en el mercado norteamericano (Castillo, 2011).

En Ecuador, el cultivo de la tilapia como negocio rentable nace a partir de la aparición del virus de la mancha blanca que afectó la producción camaronera, provocando que se encuentre mucha infraestructura desocupada como piscinas, estanques y plantas de balanceados, que luego fue ocupada para el cultivo de este pez (Castillo, 2002).

Muchos autores mencionan que la tilapia se cultiva en sistemas intensivos y semi-intensivos donde los requerimientos nutricionales son satisfechos con dietas artificiales, pero en nuestra área debido a las altas densidades de siembra y limitada calidad de agua, los individuos se encuentran en un constante estrés que da como resultado un lento desarrollo del mismo.

Se han considerado varias alternativas que permiten mejorar su desarrollo, una de ellas es corregir la alimentación a través de productos beneficiosos tanto para la salud del animal como para el hombre, uno de estos productos son los Ácidos Omega 3 y Omega 6.

Los resultados y conclusiones del estudio permitirán que los acuicultores vean que la inclusión de los Ácidos grasos Omega 3 y Omega 6 como una alternativa de mejorar sus cultivos de tilapia y por ende incrementar sus ingresos económicos.

Los objetivos planteados para la investigación fueron:

GENERAL

- Determinar el efecto del ácido Omega 3 y la combinación Omega 3 y Omega 6, adicionado en el alimento balanceado para mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas.

ESPECÍFICOS

- Evaluar la eficiencia en ganancia de peso que se obtiene en los peces, con la adición en el alimento del ácido Omega 3.
- Evaluar la eficiencia en ganancia de peso que se obtiene en los peces, con la adición en el alimento de los ácidos Omega 3 y Omega 6.
- Determinar el nivel de incidencia de enfermedades en los diferentes tratamientos.
- Analizar mediante examen bromatológico la composición nutricional de la carne de tilapia para cada uno de los tratamientos.
- Realizar un análisis económico de los resultados obtenidos.
- Recomendar el mejor tratamiento por su efecto fisiológico, técnico, económico y de salud pública.

La hipótesis planteada para la investigación se la describe como:

Ho La adición de ácidos Omega 3 y Omega 6 en el alimento de tilapia roja incidirá en la ganancia de peso.

H1 La adición de ácidos Omega 3 y Omega 6 en el alimento de tilapia roja no incidirá en la ganancia de peso.

La investigación se realizó durante los meses de Julio del año 2011 a febrero del 2012.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA ACUICULTURA EN EL MUNDO

Desde los años 70 la producción acuícola ha crecido gradualmente contribuyendo a la seguridad alimentaria mundial, y de la cual la tilapia es el segundo grupo más importante de peces en el ámbito mundial después de las carpas chinas (Castillo, 2001).

Estimaciones recientes de la FAO apuntan a que la producción mundial de comida deberá crecer un 70% de aquí a 2050 para hacer frente al aumento de la población, a los cambios en la dieta relacionados con los incrementos en la renta de los países y a la creciente urbanización y expansión de mega-ciudades en los países en vías de desarrollo. En un mundo globalizado e interconectado estos cambios afectarán a todos los países del mundo sin excepción, aun cuando su población particular ni aumente en tamaño, ni mejore sustancialmente su riqueza. Esta coyuntura se agravará con el cambio climático, que supondrá alteraciones en los modelos productivos tradicionales (APROMAR, 2011).

Expertos señalan que este importante crecimiento de la acuicultura en el mundo se debe fundamentalmente a la preocupación de la sociedad por la alimentación, ya que los productos acuícolas son ricos en proteína y aminoácidos a mas de ser bajos en calorías (FAO, 2002).

Dentro de este rango sobresale el cultivo de tilapia, sobre todo en los países en vías de desarrollo, este producto es una alternativa real a la mejora de la alimentación y de negocios por los bajos costos de producción y tiempo del ciclo de cultivo.

Cuadro 1. Principales países productores de acuicultura por toneladas anuales en 2009 (FAO) y tasa de variación interanual.

País	Toneladas	% Crec. Anual
China	45,279,173	6,12
Indonesia	4,712,447	22,26
India	3,791,922	9,00
Vietnam	2,589,800	3,70
Filipinas	2,477,392	2,89
Tailandia	1,396,020	1,60
Rep.de Corea	1,331,719	-4,52
Japón	1,243,336	4,68
Bangladesh	1,064,285	5,84
Noruega	961,840	10,45
TOTAL 10 PAÍSES PRODUCTORES	64,848,334	6,76
RESTO DE LOS PAISES	8,196,271	7,74
TOTAL MUNDIAL	73,044,605	6,87

Fuente: FAO, 2011

2.2. CULTIVO DE TILAPIA EN ECUADOR

A finales de los años noventa nuestro país sufrió la enfermedad viral denominada Mancha Blanca que atacó al sector camaronero y que conllevó a la pérdida de casi el 50% de la producción de la época (Redmayne, 2001). La mayor parte de los productores camaroneros cuyos cultivos fueron afectados por el virus de la mancha blanca a finales de los años noventa, decidieron cambiar de producto comercial, es decir, tomaron la piscicultura de tilapia como negocio sabiendo la gran demanda en el mercado interno como también del mercado externo, especialmente a los Estados Unidos de América. Así para el año 2000, nuestro país ingresó con fuerza al mercado

norteamericano, convirtiéndose en el primer proveedor de filetes de tilapia de ese país, desplazando a Costa Rica de tal posición (Castillo, 2001).

La exportación de tilapia congelada cayó en 24,50%, en el 2011 con respecto al 2010 al bajar de \$ 7,51 millones a \$ 5,67 millones, según los datos del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. José Campusano, presidente de la Cámara Nacional de Acuicultura, explicó que uno de los factores que incidieron en la reducción de exportación del producto es la mayor colocación de tilapia asiática en el mercado internacional y que tiene un precio más bajo, lo que significa que actualmente nuestro país ocupa el segundo puesto como proveedor de los EE UU. (El Universo, 2012).

2.3. GENERALIDADES DE TILAPIA ROJA

2.3.1 Datos Generales

La tilapia roja es un tetrahibrido, es decir un cruce híbrido entre cuatro especies del género *Oreochromis*: *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *O. hornorum* y *O. aureus* (Castillo, 2001).

Dentro del Género *Oreochromis*, en forma intempestiva aparece la tilapia roja como una mutación albina en un cultivo artesanal de tilapia *Oreochromis mossambicus* de coloración normal (negra) cerca de la población de Tainan (Taiwán) en 1968 (Castillo, 2001).

Las tilapias son peces exóticos de mayor éxito en la piscicultura mundial, apoyados en el avance significativo en las técnicas de cultivo intensivo y súper intensivo conjugadas con la aparición de un sinnúmero de híbridos comerciales de gran aceptación no solo por parte de los piscicultores, sino también por parte de los consumidores en los mercados nacional e internacional. Estos peces son excelentes para el consumo humano, con carnes de muy suave textura y gran reducción ósea, crecen en un amplio rango de alimentación natural y artificial, pueden sobrevivir en aguas con salinidad de 0 a 27 ppm, es decir desde aguas continentales hasta aguas oceánicas (López, 2002).

2.3.2 Origen y Distribución

La tilapia roja (*Oreochromis sp*), perteneciente a la familia de los Ciclidos, es originaria del África y Cercano Oriente, habitan en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo. En América dentro de los Trópicos de Cáncer en México, El Caribe hasta el Trópico de Capricornio en el río de la Plata en Argentina (López, 2002).

2.3.3 Países Productores

Según Castillo, (2011), menciona que los principales países exportadores de tilapia en el año 2010 fueron: China, Egipto, Indonesia, Filipinas, Tailandia y Brasil.

2.3.4 Biología de la Especie

2.3.4.1 Taxonomía

- REINO: Animal
- PHYLUM: Vertebrata
- SUBPHYLUM: Craneata
- SUPERCLASE: Gnostomata
- SERIE: Piscis
- CLASE: Teleostomi
- SUBCLASE: Actinopterygii
- ORDEN: Perciformes
- SUBORDEN: Percoidei
- FAMILIA: Cichlidae
- GÉNERO: *Oreochromis*
- ESPECIE: *Oreochromis sp.*

2.3.4.2 Características de la especie

López, (2002), menciona que las tilapias en estado adulto pueden llegar a obtener un peso entre 1000 a 3000 g. La edad de madurez sexual en los peces difiere según el sexo del animal, en machos es de cuatro a seis meses, mientras que en las hembras es de tres a cinco meses. Para la determinación del sexo en forma visual sencillamente se observa que en el macho aparecen dos orificios característicos que son la papila urogenital (no evidente en algunos ejemplares) y el ano, mientras que en las hembras se observan tres orificios que son el urinario, papila genital y ano; para mejor comprensión se cita a continuación la figura 1.

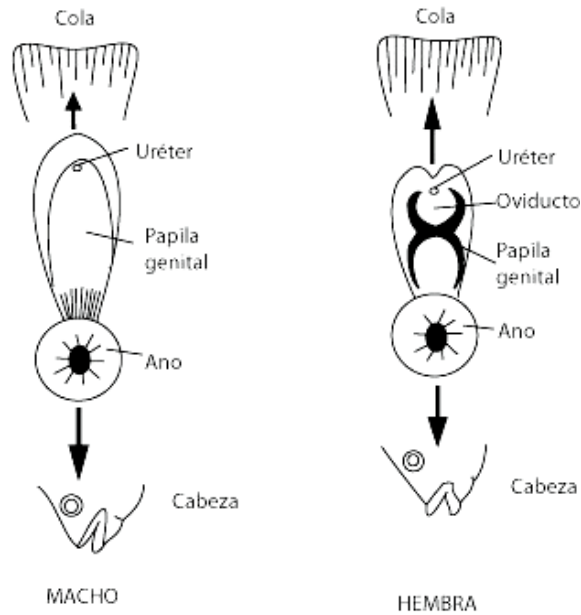


Figura 1. Características distintivas del macho y la hembra de Tilapia.
Fuente: Bardach *et al.*, (1990).

2.3.4.3 Diferenciación sexual y reproducción

En tilapias se puede diferenciar gónadas, en el caso de los machos es entre los dieciséis a veinte días de edad, su madurez depende de muchos factores: temperatura, calidad de agua, calidad de línea. Las gónadas de las hembras se desarrollan de siete a diez días, lo que significa que es antes que la de los machos (López, 2002).

Cabe mencionar que el tipo de desove es periódico y se lo puede realizar de cinco a ocho veces por año. La nidificación en tilapias generalmente la realiza en el fondo de los estanques, opcionalmente puede o no construir un nido en forma de batea; en estanques de cemento limpia el área del nido. La temperatura de desove en condiciones naturales es mínima 24 °C y máxima 31 °C. En promedio el número de huevos por desove es de 200 a 2 500 huevos por individuo a partir de los cuatro meses

de edad, con un peso promedio de 100 g, se alcanza un desove mayor a partir de los dos años de edad de la hembra.(López, 2002).

Los reproductores tienen una vida útil de dos a tres años. El tipo de huevo de las tilapias es bentónico, asociado inicialmente al fondo, presenta una coloración amarillenta si están fertilizados o blanquecina si no son viables. El tiempo de incubación de los huevos la hembra incuba los huevos en la cavidad bucal hasta su eclosión esto puede durar de tres a cinco días (24 °C a 31 °C). El tiempo de eclosión hasta la reabsorción del saco vitelino es de tres a cinco días más (López, 2002).

En tilapias la densidad de siembra de reproductores es de tres hembras por un macho sembrando dos animales por metro cuadrado. El ciclo de cultivo en condiciones óptimas de temperatura, densidad de siembra, calidad de agua y técnicas de manejo se alcanza 350 g de peso promedio en un ciclo de siete a ocho meses. Depende la zona de desarrollo del cultivo (López, 2002).

2.3.5 Hábitos Alimenticios

Según Alamilla (2002), todas las Tilapias tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios herbívoros, a diferencia de otros peces que se alimentan o bien de pequeños invertebrados o son piscívoros. Las adaptaciones estructurales de las Tilapias a esta dieta son principalmente un largo intestino muy plegado, dientes bicúspides o tricúspides sobre las mandíbulas y la presencia de dientes faríngeos.

2.3.6 Temperamento

Muchas especies son de hábitos territoriales, particularmente durante la temporada de reproducción. Su territorio se observa claramente definido y defendido de los depredadores e intrusos que atacan a sus crías y puede ser fijo o desplazarse a medida que las crías nadan en busca de alimento (Alamilla, 2002).

2.3.7 Sistemas de Cultivo

Según Pillay (2002) existen tres principales sistemas de cultivo que son: en estanques, en jaulas flotantes sobre agua salobre o dulce y en tanques y canales, siendo el más importante el cultivo en estanques.

El mismo autor menciona que el cultivo de tilapia en jaulas ha recibido considerable atención, no solo para la producción intensiva sino también como una forma de controlar el desove natural y la sobrepoblación. Si bien en muchas regiones este sistema aún se encuentra apenas en fase experimental, existen explotaciones exitosas en Costa Rica y Filipinas.

2.4. REQUERIMIENTOS DEL MEDIO AMBIENTE PARA EL CULTIVO DE TILAPIA

Según Poot, *et al.* (2009), entre los factores ambientales más importantes se destaca: la temperatura, oxígeno disuelto, pH y transparencia del agua de los estanques,

las cuales influyen en los aspectos productivos y reproductivos de estos peces; es por esto que se debe mantener los rangos óptimos que se describirán a continuación para el desarrollo normal de la tilapia.

2.4.1. Temperatura

Para el cultivo de tilapia es necesaria una temperatura que fluctúe entre 28 a 32°C. Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor será la tasa metabólica aumentando el consumo de oxígeno (Poot *et al.*, 2009).

2.4.2. pH

El cultivo requiere un pH dentro del estanque promedio de 7,5 para que favorezca el desarrollo de la productividad natural del estanque; mientras más estable permanezca el pH, mejores condiciones se propiciarán para la productividad natural misma que constituye una fuente importante de alimento en estanques (Poot *et al.*, 2009).

2.4.3. Oxígeno Disuelto

El rango requerido de oxígeno disuelto está por encima de los 4,5 mg/L. Por este motivo si se presentaran rangos menores de oxígeno se verían las siguientes consecuencias; según Poot *et al* (2009).

0,0-0,3	Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
0,3-2,0	Letal en exposiciones prolongadas.
3,0-4,0	Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
>4,5	Rango deseable para el crecimiento del pez.

2.4.4. Transparencia

Se recomienda hacer recambios de agua que puede ser continuo o bajando el nivel del agua entre 30 y 40 cm para reponerla con agua nueva, se debe obtener un color verde claro en el agua (Poot *et al.*, 2009).

2.5. ALIMENTACIÓN DE LAS TILAPIAS

La tilapia está situada muy abajo en la cadena trófica natural, debido a su alimentación a base de algas, materia en descomposición y plancton; aceptan también rápidamente alimento balanceado en forma de pellets. Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Esta especie presenta microbranquiespinas en un número que varía de catorce a veinte y siete, por este hecho en la dieta de los adultos predomina el fitoplancton incluyendo las cianobacterias (Poot, *et al.* 2009).

En cultivos para producción comercial, se utilizan tablas de alimentación que constituyen una base para todo el ciclo de cultivo, además estas tablas permiten tener una idea de cuánto alimento requerimos para el ciclo de cultivo, pudiendo determinar cuáles pueden ser nuestros gastos. Los resultados de estas tablas pueden variar

dependiendo de la temperatura, calidad de agua y calidad de semilla. En el cuadro 1 se indica una tabla sugerida por la empresa Diamansa.

Cuadro 2. Tabla de alimentación del programa Gisis de la empresa Diamansa



PROGRAMA DE ALIMENTOS PARA TILAPIAS Y RECOMENDACIONES

Periodo	Alimento	Tamaño del Alimento	Peso de Tilapias	Tasa de Alimentación	Frecuencia de Alimentación
Alevinaje	T-500	Polvo	< 1 gr.	8-12%	6 veces/día
Inicio	T-380	Pellet	1 - 50 gr.	6-8%	5-6 veces / día
Crecimiento	T-320	Pellet	50 - 200 gr	3-6%	3-4 veces / día
Engorde	T-280	Pellet	200 - 700 gr.	1-3%	2-3 veces / día

Fuente: Balanceados Gisis

Lozano *et al.* (2001), afirman que el mejor horario para alimentar a los peces es entre las 10H00 y 15H00 ya que en este periodo la acidez del tracto digestivo está en su máximo nivel y este debe ser consumido en un tiempo no mayor a 20 minutos.

2.5.1. Fases de Alimentación de Tilapia

El cultivo de tilapia para mejor manejo se clasifica en pre-engorda y Engorda. Para la etapa de pre-engorda los peces se encuentran en la etapa de juveniles a partir de

los cinco hasta los sesenta g de peso, en esta etapa se debe administrar alimento complementario entre 35 y 32% de proteína cruda y la densidad de siembra es de diez - veinte alevines por m³ (Gisis, 2010)

Para la etapa de engorde, el peso es de 60 g en adelante hasta su cosecha, la cantidad de proteína cruda contenida en el alimento artificial para esta etapa es del 24% y la densidad de siembra es de tres a cinco peces/m³ (Gisis, 2010)

2.6. NUTRICION LIPIDICA

Murray, *et al.* (1994) señala que aunque los lípidos constituyen una proporción significativa del requerimiento dietético de energía, esta no es su función esencial.

Aparte de incrementar el sabor agradable del alimento y de producir una sensación de saciedad, los lípidos de los alimentos tienen dos funciones esenciales en la nutrición de los animales; actúan como vehículo alimentario de las vitaminas liposolubles y suministran ácidos grasos esenciales que el cuerpo es incapaz de sintetizar afirma Murray *et al.* (1994).

Guillaume, *et al.* (2004) y Pardo (2007) afirman que el aporte de lípidos en la alimentación de los peces, al igual que en la de los mamíferos, es fundamental para satisfacer los requerimientos de Ácidos Grasos esenciales (AGE), los cuales no son sintetizables por el organismo y necesarios para el metabolismo celular (para la síntesis de prostaglandinas y compuestos similares), así como para el mantenimiento de la

integridad de las estructuras de membrana (fluidez de membrana), además sirven de vectores de vitaminas liposolubles y pigmentos carotenoides en el momento de la absorción intestinal, además juegan un papel fundamental en el suministro de energía, función muy importante en los peces ya que la mayoría de estos digieren mal los glúcidos complejos.

2.6.1 Ácidos Grasos Esenciales

Guillaume, *et al.* (2004) afirma que los Ácidos Grasos Esenciales (AGE) son llamados así porque los peces, igual que el resto de vertebrados no pueden sintetizarlos, por ende deben ser aportados en la alimentación.

2.6.1.1 Función de los ácidos grasos esenciales (AGE)

Guillaume, *et al.* (2004) dice que los AGE, a veces llamados AG indispensables, son necesarios para el organismo por tres razones:

- Por su función constitutiva, son componentes importantes de los fosfolípidos(PL), componentes mayoritarios de las membranas celulares y de las lipoproteínas de transporte.

- Sirven de substrato para la síntesis de toda una familia de moléculas de carácter hormonal (*sensu lato*): las Prostaglandinas (PG) y sus compuestos emparentados. En peces las funciones mejor conocidas de estos compuestos son

las de la reproducción (inducción a la ovulación), excreción renal y branquial, y osmorregulación.

— Contribuyen a la compleja regulación de la multiplicación celular.

2.6.1.2 Carencias de ácidos grasos esenciales

Guillaume, *et al.* (2004), menciona que las dietas deficientes en AGE en peces se traducen en lentitud del crecimiento y una disminución en la eficacia alimentaria; que además con el paso de cierto tiempo aparecen signos patológicos tales como degeneración hepática con acumulación de lípidos, erosión de las aletas, lesiones branquiales o disminución de la tasa de hemoglobina, en la trucha la mayoría de larvas presentan deformaciones morfológicas variadas y tienen una supervivencia limitada.

2.7. EL ACIDO OMEGA 3 Y EL ACIDO OMEGA 6

Acosta (2011) señala que los ácidos Omega 3 y Omega 6 son parte de los suplementos más solicitados en lo que a buena nutrición se refiere y cada día hay más pruebas de que este grupo de ácidos grasos, tiene entre otras propiedades, efectos saludables sobre el corazón, el cerebro y los músculos; además menciona que la consultora Frost & Sullivan estima que “la industria de los ingredientes que contienen omega-3 y omega 6 mueve hoy unos 1 600 millones de dólares al año en todo el mundo”.

Campoy (2006) afirma que los ácidos grasos omega 3 y ácidos omega 6 son tipos de grasas poliinsaturadas esenciales. Son insaturados porque poseen en su molécula dobles enlaces entre sus átomos de carbono.

Murray, *et al.* (1994), señala que existen los siguientes ácidos grasos omega 6:

- El ácido araquínódico (AA), que se puede encontrar en plantas como la col de Bruselas, ajos, zanahoria, soja, o el aceite de sésamo.

El ácido gamma-linolénico (GLA) se obtiene comercialmente a partir de plantas como la borraja (*Borago officinalis*) y la onagra (*Oenothera biennis*).

- El ácido linoleico: que se ha encontrado en el aceite de onagra (*Oenothera biennis*).

Así mismo este autor señala que existen los siguientes ácidos grasos omega 3:

- Ácido alfa-linolénico (ALA): Se encuentra fundamentalmente en el aceite de las semillas vegetales. Destaca entre ellas, las semillas del lino y especialmente el aceite de lino, también llamado aceite de linaza. Otras plantas ricas en este componente son las semillas de la soya, canola, nueces, cáñamo, etc.

- Ácido eicosapentaenoico: (EPA): Se encuentra fundamentalmente en los aceites del pescado azul y en la leche materna. Existen trazas del mismo en la verdolaga.

— Ácido Docosaheptaenoico: (DHA): Se encuentra fundamentalmente en los aceites de pescado azul.

18:2 ^{Δ9,12}	<p>Ácido linoleico</p>	ácido graso omega-6
18:3 ^{Δ9,12,15}	<p>Ácido linolénico (ALA)</p>	ácido graso omega-3
20:4 ^{Δ5,8,11,14}	<p>Ácido araquidónico</p>	ácido graso omega-6
20:5 ^{Δ5,8,11,14,17}	<p>Ácidos eicosapentaenoico (EPA)</p>	Acido graso Omega-3 enriquecido en los aceites de pescado
22:6 ^{Δ4,7,10,13,16,19}	<p>Ácidos docosaheptaenoico (DHA)</p>	Acido graso Omega-3 enriquecido en los aceites de pescado

Figura 2. Estructura molecular de los Ácidos grasos esenciales

Fuente: Murray *et al*, 1994

En la carne de bovinos, porcinos y aves la concentración de ácidos omega 3 es baja, a menos que en la alimentación de los animales se incluya algún producto vegetal nombrado anteriormente.

Morris (2007), afirma que la importancia de los ácidos omega 3 en los peces marinos está ampliamente demostrada ya que estos son incapaces de sintetizar los ácidos grasos α -ácido linolénico (18:3n-3), eicosapentanoico (20:5n-3) y docosahexaenoico (22:6n-3), y estos están considerados esenciales para un normal crecimiento y sobrevivencia, sobre todo de las larvas de peces marinos.

Los parámetros para determinar la esencialidad de los ácidos omega 3, sobre todo del eicosapentanoico (20:5n-3, EPA), el docosahexaenoico (22:6n-3, ADH) y de la relación entre ellos (ADH/EPA), han sido positivos, hasta el momento en crecimiento, sobrevivencia, tolerancia al stress, pigmentación normal, desarrollo normal de la retina (Rainuzzo, 2006).

2.7.1. Valor Real de la Tableta de Omega 3 a Utilizar en el Ensayo.

El valor real de la tableta es de 300 miligramos.

2.7.2. Valor Real de la Combinación Omega 3-Omega 6 a Utilizar en el Ensayo.

El valor real de la combinación Omega 3-Omega 6 es 300 mg y 320 mg respectivamente

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

La investigación se realizó en la Finca “EL PORVENIR”, km 9 Vía a Julio Moreno, Área Acuicultura, Propiedad del Sr. Ángel Meneses, ubicada en la Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo, Parroquia San Gabriel del Baba.

3.1.2. Ubicación Geográfica

Coordenadas UTM: Este 0706891

Norte 9965691

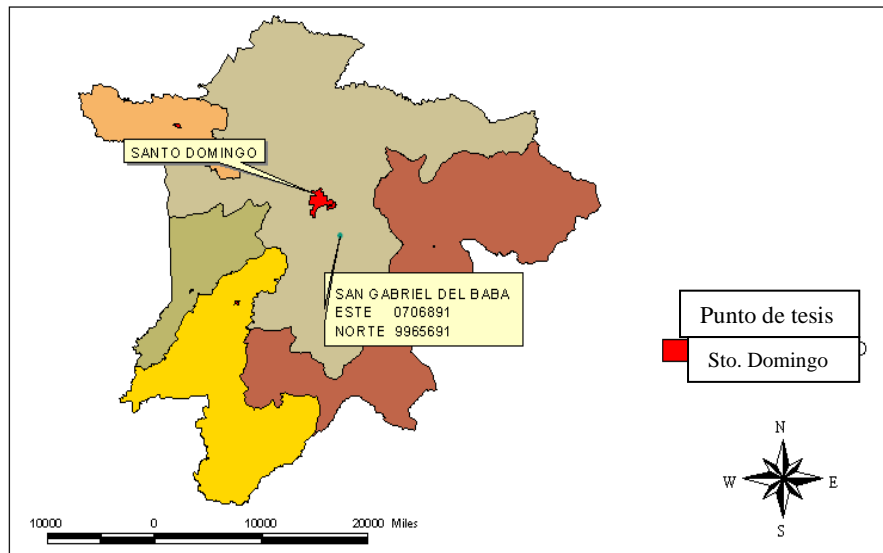


Figura 3. Croquis de ubicación geográfica del proyecto.

Fuente; Servirtual, 2007

3.1.3. Ubicación Ecológica

Según el diagrama de Zonas de Vida de L. Holdridge la zona de estudio corresponde a un Bosque Húmedo Tropical (bh – T) (Cañadas, L. 1983) cuyas características son:

- Altitud : 501 msnm.
- Temperatura : 27 °C
- Precipitación : 1 750 mm/año
- pH : 6,5 – 7,0
- Textura : Arcillosa
- Estructura : Granular

3.2. MATERIALES

3.2.1. Campo

3.2.1.1. Insumos

Cuadro 3. Insumos utilizados en el campo

Insumos	Unidad	Cantidad
Peces de tilapia roja	Und	420
Balanceado Tilapias	G	206 933
Omega 3	ml	300
Omega 3-6	ml	345
Aceite de clavo	Onz	25
Sal en grano	Lbr	200
Oxitetraciclina	G	500
Azul de metileno	lts	4
Agua	m ³	67.5

3.2.1.2 Materiales y Equipos

Cuadro 4. Materiales y equipos utilizados en el campo

Equipo y materiales	Unidad	Cantidad
Tractor	Horas	40
Red de pesca (Atrarraya)	Und	1
Estanques	Und	15
Baldes	Und	3
Manguera de 1 1/2 pulg.	m	500
Tubos PVC de 4 pulg.	m	60
Tubos PVC de ¾	m	48
Llaves de agua	Und	15
Teflón	Und	4
Malla	m	60
Rótulos (Ident estanques)	Und	18
Rotulo de la tesis (Titulo tema)	Und	1
Balanza electrónica	Und	1
Cinta para medir el pH	Und	1
Termómetro	Und	1
Instrumento para medir oxígeno	Und	1
Bomba de agua (1 HP)	Und	1
Ictiómetro	Und	1

3.2.1.3. Instrumentos

Cuadro 5. Instrumentos utilizados en el campo

Instrumentos	Unidad	Cantidad
Computadora	und	1
Impresora	und	1
Libreta de campo	und	1
Esferográficos	und	3
Papel Bond	und	500

3.2.1.4. Herramientas

Cuadro 6. Herramientas utilizadas en el campo

Herramientas	Unidad	Cantidad
Machete	Und	2
Flexómetro	Und	1
Palas	Und	3
Carretillas	Und	2
Baldes plásticos 20 litros	Und	5

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Diseño Experimental

3.3.1.1. Factores a probar

Dietas alimenticias con dosis de ácido omega 3 y la combinación de omega 3 y omega 6 adicionados en el alimento.

3.3.1.2. Tratamientos a comparar

Cuadro 7. Tratamientos a comparar en el ensayo

Tratamiento	Denominación	Código
T ₀	Alimento concentrado (balanceado)	Oo
T ₁	Balanceado con 4,5 cc de Omega 3/kg	O3
T ₂	Balanceado con 4,5 cc de Omega 3 y Omega 6/kg	O3-O6

3.3.1.3. Tipo de diseño

Para el desarrollo de la investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), cada tratamiento se repitió cinco veces.

3.3.1.4 Características de las Unidades experimentales

- Para el ensayo de campo se utilizaron 420 tilapias en etapa de alevín con un peso promedio de 27 g.
- El lugar donde se cultivaron los peces fue en estanques de tierra de dos metros de ancho x tres de largo y un metro de profundidad, con una capacidad de 6 000 litros de agua/estanque.
- Para el ensayo se utilizó un total de 15 estanques, y en cada uno se colocaron 28 peces.
- Para cada tratamiento se utilizaron 140 peces.
- Se evaluaron el 100 % de los peces en cada tratamiento
- Se realizaron siete observaciones de peso, tamaño, conversión alimenticia, incidencia de enfermedades y mortalidad a todos los tratamientos, cada 21 días.
- El tiempo que duró la evaluación de los productos en campo, fue de 140 días.
- Área total del ensayo 324 m²

3.3.2. Análisis Estadístico

3.3.2.1. Esquema de análisis de varianza

DCA, con tres tratamientos y cinco repeticiones

Cuadro 8. Análisis de varianza para el ensayo

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Tratamientos	t-1	2
Error experimental	t(r-1)	12
Total	(r*t)-1	14

3.3.2.2. Análisis funcional

- Para los tratamientos que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza, se aplicó la prueba de Tukey al 5% para comparar medias de tratamientos. Además se realizó la comparación entre Testigo vs. Tratamiento 1 y Tratamiento 2 ; Tratamiento 1 vs. Tratamiento 2.
- Se realizó la transformación de los datos a raíz cuadrada con el fin de normalizarlos y disminuir el coeficiente de variación de los resultados obtenidos en la fase de campo.

3.3.3. Métodos Específicos del Manejo del Experimento

3.3.3.1. Preparación del área de ensayo y arreglo de los estanques

- Se realizó la remoción de tierra y escombros del área donde se instaló el ensayo, utilizando una gallineta.
- Se determinó la salida y entrada del sol para la ubicación de los estanques.
- Se procedió a la construcción de los quince estanques para el estudio.
- Se hizo la instalación de la tubería de desagüe con tubos PVC de 3 pulg.
- Se instaló dos líneas madres de 2 pulg. para la entrada de agua al área de ensayo
- Se realizó la instalación de la tubería de entrada de agua a todos los estanques con tubos PVC de ½ pulgada.
- Se realizó la impermeabilización de las piscinas con estiércol de bovino.
- Se colocaron mallas plásticas sobre los estanques para evitar la entrada de cualquier tipo de depredador, especialmente aves.
- Se procedió a llenar las piscinas o estanques y a su vez dejar fluir por las tuberías el agua de entrada y salida para tener un lavado de algún residuo oleoso durante tres semanas.
- Se determinó mediante sorteo al azar la ubicación de las diferentes repeticiones en sus respectivos estanques, esto en presencia del Biometrista.
- Se ubicó la respectiva identificación en cada estanque, de acuerdo a cada repetición.
- Después de cada muestreo se desinfectaba con azul de metileno, sal en grano y oxitetraciclina para prevención de alguna enfermedad.

3.3.3.2. Recepción de peces

- Se procedió a clasificar los alevines manejándolos con un peso medio de 24g \pm 3.
- Antes de la siembra de los alevines en cada estanque se registró el peso, largo y alto de cada individuo.
- La cantidad de alevines sembradas en cada piscina fue de veinte y ocho peces por estanque, con un total de 420 peces para toda la investigación.

3.3.3.3. Alimentación

- Para calcular la cantidad de balanceado se tomó en cuenta el porcentaje de la biomasa total, que fue inicialmente del 7 % de acuerdo a la tabla de Piscis, (Cuadro 1), y fue cambiando según el incremento de peso.
- Se colocó el alimento con las respectivas dosis de los productos en sus determinados tratamientos durante los 140 días que duró el proyecto.
- Cada ración que se suministró diariamente se la dividió en tres porciones de acuerdo al siguiente horario de alimentación: (30%) 9H00, (40%) 13H00, (30%) 16H30.

3.3.3.4. Medición de parámetros básicos del agua (pH, temperatura y oxígeno)

- Esta medición se realizó en cada estanque una vez por semana en las mañanas, durante todo el desarrollo del proyecto..

- Se evaluó al azar cualquier zona del estanque.
- Se anotó información como pH y temperatura en los registros, para ver las condiciones con las que cuenta el agua de cada estanque.

3.3.3.5. Medición de las variables

- El peso en gramos se determinó con una balanza electrónica. La toma del largo como alto de la tilapia, se realizó con una regla, estos datos fueron tomados cada 21 días durante siete ocasiones.

3.3.3.6. Manejo General

- Se determinaron los parámetros físicos y químicos de los estanques diariamente.
- Se inspeccionaron que exista un normal funcionamiento de la entrada de agua (oxigenación) para cada estanque.
- Se controló la existencia de peces muertos.
- Se suministró alimento dependiendo de cada tratamiento.

3.3.4. Variables a medir

3.3.4.1. Peso Individual

- El peso se tomó cada 21 días, con un total de siete veces en los 140 días que duró la investigación.

- Se obtuvo un peso promedio de las UE, en cada tratamiento.
- Se utilizó una balanza electrónica para evaluar el peso.
- El peso promedio se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Peso promedio (gr)} = \frac{\text{Peso total de la observación (g)}}{\# \text{ peces}}$$

3.3.4.2. Mortalidad

- Se registró diariamente durante los 140 días, contando la cantidad de animales muertos, en todos los tratamientos.
- Se llevó un registro de todas las UE.
- Se obtuvo el porcentaje de sobrevivencia, en base a la diferencia entre animales vivos y muertos, utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Sobrevivencia} = \frac{\# \text{ de peces vivos}}{\# \text{ de peces sembrados}} \times 100$$

3.3.4.3 Conversión alimenticia

- Se realizó una comparación entre el alimento suministrado y la biomasa producida.
- El método de alimentación de los peces fue al voleo.
- Este factor mientras más se acerque a la unidad, mejores son los índices productivos. Se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{alimento consumido}}{\text{ganancia de peso}}$$

3.3.4.4 Incidencia de enfermedades

- Se observó la incidencia de enfermedades en las tilapias estudiadas.
- Para evaluar este parámetro se consideró si el pez presenta o no algún síntoma y se verificó el tipo de agente causal de la enfermedad
- El instrumento de medición fue la observación.
- Para obtener el porcentaje de incidencia de enfermedades se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{\# \text{ Peces enfermos}}{\# \text{ Peces sanos}} \times 100$$

3.3.4.5. Tamaño

- La medición fue cada 21 días, al igual que en el peso, se realizaron siete observaciones.
- Utilizando una regla, se midió longitud total y el alto del pez.
- La unidad de medida fue milímetro (mm).
- Se obtuvo una medida promedio en cada tratamiento
- Para obtener el promedio de medida de cada tratamiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Medición promedio} = \frac{\text{Medición total de la observación}}{\# \text{ Peces}}$$

3.3.4.6. Análisis Bromatológico

Al culminar la fase de campo se enviaron muestras al laboratorio de alimentos de la Universidad Central, Facultad de Ciencias Químicas, con el fin de determinar la concentración de Omega 3 y Omega 6 en la carne del pez después de haber concluido la fase de campo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FASE DE CAMPO

4.1.1. Consolidado de las variables peso, altura, longitud y ganancia de peso

En el siguiente cuadro se ilustra ADEVA para medir el efecto de la adición de Ácidos Grasos Omega 3 y la combinación Omega 3-6 en los diferentes submuestreos sobre el peso de la tilapia en la etapa de desarrollo y engorde, Santo Domingo, 2012.

Cuadro 9. Cuadrados medios y significación estadística del efecto del ácido omega 3 y la combinación omega 3-omega 6 en la alimentación de *Oreochromis spp.*, en siete muestreos, Santo Domingo, 2012.

FV	GL	Muestreo													
		1	2	3	4	5	6	7							
Variable: Peso															
Tratamientos	2	128,16	ns	263,91	ns	304,82	ns	2440,73	ns	5931,84	ns	8610,17	ns	11855,36	ns
Error	12	665,99		1208,36		1974,73		2239,74		4072,36		5341,11		7994,95	
Variable: Altura															
Tratamientos	2	30,2	ns	32,63	ns	22,93	ns	102,02	ns	71,38	ns	140,88	ns	124,91	ns
Error	12	22,98		32,22		41,75		38,63		130,00		60,00		70,75	
Variable: Longitud															
Tratamientos	2	206,87	ns	320,20	ns	231,84	ns	844,29	ns	865,16	ns	1187,50	ns	1291,60	ns
Error	12	179,75		279,61		315,41		356,09		460,88		509,03		569,90	
Variable: Ganancia peso															
Tratamientos	2	174,29	ns	73,63	ns	29,79	ns	1226,79	*	855,47	ns	267,35	ns	1042,67	ns
Error	12	352,68		148,43		110,81		126,77		334,32		174,41		899,02	
Total	14														

- Al realizar el análisis de significancia se establece que no existió diferencia significativa, para los tratamientos de la evaluación en lo referente al peso, altura y longitud no fueron influenciados por los tratamientos dietéticos, es decir todos los tratamientos fueron iguales.

- El análisis de significancia en la variable ganancia de peso establece que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pero en el cuarto muestreo existió diferencia entre tratamientos, posiblemente esta diferencia se deba a que en etapa existió una baja de temperatura de 22°C, aquejando a todos los estanques; con la diferencia que mientras los animales dentro de los tratamientos adicionados con los Ácidos Grasos Esenciales mantuvieron su tasa metabólica normal de 1,7 – 1,9 , en cambio los del tratamiento testigo disminuyeron la misma, incrementando a 2,3 durante ese periodo.

4.1.1.1 Variable Peso

Al realizar el análisis de varianza en la variable peso promedio (Cuadro 10) no se observa diferencia significativa para los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación es bajo (12,68%), lo cual indica que los datos fueron tomados con exactitud y da confianza a los resultados obtenidos en la investigación.

Cuadro 10. Variable peso, Santo Domingo, 2012.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	6,90	2	3,45	1,06	0,3753
Error	38,7	12	3.24		
Total	45,77	14			

CV 12,68

En el cuadro 11 se observa que al analizar los contrastes de la variable peso entre el tratamiento testigo vs los tratamientos T1 (balanceado + Omega 3) y T2 (balanceado + Omega 3-6) no existió diferencia significativa, es decir que los tratamientos son iguales.

De igual manera al analizar el contraste T1(balancedo + Omega 3) vs T2 (balanceado + Omega 3-6) no existió diferencia significativa, esto concuerda con Rosero *et al*, (2010) quienes afirman que la inclusión de ácidos grasos esenciales no influyen en la ganancia de peso.

Cuadro 11. Contraste de la variable peso, Santo Domingo, 2012.

TRATAMIENTO	Contraste	SC	Gl	CM	F	p-valor
T0 VS T1 Y						
T2	-2,87	6,88	1	6,88	2,12	0,1706
T1 VS T2	-0,7	0,01	1	0,01	4,3E-03	0,9487
Total		6,90	2	3,45	1,06	0,3753

En la Figura 4, se presentan los resultados del efecto de la adición de omega 3 y la combinación omega 3-6 en la ganancia de peso, el tratamiento que presentó la mayor ganancia de peso final fue T₂, con un valor de 328,91 g y en segundo lugar se encuentra el T₁ con un valor de 322,05 g a diferencia del T₀, el cual presentó el peso más bajo con valor de 241,35 g a pesar que no existió diferencia significativa los dos tratamientos con adición de omega 3 y la combinación omega 3-6 presentaron mayor ganancia de peso en relación al tratamiento testigo, incrementando casi 80,00 g más al final de la evaluación.

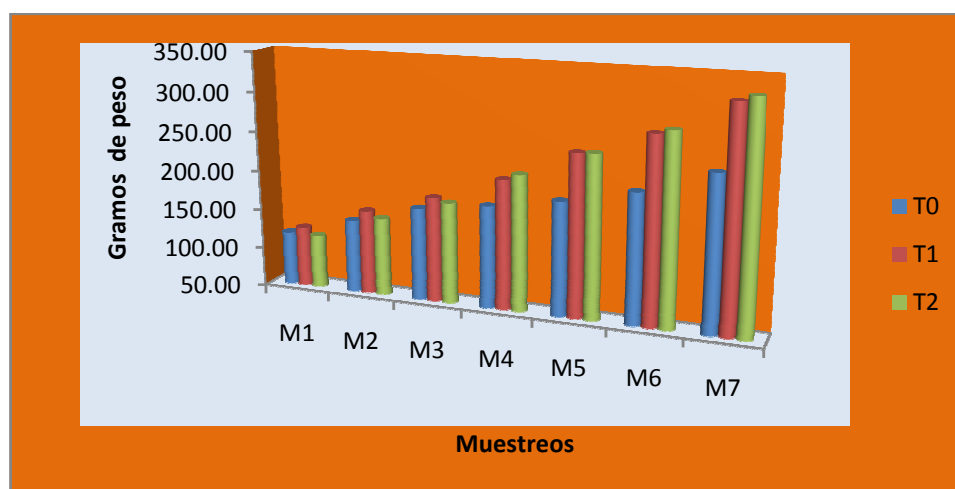


Figura 4. Análisis de los resultados del efecto de la adición de omega 3 y la combinación omega 3-6 en la ganancia de peso, Santo Domingo, 2012.

4.1.1.2 Variable Altura

Al realizar el análisis de varianza de la variable altura (cuadro 12) se observa que no existe diferencia significativa para los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación es bajo con el 11,22%, lo cual indica que los datos fueron tomados con exactitud y da confianza a los resultados obtenidos en la investigación.

Cuadro 12. Variable altura, Santo Domingo, 2012.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	122,64	2	61,32	1,26	0,3196
Error	585,66	12	48,81		
Total	708,30	14			

CV 11,22

Al analizar los contrastes de la variable altura (cuadro 13) entre el tratamiento testigo vs los tratamientos T1(balanceado + Omega 3) y T2 (balanceado + Omega 3-6) no existió diferencia significativa, es decir que los tratamientos son iguales, esto concuerda con Rosero *et al* (2010) quienes afirman que la inclusión de ácidos grasos esenciales no influyen en el desarrollo de la altura del animal.

De igual manera al analizar el contraste T1 (balanceado + Omega 3) vs T2 (balanceado + Omega 3-6) no existió diferencia significativa, es decir que los tratamientos son iguales.

Cuadro 13. Contraste de la variable altura, Santo Domingo, 2012.

Tratamiento	Contraste	SC	Gl	CM	F	p-valor
T0 VS T1						
Y T2	-12,00	120,08		1 120,08	2,46	0,1427
T1 VS T2	1,01	2,56		1 2,56	0,05	0,8227
Total		122,64		2 61,32	1,26	0,3196

En la Figura 5, se presentan los resultados del efecto de la adición de omega 3 y la combinación omega 3-6 en la ganancia de altura, el tratamiento que presentó la mayor altura final fue T₂, con un valor de 73,00 mm y en segundo lugar se encuentra el T₁ con un valor de 72,43 mm, a diferencia del T₀, el cual presentó el peso más bajo con valor de 64,07 mm. a pesar que no existió diferencia significativa los dos tratamientos con adición de omega 3 y la combinación omega 3-6 presentaron mayor diámetro de altura en relación al tratamiento testigo, incrementando 8,93 mm más al final de la evaluación

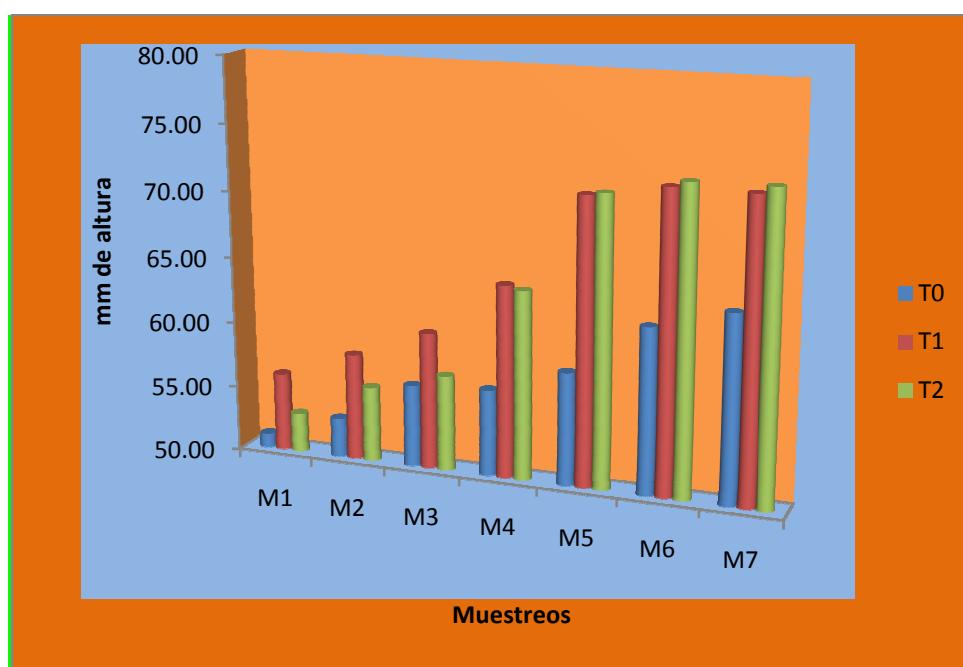


Figura 5. Análisis de los resultados del efecto de la adición de omega 3 y la combinación omega 3-6 en la ganancia de altura, Santo Domingo, 2012.

En la Figura 6 se presentan el análisis de correlación para la variable peso con relación a la altura, cuyo coeficiente de determinación indica un mejor ajuste lineal.

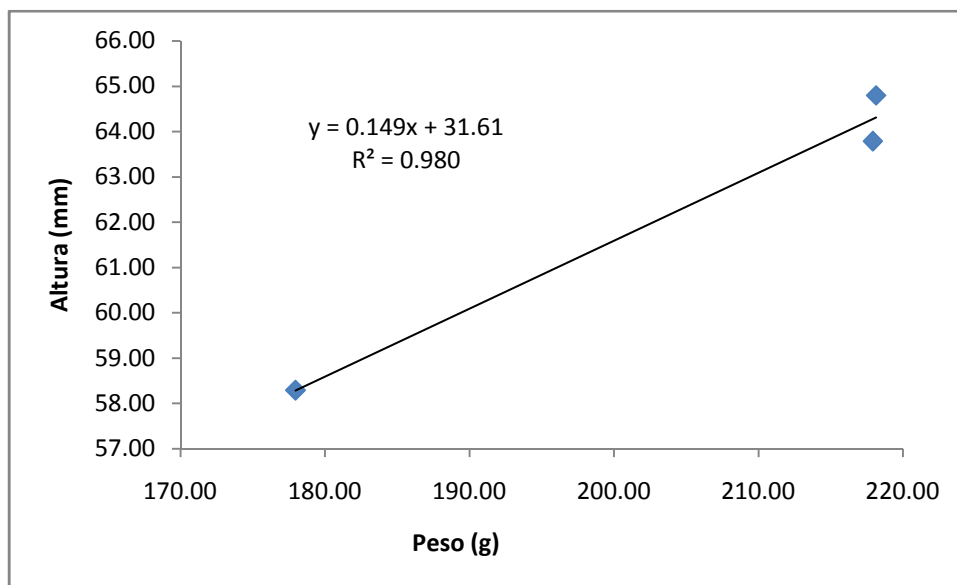


Figura 6. Análisis de correlación para la variable peso con relación a la altura, Santo Domingo, 2012.

En la figura 6 se observa que existe una buena correlación con un coeficiente de determinación es del 98% lo que indica que hay una buena relación lineal es decir que mayor peso de la tilapia existe mayor altura, y la ecuación que mejor se asemeja al modelo estadístico es la $y = bx + a$.

4.1.1.3 Variable longitud

Al realizar el análisis de varianza de la variable longitud (cuadro 14) se observa que no existe diferencia significativa para los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación es bajo con el 9,30%, lo cual indica que los datos fueron tomados con exactitud y da confianza a los resultados obtenidos en la investigación.

Cuadro 14. Variable Longitud, Santo Domingo, 2012.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1195,57	2	597,78	1,70	0,2243
Error	4226,33	12	352,19		
Total	5421,89	14			

CV 9,30

Al analizar los contrastes de la variable longitud (cuadro 15) entre el tratamiento testigo vs los tratamientos T1 (balanceado + Omega 3) y T2 (balanceado + Omega 3-6) no se observó diferencia significativa, es decir que los tratamientos son iguales, esto coincide con Rosero *et al*, (2010) quienes afirman que la inclusión de ácidos grasos esenciales no influyen en el desarrollo de la longitud del animal.

De igual manera al analizar el contraste T1 (balanceado + Omega 3) vs T2 (balanceado + Omega 3-6) no existió diferencia significativa, es decir que los tratamientos son iguales.

Cuadro 15. Contraste de la variable longitud, Santo Domingo, 2012.

Tratamientos	Contraste	SC	Gl	CM	F	p-valor
T0 VS T1						
Y T2	-37,52	1173,13	1	1173,13	3,33	0,0930
T1 VS T2	3,00	22,44	1	22,44	0,06	0,8050
Total		1195,57	2	597,78	1,70	0,2243

En la Figura 7, se analizan los resultados del efecto de la adición de omega 3 y la combinación omega 3-6 en longitud de los animales estudiados, el tratamiento que presentó la mayor longitud final fue T₂, con un valor de 238,82 mm y en segundo lugar se encuentra el T₁ con un valor de 236,25 mm, a diferencia del T₀, el cual presentó el peso más bajo con valor de 209,79 mm, pero estadísticamente son iguales.

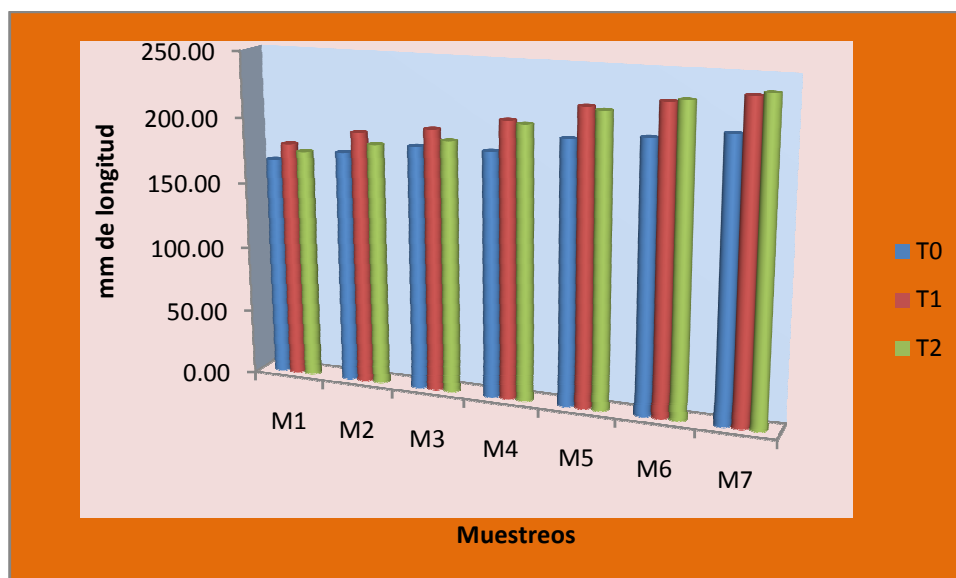


Figura 7. Análisis de los resultados del efecto de la adición de omega 3 y la combinación omega 3-6 en la ganancia de longitud, Santo Domingo, 2012.

En la Figura 8, se presenta el análisis de correlación para la variable peso con relación a la variable longitud.

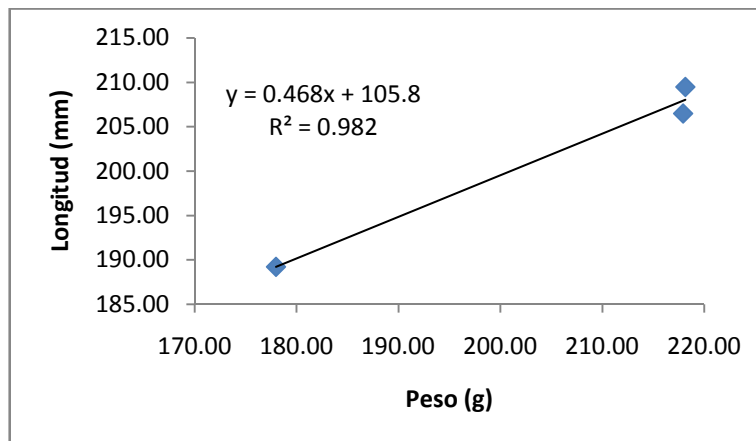


Figura 8. Análisis de correlación para la variable peso con relación a la variable longitud, Santo Domingo, 2012.

En la figura 8 se observa que existe una buena correlación con un coeficiente de determinación es del 98% lo que indica que hay una buena relación lineal es decir que mayor peso de la tilapia existe mayor longitud, y la ecuación que mejor se asemeja al modelo estadístico es la $y = bx + a$.

En la Figura 9, según los datos obtenidos se presenta el análisis de correlación para la variable altura con relación a la longitud.

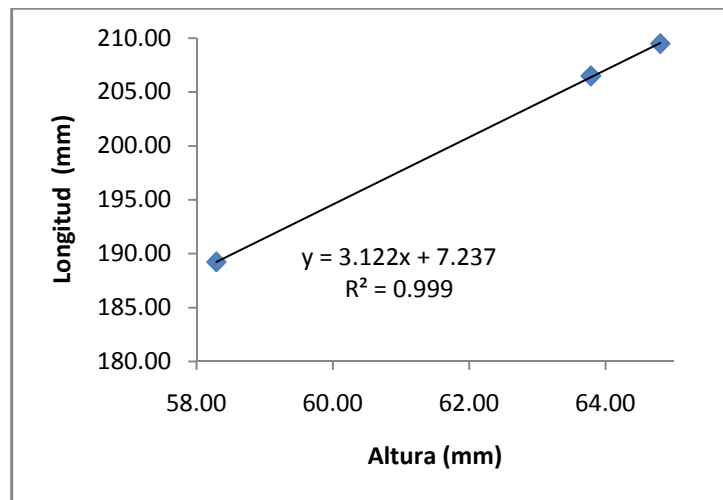


Figura 9. Análisis de correlación para la variable altura con relación a la variable longitud, Santo Domingo, 2012.

En la figura 9 se observa que existe una buena correlación con un coeficiente de determinación es del 99% lo que indica que hay una buena relación lineal es decir que mayor altura de la tilapia existe mayor longitud, y la ecuación que mejor se asemeja al modelo estadístico es la $y = bx + a$.

4.1.1.4 Variable ganancia de peso

Al realizar el análisis de varianza de la variable ganancia de peso (cuadro 16) se observa que no existe diferencia significativa para los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación es 18,24%.

Cuadro 16. Variable ganancia de peso, Santo Domingo, 2012.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRA	4,87	2	2,43	2,18	0,1555
Error	13,39	12	1,12		
Total	18,26	14			

CV 18,24

Al analizar los contrastes de la variable ganancia de peso (cuadro 17) entre el tratamiento testigo vs los tratamientos T1 (balanceado + Omega 3) y T2 (balanceado + Omega 3-6) no existió diferencia significativa, es decir que los tratamientos son iguales. Al analizar el contraste T1 (balanceado + Omega 3) vs T2 (balanceado + Omega 3-6) no existió diferencia significativa, concluyendo que los tratamientos son iguales.

Cuadro 17. Contraste de la variable ganancia de peso, Santo Domingo, 2012.

TRA	Contraste	SC	Gl	CM	F	p-valor
T0 VS T1						
Y T2	-2,39	4,78	1	4,78	4,28	0,0608
T1 VS T2	-0,19	0,09	1	0,09	0,08	0,7779
Total		4,87	2	2,43	2,18	0,1555

En la Figura 10, se analiza los resultados del efecto que producen el ácido graso omega 3 y la combinación omega 3-6 para la variable ganancia de peso (g) en tilapias a partir de los 80 días de evaluación donde si existió diferencia significativa. El T₁ y T₂ resultaron ser eficientes en la ganancia de peso con respecto al tratamiento testigo T₀.

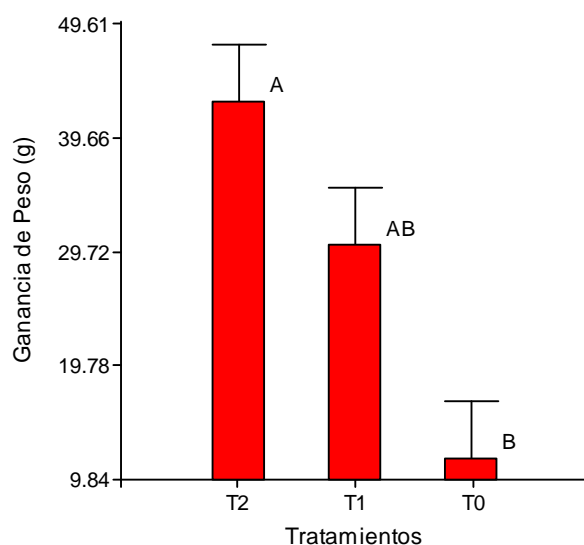


Figura 10. Media de Tukey de la variable ganancia de peso a los 80 días de evaluación en tilapias de engorde, Santo Domingo, 2012.

En la Figura 11, se presenta el análisis de correlación para la variable peso con relación a la ganancia de peso, cuyo coeficiente de determinación indica un mejor ajuste lineal.

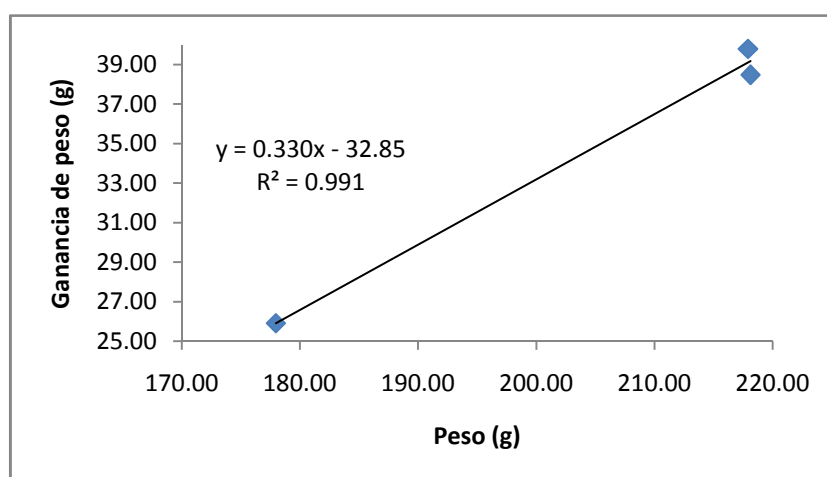


Figura 11. Análisis de correlación para la variable peso con relación a la variable ganancia de peso, Santo Domingo, 2012.

En la figura 11 se observa que existe una buena correlación con un coeficiente de determinación es del 99% lo que indica que hay una buena relación es decir que

mayor peso de la tilapia existe mayor ganancia de la misma y la ecuación que mejor se asemeja al modelo estadístico es la $y = bx + a$.

4.1.1.5 Variable Conversión Alimenticia ICA

Al analizar el cuadro 18 para la variable conversión alimenticia, se establece que existe diferencia estadística entre los tratamientos T1 y T2 en comparación al T0, mientras que T1 vs T2 no existió diferencia estadística al ser evaluados, concluyendo que los tratamientos son diferentes.

El coeficiente de variación es 17,58%. Cabe recalcar que al realizar el análisis de varianza mediante la prueba de Tukey no hubo diferencias estadística entre los tratamientos, por tal motivo se realizó la prueba de Fisher al 5% con una (DMS) diferencia mínima significativa, la misma que presenta diferencias estadísticas entre los tratamientos con Ácidos Grasos Esenciales con respecto al testigo.

Cuadro 18. Variable Conversión Alimenticia, Santo Domingo, 2012.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,99	2	0,50	3,88	0,0397
Error	2,30	18	0,13		
Total	3,30	20			

CV 17.58

El índice de conversión según GISIS (2009), es 1,7 a 1,9, mientras que el promedio obtenido en la investigación (cuadro 19) es de 1,85 para el T2, 1,91 en T1

valores que se ajustan al rango alcanzado por la empresa, pero el tratamiento T0 tuvo un valor de 2,34 promedio, especificando que la temperatura promedio durante la fase de campo del proyecto se mantuvo en los 23°C, lo cual hace que los animales se estresen y por ende baje su ritmo metabólico como lo afirman Castillo (2001) y Poot *et al.* (2009), quienes sostienen que la temperatura ideal es de 30°C.

Cuadro 19. Medias del ICA en los tratamientos evaluados. Santo Domingo, 2012

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	1,85	7	0,14	A
T1	1,91	7	0,14	A
T0	2,34	7	0,14	B

Error: 0.14

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Durante la investigación se comprobó que la adición de los ácidos grasos en la dieta de los animales mantiene el porcentaje del ICA dentro de los promedios aceptables aunque existan factores externos como disminuciones de temperatura, stress post-muestreo, etc.

En la Figura 12, se analizan los resultados del efecto que producen los ácidos grasos en la variable conversión alimenticia en la tilapia durante la evaluación donde existió diferencia significativa. El T₂ fue más eficiente VS a los demás tratamientos.

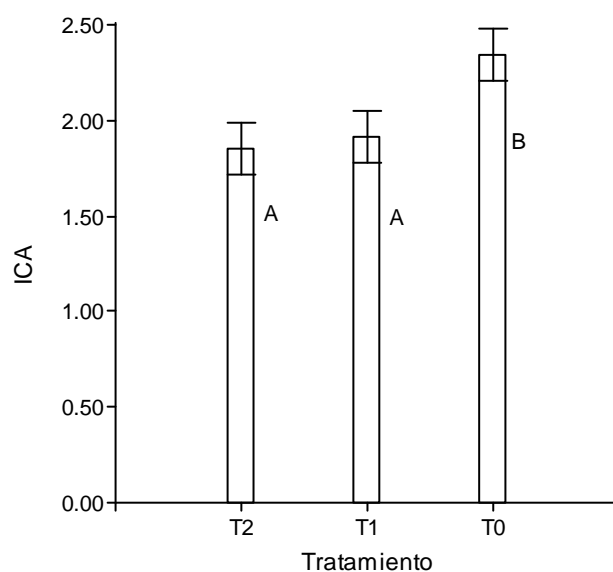


Figura 12. Media de Fisher al 5% de la variable Conversión Alimenticia, Santo Domingo, 2012.

4.1.1.6. Incidencia de Enfermedades

Durante el desarrollo de la investigación no se presentó ningún cuadro de enfermedades debido al oportuno empleo de antibióticos preventivos que se adicionaba cada vez que se realizaba los diferentes muestreos.

4.1.1.7. Variable mortalidad

Según la figura 13, los datos obtenidos en la fase de campo se registraron un total de 34 animales muertos de 420 en estudio. En el tratamiento T₀ se registró 14 animales muertos, correspondiente al 3,3 % de mortalidad de dicho tratamiento, T₁ 10 animales correspondiente al 2,4 % y el T₂ 10 animales correspondiente al 2,4%.

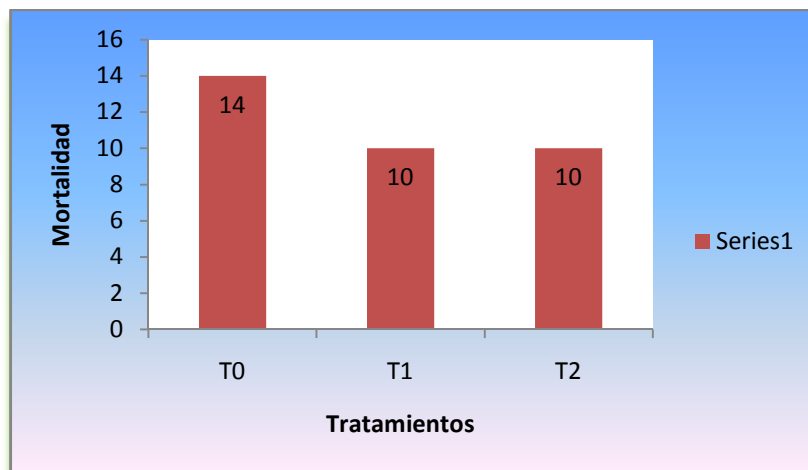


Figura 13. Índice de mortalidad en los tres tratamientos evaluados, Santo Domingo, 2012.

4.2 Análisis económico

Utilizando la metodología de Perrín *et al.* (1976), del presupuesto parcial, se calculó el beneficio bruto, que corresponde al rendimiento en kg de peces obtenidos por tratamiento. Para ello el peso total se multiplicó por el valor del kg de carne en el mercado interno, adicional a ello se obtuvo los costos variables donde se tomó en cuenta el precio del kg de balanceado, el precio generado por el producto comercial Omega 3 y la combinación Omega 3-6, el costo del alevín, mano de obra, insumos, costo de bombeo de agua y por último el beneficio neto, el cual es la diferencia entre el beneficio bruto y los costos que varían.

4.2.1 Beneficio Bruto

Según el cuadro 20, se obtiene un beneficio bruto con los siguientes valores: 101,56 dólares en el tratamiento T0, 138,16 dólares en el tratamiento T1 y 142,36 dólares en el tratamiento T2 respectivamente.

Cuadro 20. Beneficio bruto obtenido en los tres tratamientos evaluados, Santo Domingo, 2012.

Tratamientos	Tilapia g	kilos	Precio/kg	Total
T0	30 775	31	3,3	101,56
T1	41 867	42	3,3	138,16
T2	43 140	43	3,3	142,36

4.2.2 Costos variables

De acuerdo a los datos obtenidos (cuadro 21), los costos variables obtenidos son: 1,49 dólares en el tratamiento T0, 1,95 dólares en el tratamiento T1 y 1,46 dólares en el tratamiento T2 respectivamente. Se puede indicar que el T2 disminuyo 0,03 dólares en relación al T0 y al tratamiento T1 0,48 dólares.

Por tal motivo el T2 posee una significancia económica en comparación al T0 y T1 logrando así abaratar los costos de producción en el área acuícola.

Cuadro 21. Costos variables obtenidos en los tres tratamientos evaluados, Santo Domingo, 2012.

Trat	Valor		Mano				Costo		Total
	Balance	Costo	Producto	Alevines	Obra	Agua	Insumos	B+P+A	
T0	48,5	35,15	0	10,5	0,05	0,05	0,05	45,8	1,49
T1	56,3	40,80	30	10,5	0,05	0,05	0,05	81,5	1,95
T2	58,0	42,06	10,35	10,5	0,05	0,05	0,05	63,1	1,46

4.2.3 Beneficio Neto

De acuerdo al cuadro 22, se deduce que al realizar la diferencia entre el beneficio bruto y los costos variables se obtiene el beneficio neto con valores en los tratamientos T0 de 1.81 dólares, el T1 con 1.36 dólares y T2 1.84 dólares de utilidad neta por kg producido. Se demuestra que es factible el proyecto por cuanto el T0 tiene

una rentabilidad del 122%, el T1 el 69% y el T2 126% en relación a la tasa referencial pasiva del Banco Central del Ecuador que es del 11% anual.

Cuadro 22. Obtención de los beneficios netos de los tratamientos propuestos, Santo Domingo, 2012.

Tratamientos	Beneficio		Beneficio Neto
	Bruto	Costos V.	
T0	3.3	1.49	1.81
T1	3.3	1.95	1.35
T2	3.3	1.46	1.84

Desde el punto de vista económico la aplicación del aditivo omega 3 y la combinación omega 3-6, demostraron que la inclusión de estos ácidos grasos es rentable en el experimento, debido a que se dio un valor agregado a la calidad de la carne de tilapia porque aumentó el porcentaje de grasas poliinsaturadas en casi un 25% y 50% respectivamente en relación al tratamiento testigo (Anexo 1); lo cual es beneficioso para el consumo humano, ya que está demostrado que la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados, mejoran el sistema nervioso, cardiovascular y reproductivo de las personas (Mataix *et al*, 2004).

La productora de balanceados GISIS S.A (2009), afirma que en densidades de treinta a cuarenta mil tilapias/hectáreas, la producción oscila de 12 a 16 toneladas por hectárea, mientras que la investigación realizada se obtuvo una densidad de 46667 mil tilapias/hectáreas, arrojando datos de 11,67 toneladas por hectárea en el T0, 12,60 toneladas por hectárea en el T1 y 13,07 toneladas por hectárea en el T2 valores que se encuentran dentro del rango de producción.

V. CONCLUSIONES

- La adición de ácidos Omega 3 y combinación Omega 3-Omega 6 no influyó significativamente sobre los parámetros productivos de tilapia en fase de crecimiento y finalización.
- La adición de ácidos grasos Omega 3 y combinación omega 3-Omega 6, no afectó negativamente en las propiedades organolépticas del pescado.
- Las pruebas de laboratorio demostraron que la inclusión de ácidos grasos Omega 3 y combinación Omega3-Omega 6 influyó positivamente en el nivel de ácidos grasos poliinsaturados dentro del animal con un incremento del 25% y 50% respectivamente frente al tratamiento testigo o comercial.
- Los costos parciales demostraron que la inclusión de ácidos grasos Omega 3 y combinación Omega3-Omega6 aumenta el costo de producción de la tilapia, pero es aceptable porque aumentó el porcentaje de grasas poliinsaturadas o grasas buenas para el consumo humano.
- El uso de los aditivos mantiene en condiciones estables el desarrollo de los animales, aun cuando se vean afectadas por condiciones ambientales adversas, tales como disminución en la temperatura del agua.

VI. RECOMENDACIONES

- Se aconseja que para futuras investigaciones se aumenten las dosis de los aditivos a ser incluidos en las raciones alimenticias para conocer su efecto en la composición lipídica del animal.
- Se recomienda que para validar los resultados obtenidos, se realice una nueva investigación con los mismos tratamientos y ubicación geográfica.
- Se recomienda que se haga investigaciones con los aditivos en animales en época reproductiva, ya que se observó que los alevines que eclosionaron en los estanques con tratamiento Omega 3 y combinación Omega 3-Omega6, tuvieron un desarrollo igual además de un brillo en su piel más intenso, factor que no presentaron los alevines del tratamiento testigo.
- Después de cada muestreo se debe colocar desinfectantes totales (bactericidas, fungicidas, etc.) como el Amonio Cuaternario, Tópico Azul sal en grano, dejando cerradas las llaves de paso hasta que se distribuya uniformemente en los estaques el producto.
- En base a la información y visto en el campo se recomienda realizar una nueva investigación sobre el uso de ácidos grasos esenciales en beneficio del buen estado del hígado de los peces tratados.

VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, parroquia San Gabriel del Baba, durante un periodo de 140 días. El objetivo de la investigación fue evaluar la inclusión de ácidos grasos omega3 y la combinación omega 3-6 en la dieta de tilapia roja (*Oreochromis sp*) sobre el desempeño productivo, mortalidad y la relación de Ácidos Grasos esenciales en fases de crecimiento y finalización. En total se utilizaron 420 alevines de 24 gramos promedio, los cuales se dividieron en tres tratamientos de 140 animales cada uno, se emplearon 15 estanques de 6 m² de área cada uno con capacidad para 6000 litros de agua por estanque. Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA), que corresponde a tres tratamientos con cinco repeticiones cada uno y cada repetición consistió en 28 peces. Los tratamientos fueron: Grupo testigo T0 con dieta base sin aditivos, T1 con dieta base + inclusión de aditivo omega 3 y T2 con dieta base mas inclusión omega 3-6. Las variables a evaluar fueron: peso (g), ganancia de peso (g), altura (mm), longitud (mm), mortalidad y presencia de enfermedades. La adición de ácidos Omega 3 y la combinación omega 3-6 no influyó significativamente sobre todos los parámetros productivos de la tilapia en fase de crecimiento y finalización con respecto al tratamiento testigo. Cabe destacar que el análisis lipídico realizado a los tres tratamientos en estudio arrojaron datos que demuestran la inclusión de los aditivos antes mencionados mejoran la calidad de la grasa existente, dando como resultado que los animales tratados aumentaron casi el doble de contenido de ácidos grasos poli insaturados Omega 3 y Omega6

VIII. SUMARY

This research was conducted in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas, San Gabriel del Baba parish for a period of 140 days. The research objective was to evaluate the inclusion of omega3 fatty acids and omega 3-6 combination in the diet of red tilapia (*Oreochromis sp*) on productive performance, mortality and the ratio of essential fatty acids in growing and finishing phases. A total of 420 fingerlings were used 24 grams average, were divided into three treatments of 140 animals each, were used 15 tanks of 6m² area each with a capacity for 6000 liters of pond water. We used a completely randomized design (CRD), which corresponds to 3 treatments with 5 repetitions each and each iteration consisted of 28 fish. The treatments were: control T0 basal diet without additives, T1 + basal diet including omega 3 and T2 additive basal diet including omega + 3-6. As for the variables evaluated were: weight (g), weight gain (g), height (mm), length (mm), mortality and presence of disease. The addition of Omega 3 and omega 3-6 combination did not influence significantly on all parameters of tilapia production in growing and finishing phase compared to control treatment. Notably, the lipid analysis performed three treatments under study yielded data that shows the inclusion of the aforementioned additives improves the quality of existing fat, resulting in treated animals increased about twice the content of polyunsaturated fatty acids Omega 3 and Omega 6.

IX. BIBLIOGRAFIA

ACOSTA EVA, 2011. El consumo de omega 3 aumenta en Ecuador. Consultado el 5 de abril del 2012 en: <http://www.metroecuador.com.ec/8432-el-consumo-de-omega-3-aumenta-en-ecuador.html>

ALAMILLA, H. 2002. Cultivo de tilapia. Disponible en: <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/tilapia/tilapia.htm#1>. México.

APROMAR, 2011. La Acuicultura Marina de Peces en España. Disponible en: www.apromar.es/Informes/informe%202011/Informe-APROMAR-2011.pdf

BARDACH, J., RYTHER, J. Y MCLARNEY, W. 1990. Acuicultura, crianza y cultivo de organismos marinos de agua dulce. AGT Editor S.A. México DF – México. pp 741.

BOTANICAL-ONLINE, 2010. El mundo de las plantas, Omega 6 y Omega 3, Consultado el 29 de Marzo del 2010 en: <http://www.botanical-online.com/medicinalesomega6.htm>

CAMPOY J, 2006. Alimentación, Revista de Salud, Madrid, Consultado el 2 de Abril del 2010 en: http://www.dsalud.com/alimentacion_numero97.htm

CASTILLO L, 2001. Tilapia Roja 2001, Una evolución de 20 años, de la incertidumbre al éxito doce años después, Cali-Colombia, Consultado el 29 de Marzo del 2010 en:

http://www.ag.arizona.edu/azaqua/ista/Colombia/TILAPIA_ROJA.doc

CASTILLO L, 2011. Tilapia Roja 2011, Una evolución de 29 años, de la incertidumbre al éxito doce años después, Cali-Colombia, Consultado el 29 de Marzo del 2012 en:

<http://www.ag.arizona.edu/azaqua/ista/reports/TILAPIAROJA2010.doc>

EL UNIVERSO, 2012. Bajan envíos de tilapia congelada. Consultado el 10 de Mayo en:

<http://unvrso.ec/000315Q>

FAO, 2002. Desarrollo y ordenación de la acuicultura: situación actual, problemas y perspectivas. Consultado el 1 de abril del 2010 en:

<http://www.fao.org/docrep/MEETING/004/Y3277S.HTM>

FAO, 2007. Informe del Mercado de Tilapia 2007. Disponible en:
<http://aguaverde.acuicultura.googlepages.com/InformedelmercadoTilapiaJUN2007.pdf>.

FAO, 2011. La acuicultura cubre más de la mitad del consumo mundial. Disponible en:

<http://www.fao.org/news/story/es/item/94232/icode/>

GISIS, S.A. 2010. Tilapia. Programa de *alimentos* para *tilapias* y recomendaciones del uso. *Alimento*. Tamaño del. *Alimento*. Rango de peso de ...

<http://www.gisis.com.ec/.../PROGRAMA%20ALIMENTOS%20TILAPIAS....>

GUILLAUME J., KAUSHIK S., BERGOT P., METAILLER R., 2004. Nutrición y alimentación de peces, Ediciones Mundi-Prensa, España, 147-168 pp.

HOLGUÍN, C. 2002. Revista Criterios. Revista mensual de la Cámara de Comercio de Quito. Edición # 46. pp 15 – 20.

IPAC, 2009. La acuicultura en el mundo, Publicado en IPac. N°.42, Consultado el 30 de Marzo del 2010 en:

<http://www.ipacuicultura.com/ipac/noticia.php?idNoticia=2991>

KING M, 2009. Ácidos grasos, IU School of Medicine, Consultado el 5 de Abril del 2010 en:

<http://themedicalbiochemistrypage.org/spanish/lipids-sp.html#top>

LÓPEZ, F. 2002. Seminario “Cultivo Industrial de Tilapia”. Primera edición. Quito-Ecuador. pp 72.

LOZANO D., LOPEZ F., 2001. Manual de Piscicultura de la región amazónica ecuatoriana-Edición, Imprenta Mosaico, Quito- Ecuador. 1- 120 p.

MATAIX J., GIL A., 2004. Libro Blanco de los Omega 3 y Omega 6, Editorial Medica Panamericana, Madrid-España. 127-134 p.

MORRIS P, 2007. Los efectos de la sustitución del aceite de pescado en la salud de pescado de crianza, Revista SKRETTING INFORMA, Consultado el 2 de abril del 2010 en:

[www.skretting.com/Internet/SkrettingSpain/webInternet.nsf/wprid/85AD4A8A80404486C125746E0045F310/\\$file/EspPri071012.pdf](http://www.skretting.com/Internet/SkrettingSpain/webInternet.nsf/wprid/85AD4A8A80404486C125746E0045F310/$file/EspPri071012.pdf)

MUNDOTILAPIA, 2010. Cronología histórica de la tilapia, Consultado el 1 de Abril del 2010 en:

<http://www.mundotilapia.es.tl/Historia--.htm>

MURRAY R. *et al*, 1994. Bioquímica de Harper, Tercera Edición, Edit. Manual Moderno, México D.F., México 269-277, 719-720 p.

PARDO N, Manual de Nutrición Animal, Primera Edición, Grupo Editores, 2007, México D.F., 955-956 p.

PERRÍN *et.al.*1976. Formulación de recomendación de datos agronómicos. Un Manual Metodológico de Educación Económica. Tercera Edición. México DF. Cymmit. 54 p.

PILLAY, T. 2002. Acuicultura. Editorial Limusa. México DF – México. pp 699.

POOT DELGADO CARLOS, NOVELO-SALAZAR RAFAEL A., 2009. Cultivo integral de la Tilapia Consultado el 1 de abril del 2010 en:

<http://www.scribd.com/doc/20458321/ABC-en-El-Cultivo-Integral-de-La-Tilapia>

RAINUZZO J, 2006. Pesca Responsable. Revista Internacional de la Sociedad Nacional de Pesquería. Nr.38. Consultado el 1 de Abril del 2010 en:

http://www.oceanografossinfronteras.org/index.php?option=com_content&task=category§ionid=39&id=370&Itemid=593

REDMAYNE, P. 2001, Auge en el abastecimiento de filetes frescos de tilapia, Revista Panorama Acuícola.

ROSERO VALLES DIEGO VINICIO, VIVANCO RICHARD, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Central del Ecuador, Evaluación de la inclusión de ácidos grasos omega 3 en la dieta de cuyes en el desempeño productivo, calidad de la canal y la relación de ácidos grasos saturados e insaturados en fase de crecimiento y finalización, Quito 2010.

UNIVERSIA, 2009. Acuicultura, el cultivo del mar. Consultado 1 de Abril del 2010 en:http://www.universia.es/portada/actualidad/noticia_actualidad.jsp?noticia=88

306

X. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los tratamientos

Resumen muestreos Tratamiento Testigo (TO)

Muestreo	PESO	ALTURA	LONG	GP
M1	117.30	51.04	166.86	38.07
M2	141.33	52.93	176.18	24.03
M3	165.74	56.18	184.89	24.41
M4	177.39	56.50	185.21	11.64
M5	191.71	66.11	198.39	14.32
M6	210.93	61.21	203.18	19.23
M7	241.35	64.07	209.79	49.64

Resumen muestreos Tratamiento Omega 3 (T1)

Muestreo	PESO	ALTURA	LONG	GP
M1	125.74	55.91	179.64	43.97
M2	155.84	58.04	192.18	30.10
M3	181.05	60.29	198.46	25.21
M4	211.37	64.46	208.66	30.32
M5	250.90	72.46	222.21	39.53
M6	279.99	70.00	228.89	29.09
M7	322.05	72.43	236.25	71.15

Resumen muestreos Tratamiento combinación Omega 3-6 (T2)

Muestreo	PESO	ALTURA	LONG	GP
M1	116.69	52.92	174.54	32.16
M2	147.83	55.64	183.91	31.15
M3	176.07	57.18	190.68	28.98
M4	218.84	64.18	206.64	42.76
M5	251.82	72.82	219.96	32.98
M6	285.33	70.75	230.75	33.51
M7	328.91	73.00	238.82	77.09

Continuación Anexo 1. Resultados de los tratamientos

Resumen de los Pesos de los tratamientos

Muestreo	T0	T1	T2
M1	117.30	125.74	116.69
M2	141.33	155.84	147.83
M3	165.74	181.05	176.07
M4	177.39	211.37	218.84
M5	191.71	250.90	251.82
M6	210.93	279.99	285.33
M7	241.35	322.05	328.91

Resumen de las Alturas de los tratamientos

Muestreo	T0	T1	T2
M1	51.04	55.91	52.92
M2	52.93	58.04	55.64
M3	56.18	60.29	57.18
M4	56.50	64.46	64.18
M5	58.47	71.45	71.68
M6	62.45	72.44	72.91
M7	64.07	72.43	73.00

Resumen de las Longitud de los tratamientos

Muestreo	T0	T1	T2
M1	166.86	179.64	174.54
M2	176.18	192.18	183.91
M3	184.89	198.46	190.68
M4	185.21	208.66	206.64
M5	198.39	222.21	219.96
M6	203.18	228.89	230.75
M7	209.79	236.25	238.82

Resumen de las Ganancia de peso de los tratamientos

Muestreo	T0	T1	T2
M1	38.07	43.97	32.16
M2	24.03	30.10	31.15
M3	24.41	25.21	28.98
M4	11.64	30.32	42.76
M5	14.32	39.53	32.98
M6	19.23	29.09	33.51
M7	49.64	71.15	77.09

Anexo 2. Resultados de los análisis bromatológicos de los tratamientos (T0)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-AL-18840
ORDEN DE TRABAJO No 35697

SOLICITADO POR:	BORBOR WILSON
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	Av. Quito y Cocanibas - Santo Domingo
MUESTRA:	Tilapia
DESCRIPCIÓN:	Tilapia T0
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	21/03/2012
HORA DE RECEPCIÓN:	11:42
FECHA DE ANÁLISIS:	03-04-2012
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	04-04-2012
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	Sólido
Contenido encontrado: 500 g	Contenido declarado: 500 g
OBSERVACIONES:	
Los resultados que pconstan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Perfil Lipídico			
Acido Butírico	%	10.4	Cromatografía de Gases
Acido Mirístico	%	3.2	Cromatografía de Gases
Acido Palmítico	%	25.1	Cromatografía de Gases
Acido Palmíticooleico	%	3.7	Cromatografía de Gases
Acido Oléico	%	8.9	Cromatografía de Gases
Acido Linoléico	%	34.1	Cromatografía de Gases
Acido γ- Linolenico	%	13.3	Cromatografía de Gases
Acido Linoléico	%	0.0	Cromatografía de Gases
Acido erucico	%	0.0	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Saturados	%	38.7	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Insaturados	%	61.3	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Monoinsaturados	%	13.9	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Poliinsaturados	%	34.1	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos TRANS	%	0.0	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos omega 3 y 6	%	13.3	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos	%	100.0	Cromatografía de Gases



BIOQ. Ana María Hidalgo
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 33, 31
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



Continuación Anexo 2. Resultados de los análisis bromatológicos de los tratamientos (T1)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-AL-18841
ORDEN DE TRABAJO No 35697

SOLICITADO POR:	BORBOR WILSON
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	Av. Quito y Cocanibas - Santo Domingo
MUESTRA:	Tilapia
DESCRIPCIÓN:	Tilapia T1
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	21/03/2012
HORA DE RECEPCIÓN:	11:42
FECHA DE ANÁLISIS:	03-04-2012
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	04-04-2012
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	Sólido
Contenido encontrado: 500 g	Contenido declarado: 500 g
OBSERVACIONES:	
Los resultados que pconstan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Perfil Lipídico			
Acido Butírico	%	4.6	Cromatografía de Gases
Acido Mirístico	%	2.9	Cromatografía de Gases
Acido Palmítico	%	26.2	Cromatografía de Gases
Acido Palmitoleico	%	4.1	Cromatografía de Gases
Acido Oléico	%	9.3	Cromatografía de Gases
Acido Linoléico	%	36.0	Cromatografía de Gases
Acido γ- Linolenico	%	13.8	Cromatografía de Gases
Acido Linoléico	%	0.9	Cromatografía de Gases
Acido erucico	%	2.2	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Saturados	%	33.7	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Insaturados	%	66.3	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Monoinsaturados	%	13.4	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Poliinsaturados	%	36.0	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos TRANS	%	0.0	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos omega 3 y 6	%	16.9	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos	%	100.0	Cromatografía de Gases



Bioq. Ana María Hidalgo
JEFE AREA DE ALIMENTOS



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 33, 31
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



Continuación Anexo 2. Resultados de los análisis bromatológicos de los tratamientos (T2)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-AL-18842
ORDEN DE TRABAJO No 35697

SOLICITADO POR:	BORBOR WILSON
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	Av. Quito y Cocanibas - Santo Domingo
MUESTRA:	Tilapia
DESCRIPCIÓN:	Tilapia T2
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	-----
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
FECHA DE RECEPCIÓN:	21/03/2012
HORA DE RECEPCIÓN:	11:42
FECHA DE ANÁLISIS:	03-04-2012
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	04-04-2012
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	Sólido
Contenido encontrado: 500 g	Contenido declarado: 500 g
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
Perfil Lipídico			
Acido Butírico	%	2.7	Cromatografía de Gases
Acido Laurico	%	0.4	Cromatografía de Gases
Acido Mirístico	%	2.6	Cromatografía de Gases
Acido Palmítico	%	27.3	Cromatografía de Gases
Acido Palmítoleico	%	4.2	Cromatografía de Gases
Acido Oléico	%	7.3	Cromatografía de Gases
Acido Linoléico	%	35.2	Cromatografía de Gases
Acido γ- Linolenico	%	16.6	Cromatografía de Gases
Acido Linolénico	%	1.1	Cromatografía de Gases
Acido erucico	%	1.6	Cromatografía de Gases
Acido cis-8,11,14 eicosatrienoico	%	0.9	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Saturados	%	33.1	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Insaturados	%	66.9	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Monoinsaturados	%	11.5	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos Poliinsaturados	%	35.2	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos TRANS	%	0.0	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos omega 3 y 6	%	20.2	Cromatografía de Gases
Total ácidos grasos	%	100.0	Cromatografía de Gases



Bloq. Ana María Hidalgo
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 33, 31
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



Anexo 3. Fase de campo



Clasificación alevines



Malla contra depredadores



Instalación de agua



Alimentación de los peces



Producto Omega 3-6



Producto Omega 3



Balanza electrónica



Balanceado (T0)



Balanceado + Omega 3



Balanceado + Omega 3-6



Mezclas de alimento



Aceite de clavo



Trasmallo



Baldes para pesaje de tilapia



Pesaje



Medición de altura y longitud



Muestreo



Toma de datos

