

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**COMPARACIÓN FÍSICA Y NUTRICIONAL DE CUATRO
ALIMENTOS BALANCEADOS EXTRUSADOS
COMERCIALES UTILIZADOS EN LA FASE DE ENGORDE
DE TILAPIA (*Oreochromis nilótica*) EN GUATEMALA**

ROLANDO ESTUARDO SANDOVAL PORTILLO

Licenciado en Zootecnia

GUATEMALA, AGOSTO DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**COMPARACIÓN FÍSICA Y NUTRICIONAL DE CUATRO
ALIMENTOS BALANCEADOS EXTRUSADOS COMERCIALES
UTILIZADOS EN LA FASE DE ENGORDE DE TILAPIA (*Oreochromis
nilótica*) EN GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

ROLANDO ESTUARDO SANDOVAL PORTILLO

Al Conferírsele el título profesional de

Zootecnista

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, AGOSTO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya Romillo
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Javier Augusto Castro Vázquez
VOCAL V:	Br. Andrea Analy López García

ASESORES

LIC. ZOOT. ROBERTO RUANO VIANA

M.A. CARLOS ENRIQUE CORZANTES CRUZ

LIC. ZOOT. EDGAR GIOVANNI AVENDAÑO H.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

COMPARACIÓN FÍSICA Y NUTRICIONAL DE CUATRO ALIMENTOS BALANCEADOS EXTRUSADOS COMERCIALES UTILIZADOS EN LA FASE DE ENGORDE DE TILAPIA (*Oreochromis nilótica*) EN GUATEMALA

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título profesional de:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por su bendición, amor, apoyo, guía y enseñanza recibida en mi vida y especialmente para elaborar este trabajo final.
- A LA VIRGEN MARIA:** Por su amor e intersección ante Dios en mi vida.
- A MI MADRE:** Por su amor y apoyo en todos los momentos de mi vida y especial en mis estudios.
- A MI ESPOSA E HIJOS:** Por su amor, apoyo, comprensión y por ser la fuerza de mi vida en el día a día.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Por ser la fortaleza de mi vida y otorgarme su gracia para ver terminados mis estudios.
- A MADRE:** Por luchar cada día de su vida por mí y mis objetivos por su apoyo incondicional en mis estudios, por ser un padre y madre ejemplar y amorosa.
- A MI ESPOSA:** Por su apoyo en todo los momentos y por haber luchado a mí lado por este objetivo de mi vida.
- A MIS HIJOS:** Por ser la inspiración de mi vida y superación.
- A MI ABUELITO:** Por su ejemplo de vida, su amor, enseñanza y comprensión y Miguelito (+); apoyo en las decisiones de mi vida
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:** Por brindarme la oportunidad de estudiar y superarme.
- A FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA** Por haberme brindado los conocimientos para mí formación.
- AL CLAUSTRO DE LA ESCUELA DE ZOOTECNIA:** Por la paciencia, dedicación y constancia para enseñarme.
- A MIS AMIGOS:** Por su amistad y apoyo para concluir mis estudios y por todos los momentos compartidos en nuestros estudios.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. HIPÓTESIS.....	5
III. OBJETIVOS.....	6
3.1 Objetivo General.....	6
3.2 Objetivos Específicos.....	6
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
4.1 Características generales de la tilapia.....	7
4.2 Aspectos biológicos de la tilapia.....	8
4.3 Hábitos alimenticios.....	8
4.3.1 Parámetros físicoquímicos del agua (hábitat).....	9
4.3.1.1 Temperatura.....	9
4.3.1.2 Oxígeno.....	9
4.3.1.3 pH.....	10
4.3.1.4 Amonio.....	10
4.3.1.5 Dureza.....	10
4.3.1.6 Alcalinidad.....	11
4.4 Alimentación.....	12
4.4.1 El alimento balanceado.....	12
4.4.2 Contenido nutricional.....	12
4.4.2.1 Requerimiento de proteína.....	12
4.4.2.2 Requerimientos energéticos.....	13
4.4.2.3 Tipos de alimento balanceado en acuicultura... según su contenido de humedad.....	14
4.4.2.4 Piensos secos.....	15
4.4.3 Parámetros físicos.....	16
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
5.1 Materiales y equipo.....	18
5.1.1 Prueba de dureza.....	18
5.1.2 Prueba de flotabilidad.....	18

5.1.3	Prueba de cohesividad en términos de porcentaje de finos producidos.....	18
5.1.4	Prueba de aceite o grasa, materia seca, proteína cruda y fibra.....	18
5.2	Metodología.....	19
5.2.1	Localización y descripción del área.....	19
5.2.2	Ubicación.....	19
5.3	Pruebas físicas.....	20
5.3.1	Toma de las muestras.....	20
5.3.1.1	Cohesividad en términos de porcentaje de finos producidos.....	20
5.3.2	Dureza.....	20
5.3.3	Flotabilidad.....	21
5.4	Contenido nutricional.....	22
5.4.1	Grasa, materia seca, proteína cruda y fibra cruda.....	22
5.4.1.1	Materia seca.....	22
5.4.1.2	Proteína cruda.....	22
5.4.1.3	Extracto etéreo (contenido de grasa).....	23
5.4.2	Fibra cruda.....	23
5.4.3	Análisis estadístico.....	23
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
6.1	Cohesividad en términos de porcentaje de finos producidos.....	25
6.2	Dureza.....	25
6.3	Flotabilidad.....	26
6.4	Materia seca.....	26
6.5	Proteína cruda.....	27
6.6	Extracto etéreo (contenido de grasa).....	27
6.7	Fibra cruda.....	28
VII.	CONCLUSIONES.....	29
VIII.	RECOMENDACIONES.....	30

IX. RESUMEN.....	31
SUMMARY.....	32
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
XI. ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1	
Especies de tilapia que se cultivan con éxito.....	8
Cuadro No. 2	
Requerimientos de proteína según peso alcanzado por la tilapia.....	13
Cuadro No. 3	
Tamaño del pelet recomendados de acuerdo al peso de la tilapia.....	17
Cuadro No. 4	
Comparación del % de cohesividad en cuatro alimentos.....	25
Cuadro No. 5	
Prueba de dureza con el durómetro.....	25
Cuadro No. 6	
Comparación de flotabilidad en cuatro alimentos.....	26
Cuadro No. 7	
Comparación de % de agua y materia seca de los cuatro alimentos.....	26
Cuadro No. 8	
Comparación del % de proteína cruda en los cuatro alimentos.....	27
Cuadro No. 9	
Determinación del contenido de grasa en los cuatro alimentos.....	27
Cuadro No. 10	
Determinación del contenido de fibra cruda en los cuatro alimentos.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1	
Digestor para la prueba de proteína.....	40
Figura No. 2	
Durómetro.....	40
Figura No. 3	
Lector de % de proteína.....	41
Figura No. 4	
Medidor durómetro en Newton.....	41
Figura No. 5	
Muestras utilizadas en prueba de flotabilidad.....	42
Figura No.6	
Prueba de cohesividad.....	42
Figura No. 7	
Prueba de dureza.....	43
Figura No. 8	
Prueba de extracto etéreo.....	43

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de tilapia comenzó en África en la década de 1920 y actualmente, se ha expandido por todo el mundo. La producción mundial de tilapia en cultivo, se ha triplicado en la última década (2).

La tilapia es el cuarto producto hidrobiológicos más importante y el de mayor recurso en proteína animal que consumen millones de personas en todo el mundo. Su riqueza está en la fuente de ácidos grasos esenciales (especialmente poli-insaturados OMEGA 3), vitaminas y minerales, disponibles para los humanos proveyendo el 25% de la proteína animal en países desarrollados y más del 75% en los países en vías de desarrollo (4).

La demanda de tilapia en los mercados nacionales e internacionales, ha llevado a una mayor intensificación de los sistemas de producción y el uso de dietas específicamente balanceadas; considerándose como el rubro más importante de este tipo de actividad, representando más del 70% de los costos de producción; debido a esto, se hace necesario poner la máxima atención a los componentes nutricionales y parámetros físicos; a esto se le llaman Control de Calidad del alimento, las diferentes especies animales requieren propiedades físicas diferentes en sus respectivos alimentos lo que implica el uso de tecnologías de procesamiento y diferentes estándares de calidad, en la formulación y manejo del alimento (2).

Los beneficios físicos y nutricionales que el alimento peletizado proporciona en animales terrestres han sido enlistados por diversos investigadores (Behnke 1994; Thomas et al., 1996; Mateos y Grobas, 1993 entre otros); Como: aumenta la facilidad de manejo, mayor fluidez y reduce la segregación, reduce el desperdicio, incrementa la densidad de masa. Ventajas Nutricionales: como regla general mejora la utilización de los nutrientes; disminuye la segregación de ingredientes,

influye positivamente sobre consumos, pérdidas y gastos energéticos, menos tiempo y energía gastada en la aprehensión o captura del alimento, modificación térmica de almidón y proteína, mejora de palatabilidad (13).

Para obtener el aprovechamiento óptimo del alimento se tiene que tener buen manejo de la explotación, los resultados de este aspecto se verá reflejada en los parámetros físico-químicos del agua, los cuales están altamente relacionados con una buena conversión del alimento en la tilapia (2).

Proceso de extrusión en los alimentos para la acuicultura

Se define la extrusión proceso de ejercer presión para comprimir, empujar y expulsar el alimento a través de orificios, específicamente diseñados como el molde del material, obligándolo a pasar por una abertura específicamente diseñada. De acuerdo con esta definición, la extrusión puede incluir o no un proceso simultáneo de cocinado. En general, durante el cocinado en la extrusión de los granos de cereales y mezclas de proteínas, los materiales humedecidos granulosos o parecidos a la harina se convierten en una masa. Los componentes almidonados se gelatinizan durante el proceso de cocinado, dando como resultado una absorción de humedad y un aumento en la viscosidad de la masa. Los componentes de las proteínas pueden tener un impacto en la elasticidad y en las propiedades de retención de gas, características de las masas glutinosas hidratadas y desarrolladas.

En el proceso de cocinado de la extrusión se pueden alcanzar temperaturas de hasta 200° C, pero es muy corto el tiempo de residencia del alimento a temperaturas tan elevadas (5 a 10 segundos). Este proceso de alta temperatura, corto tiempo (ATCT) maximiza los beneficios de calentar los ingredientes alimentarios (mejor digestibilidad, inactivación de los factores antinutritivos y pasteurización) a la vez que se minimiza la degradación de los nutrientes. Las

tasas de conversión del alimento de las raciones extruidas son generalmente mejores, porque el proceso de cocinado aumenta la digestibilidad de la materia prima (en especial la fracción de almidón) y la resistencia del alimento resultante a su descomposición en el agua (14).

En el procesamiento de los alimentos de flotación, las configuraciones del barril y tornillo del extrusor permiten la adición de vapor y agua a una cantidad de hasta el 8% de la cantidad de alimento seco. Esta adición de humedad y configuración adecuada del barril del extrusor dan como resultado un producto extruido con las siguientes características justo antes del dado: presión final de 34 a 37 atmósferas (500 a 545 psi), temperatura de 125-138° C (257-280°F) y contenido de humedad de 25-27%. Los alimentos acuáticos de flotación altamente expandidos requieren de 200-250 milímetros cuadrados (0.3 –0.4 pulgadas cuadradas) de área abierta del dado por tonelada métrica de producción. La expansión del producto extruido después de que pasa por el dado da como resultado un producto con una densidad a granel de 320 – 400 gramos por litro (20 – 25 lb/pie cúbico) t 21-24% de humedad (1) (14).

El éxito de la actividad piscícola depende del buen manejo en el cultivo, principalmente manejo del alimento, técnicas de alimentación, calidad y cantidad suministrado (8).

Otra característica a tomar en cuenta con respecto a los valores nutricionales y sus requerimientos es el comportamiento omnívoro de la tilapia en cada una de las fases fisiológicas por ejemplo en la fase juvenil se alimentan de fitoplancton y zooplancton (8).

Tomando en cuenta los hábitos y requerimientos en sus diferentes fases, se puede decir que existen varios sistemas para la producción de la Tilapia, que van desde una forma extensiva de subsistencia donde la única fuente de alimentación

la constituye el plantón natural de las aguas, a un sistema más productivo, el semi-intensivo, en el cual se introduce alimentos elaborados y a su vez se aprovecha del alimento natural de las aguas; hasta llegar a explotaciones intensivas o super-intensivas con fines altamente comerciales, en donde se trabaja con altas densidades de tilapias dependiendo del flujo y la concentración de oxígeno disuelto en el agua, así como las necesidades alimenticias cubiertas con alimento balanceado(9).

II. HIPÓTESIS

No existe diferencia en términos físicos y de igual manera aspectos nutricionales en siete parámetros de calidad, en cuatro marcas de alimento balanceado extrusado comercial utilizados en la fase de engorde de tilapia.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Generar información, sobre la calidad de los alimentos balanceados, extrusados comerciales, utilizados en la fase de engorde de tilapia.

3.2 Objetivos específicos

- Comparar la concentración nutricional en términos de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda de cuatro alimentos balanceados extrusados comerciales, para la fase de engorde de tilapia.
- Comparar la cohesividad, dureza y flotabilidad en cuatro alimentos balanceados extrusados comerciales, para la fase de engorde de tilapia.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Características generales de la tilapia

La importancia de investigar las características de la tilapia, surge a raíz de la escasez de alimentos después de la Segunda Guerra Mundial, provocando que se iniciara una serie de investigaciones sobre alternativas de alimentación para la humanidad llegando a establecer alrededor de 10 especies acuícolas, fue realizada por la FAO, y organismos internacionales como las Naciones Unidas las cuales vieron a la especie como una de las alternativas para reducir la escasez de alimento ya que es una fuente de proteína y por lo cual la tilapia fue llamada “pez milagro”. La situación ambiental de Guatemala y la sub-utilización de abundantes fuentes de agua. Favorece las posibilidades de inversión en esta especie y su rápido crecimiento, gran resistencia, alta calidad de la carne, sin espinas finas, de fácil cocción (9).

Dentro de las principales, características que ayudaron a seleccionar la especie son:

- Curva de crecimiento rápida.
- Hábitos alimenticios adaptados a dietas suplementarias que aumenten los rendimientos.
- Tolerancia a altas densidades de siembra, debido a los altos costos de adecuación de terrenos e insumos.
- Tolerancia a condiciones extremas: resistencia a concentraciones bajas de oxígeno, niveles altos de amonio, valores bajos de pH.

- Fácil manejo: resistencia al manipuleo en siembra, transferencias, cosechas, manejo de reproductores.
- Capacidad de alcanzar tamaños de venta antes de la madurez sexual: la cosecha se hace a los 8 meses y la madurez sexual, se alcanza 6 meses (8).

Aunque se conocen más de 100 especies de tilapia, sólo unas pocas son de importancia a nivel de producción, en condiciones controladas, entre las que se cultiva con éxito las que menciona el cuadro 1.

Cuadro No. 1 Especies de tilapia que se cultivan con éxito

• Tilapia mossambica	<i>Oreochromis mossambicus</i>
• Tilapia nilótica	<i>O. niloticus</i>
• Tilapia aurea	<i>O. aureus</i>
• Tilapia roja	selección de <i>mossambica albina</i>

Fuente: Manual de crianza de tilapia (8)

4.2 Aspectos biológicos de la tilapia

En este tema se presentan los aspectos biológicos de la tilapia, tales como, anatomía, reproducción, crecimiento, distribución, comportamiento, hábitat y hábitos alimenticios. Los que tienen una estrecha relación con el alimento balanceado son: hábitat (calidad del agua) y hábitos alimenticios pero esto no quiere decir que los otros no intervenga en el buen desarrollo del cultivo (6)

4.2.1 Hábitos alimenticios

La tilapia tiene varios cambios según su estadio en alevín se alimenta predominantemente de fitoplancton, zooplancton y pueden utilizar algas verde-

azuladas; los juveniles tienen un amplio rango en el consumo de alimentos por ello es factible dar alimentación suplementaria para mejorar su crecimiento y rendimiento. Otro hábito alimenticio es que toman su alimento en la parte superior del manto acuático (3).

4.3.1 Parámetros fisicoquímicos del agua (hábitat)

A continuación se presentan cada uno de los parámetros fisicoquímicos del agua y se destaca su influencia en el desarrollo del cultivo.

- Temperatura
- Oxígeno
- pH
- Alcalinidad y Dureza
- Amoniacó (6)

4.3.1.1 Temperatura

El rango óptimo de temperatura es de 28-32°C. Cuando la temperatura disminuye a los 15°C, los peces dejan de comer y cuando desciende a menos de 12°C los peces no sobreviven mucho tiempo (6).

4.3.1.2 Oxígeno

Dentro de los parámetros físico-químicos, el oxígeno es el más importante en el cultivo de especies acuáticas.

El grado de saturación del oxígeno disuelto es inversamente proporcional a la altitud y directamente proporcional a la temperatura y pH. En concentraciones de 0 – 0.3 ppm de oxígeno los peces pequeños sobreviven en cortos períodos. 0.3

– 2.0 ppm letal a exposiciones prolongadas. 3.0 – 4.0 ppm. Los peces sobreviven pero crecen lentamente, y de 4.5 ppm o más es lo deseable para el crecimiento del pez. Las consecuencias de las exposiciones prolongadas a valores bajos de oxígeno disuelto son: disminución en la tasa de crecimiento del animal, aumento en la conversión alimenticia, se produce inapetencia y letargia, causa enfermedad a nivel de branquias, produce inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades, disminuyendo la capacidad reproductiva (7).

4.3.1.3 pH

La tilapia crece mejor en aguas de pH neutro o levemente alcalino, así el rango conveniente del pH del agua para piscicultura oscila entre 7 y 8 (12,7).

4.3.1.4 Amonio

Es un producto de la excreción de la orina de los peces y descomposición de la materia orgánica y es un elemento tóxico para los peces, la toxicidad se da cuando se forma amonio y aumenta cuando la concentración de oxígeno disuelto es bajo y el pH esta en valores altos y la temperatura es alta. Cuando los valores de pH son bajos no causa mortalidad (8,6).

Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 ppm a 0.1 ppm o en su efecto 0.08 mg / l ya que los niveles de tolerancia para la tilapia se encuentra en el rango de 0.6 a 2.0 ppm.

4.3.1.5 Dureza

Es la medida de la concentración de los iones de Ca y Mg expresados en ppm de su equivalente a Carbonato de calcio (8)

Existen aguas blandas (< 100ppm) y aguas duras (>100ppm), y los rangos óptimos deben de estar entre 50-350 ppm de CaCO (8).

Por estar relacionada directamente con la dureza, el agua para el cultivo debe tener una alcalinidad entre 100ppm a 200ppm (8).

Durezas por debajo de 20ppm ocasionan problemas en el porcentaje de fecundidad [se controlan adicionando carbonato de calcio (CaCO), o cloruro de calcio (CaCl) (8).

Durezas por encima de 350ppmse controlan con el empleo de zeolita en forma de arcilla en polvo, adicionada al sistema de filtración (8).

4.3.1.6 Alcalinidad

Es la concentración de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Los valores de alcalinidad y dureza son aproximadamente iguales. La alcalinidad afecta la toxicidad del sulfato de cobre en tratamientos como algicida (en baja alcalinidad aumenta la toxicidad de éste para los peces) (2)

Para valores por debajo de 20 ppm es necesario aplicar 200 g/m de carbonato de calcio, entre dos y tres veces por año (2)

4.4 Alimentación

En esta especie existen dos formas de alimentación y son: de forma natural (fitoplancton y zooplancton) y alimentación suplementaria (alimento balanceado) (7,11)

4.4.1 El alimento balanceado

El alimento representa un renglón muy importante para esta industria y debe cumplir con ciertos parámetros y contenidos para que proporcione una buena conversión alimenticia y estos parámetros son:

- Requerimiento nutricional
- Contenido de humedad
- Parámetros físicos (11)

4.4.2 Contenido nutricional

Para la alimentación de la tilapia, se debe tener en cuenta el requerimiento de proteína, con el que se obtiene el máximo crecimiento. Asimismo, a medida que avanza el cultivo, este requerimiento de proteínas que produce máximo crecimiento disminuye con el incremento del peso del pez. Por otro lado, el requerimiento de proteína en la dieta se ve influenciada por múltiples factores como lo son:

- El requerimiento de energía en la dieta.
- El estado fisiológico del pez (edad, peso y madurez).
- Factores ambientales (temperatura del agua, salinidad y oxígeno disuelto).
- La calidad de la proteína (nivel y disponibilidad de aminoácidos esenciales) (8)

4.4.2.1 Requerimientos de proteína

El alimento para la fase de engorde en su composición deberá contener entre 32- 35% de proteína 5% de lípidos, 6% de fibra bruta y 9% de cenizas ya que como se menciono cada fase tiene diferentes requerimientos de proteína, por

lo cual según su fase y peso se pueden tener diferentes requerimientos como lo denota el cuadro 2 (1).

En el cultivo de tilapia hay diferentes fases fisiológicas y cada una tiene diferentes requerimientos nutricionales, por lo cual las fases del alimento son: reproducción, crianza (inicio), pre-engorde (crecimiento), engorde (5).

Tomando en cuenta esta clasificación diremos que la fase de engorde, comprende desde un peso de los 100 g. en adelante hasta su cosecha. La cantidad de proteína cruda en esta fase debe contener de 28% hasta 32% (5).

Los requerimientos nutricionales según National Research Council US, (NRC) oscilan en la fase de engorde entre 28% a 32% de proteína cruda y 3,000 cal / Kg dieta de Energía (10).

Cuadro No. 2 Requerimientos de proteína según peso alcanzado por la tilapia

Peso alcanzado o Fase Productiva	Requerimiento %
• Larva a 0.5 g.	40 – 45 % de proteína.
• 0.5 gr. A 10 g.	40 – 35 % de proteína.
• 10 gr. A 30 g.	30 – 35% de proteína.
• 30 gr. A 250 g.	30 – 35 % de proteína.
• 250 g. A talla de mercado	25 – 30 % de proteína.

Fuente: CAICYT Alimentación en Acuicultura en Madrid (3), Alicorp. Manual de crianza de tilapia (8).

4.4.2.2 Requerimientos energéticos

Entre los requerimientos nutricionales también es importante mencionar lo que es la parte energética de la ración y que tiene una importancia en el desarrollo

y crecimiento del pez. La fase de engorde debe tener 3,000 Kcal, podemos mencionar entre las fuentes de energía a los ácidos grasos y carbohidratos (1).

En ácidos grasos esenciales, se recomienda utilizar niveles de 0.5 a 1% de omega 3 y 1% de omega 6. Las grasas requeridas son; poli insaturadas, livianas y fácilmente asimilables.

La relación proteína – grasa es crucial para cualquier dieta, un exceso de grasa en el alimento contamina el agua y un nivel insuficiente afecta el crecimiento.

Los carbohidratos, son la fuente más barata de energía en la dieta; y contribuyen en la conformación física del pelet y su estabilidad en el agua. Los niveles de carbohidratos, en la dieta de tilapia deben de estar alrededor de 40%. Otros requerimientos que no podemos de dejar de mencionar y que son importantes en la dieta son los requerimientos de fibra cruda (6%), minerales y vitaminas (8)

Es importante cumplir estos requerimientos en los alimentos para que una explotación logre sus objetivos de producción; por ello, debemos comprobar si el alimento cumple con ellos, por lo cual existe un tipo de control que permite la evaluación cuantitativa de los principales componentes nutricionales, de un ingrediente a analizar en la alimentación animal y es por el método de Esquema Weende o Análisis proximal (8).

4.4.2.3 Tipos de alimento balanceado en acuicultura según su contenido de humedad

Atendiendo a la clasificación de estos alimentos, por sus contenidos en humedad; se clasifican como:

- Húmedos (mayor 50%),
- Semihúmedos (20% y 50%)
- Seco (menor de 20%).-

4.4.2.4. Piensos secos

Los piensos secos, tienen un contenido en agua menor del 20% en general no pasan del 12% porque la humedad propicia la degradación del pienso, este porcentaje mantiene durante más tiempo la calidad del producto. La mayor parte de los piensos secos, tienen una tecnología de fabricación lograda, basada en la producción con materias primas que cumplen con los parámetros de control de calidad de las plantas, para especies terrestres y acuáticas. Presentan muchas ventajas con respecto a los piensos húmedos y semihúmedos. La investigación actual se dirige hacia el uso de piensos secos completos, desde que las larvas empiezan a ingerir alimento (11).

Las ventajas que determinan el uso de piensos secos son:

- En la mayoría de los casos, menor costo por kg, de animal producido.
- Regularidad de suministro y composición.
- Fácil almacenamiento y distribución.
- Manipulación mínima en la instalación de acuicultura.
- Reducción del riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas, parásitos y por Micotoxinas.
- En general, mejor consistencia y propiedades organolépticas de los animales cultivados.
- Mejor estabilidad en agua y mejor digestibilidad. Ambos factores se traducen en una buena calidad del agua de cultivo (11).

4.4.3 Parámetros físicos

Existen métodos prácticos para determinar la calidad física del alimento extrusado, comúnmente se evalúan los siguientes índices: dureza, flotabilidad (velocidad de hundimiento), cohesividad (porcentaje de finos producidos), y tamaño del pelet, ya que se debe tomar en cuenta el tamaño del pelet con respecto al diámetro de la cavidad bucal del pez para que este lo pueda ingerir como lo menciona el cuadro 3.

- **Dureza:** Se define como la resistencia que opone un cuerpo a la deformación, específicamente en el caso de los alimentos peletizados y dependiendo del instrumento, la unidad de medida de la dureza puede estar dada en kg. / cm² (Durómetro Kall) o como porcentaje de durabilidad (Holmen Pellet Tester). La dureza o durabilidad de los alimentos peletizados es un parámetro que le indican al fabricante con qué eficiencia, está utilizando su maquinaria y al productor si es un alimento que puede ser consumido en su totalidad por la tilapia o se está perdiendo. La presión ideal es de 5g.
- **Flotabilidad:** Se define como la capacidad de un cuerpo (pelet) para sostenerse en la superficie del agua, debido a que la densidad del pelet es menor que la del agua. Una baja flotabilidad trae varios inconvenientes directos tales como pérdidas económicas generadas por el desperdicio del alimento ya que la tilapia se alimenta en la parte superior del manto y este se hunde sin posibilidad de ser consumido por la tilapia e ineficiencia productiva, prolonga el ciclo productivo con lleva una sobredosificación de alimento, convierte al alimento en un fertilizante de alto precio, se produce un desbalance que genera una reducción en la disponibilidad de oxígeno.
- **Cohesividad:** en términos de porcentaje de finos producidos (cantidad de

polvo que se desprende del pelet). Es el grado de agregación, que presentan los pellets y depende de los ingredientes, temperatura de proceso, molido de los ingredientes, aglutinantes, etc. Según el grado de cohesividad, dependerá el porcentaje de finos que se producirá y que en definitiva es lo que interesa al piscicultor (11,1).

Cuadro No. 3 Tamaño de pelet recomendados de acuerdo al peso de la tilapia

Peso del Pez	Tamaño del pellet recomendado en mm
De 0.50g. A 5.0g.	Quebrantado (0.50 a 1.0)
De 5.0 g. A 15.0g.	1x 1 mm
De 15.0 g. A 30.0 g.	1 ½ x 1 ½
De 30.0 g. A 80.0 g.	2 x 2.
De 80.0 g. A 200g.	3 x 3
De 200 g. A 500 g.	4 x 4
De 500 g. A más	5 x 5

Fuente: Solar Jaramillo (11), Tecnología para la Fabricación de Alimento Balanceado (1)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales y equipo

5.1.1 Prueba de dureza

- Durómetro

5.1.2 Prueba flotabilidad

- Balanza analítica
- Probeta graduada de 100 ml y 500 ml.
- Cronómetro
- Micrómetro
- Muestras de los pelet

5.1.3 Prueba de cohesividad en términos de porcentaje de finos producidos

- Cernidores de abertura de malla 10 % menor al diámetro del pelet a cernir
- Cernidor
- Balanza Analítica

5.1.4 Prueba de aceite o grasa, materia seca, proteína cruda y fibra

- Horno
- Pesa Analítica
- Cazuela
- Crisol
- Mufla
- Mechero
- Campana de Absorción
- Papel Encerado

- Tubo de Kjeldahl
- Digestor de Kjeldahl
- Balón
- Ácido Sulfúrico
- Tableta Kjeldahl.
- Ácido Clorhídrico a 0.2 N
- Ácido bórico, rojo de metilo y verde bromocresol
- Papel kleenex
- Dedal de celulosa
- Beaker de Velp
- Bencina de petróleo
- Aparato Velp
- Bolsas de polietileno
- Sellador Eléctrico
- Aparato Ankon
- Ácido Sulfúrico 1.25 N
- Agua destilada
- Hidróxido de sodio

5.2 Metodología

5.2 1 Localización y descripción del área

5.2.2 Ubicación

El siguiente estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y en el Laboratorio de Farmacia, del Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería; los cuales se encuentran ubicados en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala Zona 12 de la Ciudad Capital de Guatemala.

5.3 Pruebas físicas

5.3.1 Toma de las muestras

Las muestras se recolectaron directamente de las bodegas de alimento de productores de Tilapia. Esto debido a que, les despachan cuatro marcas de alimento que se consideraron para las pruebas.

5.3.1.1 Cohesividad en términos de porcentaje de finos producidos

Es el grado de agregación que presentan los pelets y depende de los ingredientes, temperatura de proceso, molido de los ingredientes, aglutinantes, etc. Según el grado de cohesividad, dependerá el porcentaje de finos que se producirá y que en definitiva es lo que interesa al piscicultor ya que a mayor cohesividad menor pérdida de alimento. Una parte del alimento le llegara en harina (porcentaje de finos producidos) que lo ocasiona el manejo del alimento y transporte, el cual le produce pérdidas económicas a la explotación.

Del balanceado se pesaron 1,000 gr, los cuales se introdujeron en el tamiz por término de 30 minutos, luego del material recolectado, se calculó el porcentaje en relación al peso inicial, efectuando tres repeticiones. (11)

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cohesividad} = \frac{\text{Peso de finos (gr.)}}{\text{Peso de la muestra (gr.)}} * 100$$

5.3.2 Dureza

Se define como la resistencia que opone un cuerpo a la deformación. El consumo se correlaciona con la capacidad de absorción del agua y la dureza de los alimentos; se ha demostrado que a menor dureza mayor consumo y absorción

de agua. El alimento con mayor dureza, producirá una sensación de saciedad lo cual limitara el consumo de alimento (11,13).

En esta prueba se utilizaron diez pelet de cada muestra de alimento, con iguales dimensiones, se colocaron en un durómetro para medir la presión (kg/cm²) que soporta el pelet antes de ser deformado.

5.3.3 Flotabilidad

Este parámetro permitió medir el tiempo que permanece el pellet en la lámina superior de agua para poder ser consumido por el pez. Nos muestra que alimento puede logra un mayor consumo en 15 minutos. Existen dos formas de medirlo: cantidad de pelet, perdidos por hundimiento que no son aprovechables por la Tilapia, ya que ella se alimenta en el estrato superior y está perdida de alimento nos provoca contaminación en el estanque lo cual deteriora los parámetros físico-químicos del agua del estanque, como lo son disponibilidad de oxígeno, cambio de pH, dureza, entre otros, así como al acuicultor le causa pérdidas económicas, la contaminación se origina porque después de una hora de inmersión en el agua se presentan perdida de nutrientes por lixiviación y oxidación entre los que se pierden en mayor cantidad son: lisina y metionina por ello no tiene sentido medir más de 15 minutos la flotabilidad. (13)

En este análisis donde se determinamos la velocidad de desplazamiento se debe obtener un alimento con menor velocidad de desplazamiento para asegurarnos de que el alimento puede llegar a ser consumido por la Tilapia. (8, 9,14).

Se seleccionaron 450 pelet de cada muestra, determinando su volumen con un micrómetro, luego se pesaron 100 pelets para obtener el peso por unidad; Posteriormente se calculó el volumen de agua desplazado por 50 pelets, en una

probeta de 100 ml, seguidamente se utilizó una probeta graduada de 500 ml. Con 9 cm de altura, en la cual se introdujeron 100 pelets, se sacó el número de pelet flotantes después de transcurridos 15 minutos tomándose la velocidad de desplazamiento en la columna de agua. Cada paso se repitió tres veces por cada muestra. Los datos obtenidos se aplicaron en la siguiente formula (15,13).

- $\% \text{ Flotabilidad} = \frac{\text{Numero de pelet finales}}{\text{Numero de pelet iniciales}} * 100$
- Flotabilidad = distancia/tiempo

5.4 Contenido nutricional

5.4.1 Grasa, materia seca, proteína cruda y fibra cruda

5.4.1.1 Materia seca

Estos resultados establecen el contenido de agua en el alimento que nos impacta en la concentración también en la vida de anaquel, el alimento se debe encontrar entre 8% a 9% como máximo, si se quiere tener el alimento en buenas condiciones hay que considerar estos parámetros, ya que a mayores porcentajes de humedad en el alimento se dan las condiciones óptimas para infestación de insectos y contaminación con hongos, levaduras y microorganismos provocando deterioro en sus nutrientes por lo cual a menor cantidad de agua mayor cantidad de materia seca(concentración de nutrientes), calidad y vida de anaquel (11)

5.4.1.2 Proteína cruda

Los ingredientes proteicos de las dietas son uno de los factores económicos más importantes de su formulación sobre todo si se busca una buena calidad y constancia de su composición cuantitativa y cualitativa. Si a este factor le unimos

la elevada proporción en que la proteína debe formar parte de la dieta (32%), no es de extrañar que en cultivos intensivos de peces, los gastos de alimentación lleguen a suponer entre 40 y 60 % de los costos totales de producción (4).

5.4.1.3 Extracto etéreo (contenido de grasa)

Este parámetro nos indica la cantidad energía del alimento sin embargo al basarse en los requerimientos nutricionales de la tilapia, lo que indica que el alimento debe proporcionar un 5% de grasa. Es importante señalar que alimentos por encima del 5% acarrea problemas, ya que los alimentos deficientes en contenido de grasa se observa una disminución en crecimiento y sobrevivencia, así como una baja conversión alimenticia y con un porcentaje mayor a lo requerido produce un hígado hinchado y pálido (hígado graso) lo cual causa mortalidad al igual, nos traer problemas de contaminación del agua en el estanque, ninguno de los alimentos cumplen con esta (10) (11).

5.4.2 Fibra cruda

En esta característica nutricional es importante señalar que el valor óptimo para un alimento de buena calidad oscila entre 3% - 5%, alimento con mayor cantidad de fibra es menos digestible y con menor cantidad puede ocasionar problemas metabólicos como lo es una disminución de los movimientos peristálticos del intestino por lo cual no hay una correcta evacuación de heces.

La determinación de estas variables se realizó siguiendo el Protocolo del Análisis Químico Proximal Completo (16).

5.4.3 Análisis estadístico

Para este estudio de investigación, las variables nutricionales de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda se realizaron por medio de una cuantificación proporcional. En los alimentos balanceados a evaluar, mientras que

para las variables Físicas de cohesividad, dureza y flotabilidad se utilizó estadística descriptiva a través de la determinación de promedios.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Cohesividad en términos de porcentaje de finos producidos

Cuadro No.4 Comparación del % de Cohesividad en 4 alimentos

Prueba de Cohesividad medida en gramos	Muestra "B"	Muestra "C"	Muestra "D"	Muestra "A"
% Cohesividad	100.00	99.99	99.98	99.87

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro No.4 se observa que la muestra "A" tiene mayor % de finos que las tres muestras restantes lo que indica que el acuicultor que utilice este alimento balanceado tendrá una pérdida por finos de 0.13 de libra por quintal. Sin embargo todas las muestras se encuentra dentro del rango normal, comercialmente recomendado, que es mayor al 2%.

6.2 Dureza

Cuadro No.5 Prueba de dureza con el durómetro

Prueba de Dureza	Muestra "B"	Muestra "A"	Muestra "D"	Muestra "C"
Kg/cm ²	3.37	4.67	7.64	9.36

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro No.5 se observa que la muestra "B" presentan una dureza menor a las muestras "A", "D" y "C". Siendo la muestra "C" la de mayor dureza. Al interpretar los resultados se establece que la muestra "B" tiene una mayor capacidad de absorber agua en menor tiempo de permanencia en una columna de agua; aumentando su volumen provocando dificultad en el pez para consumirlo. La muestra "C" presento la mayor dureza. Esta característica física provoca que el alimento balanceado tenga dificultades para ser digerido en el intestino del pez provocando sensación de llenura, dando como resultado menor consumo de

alimento. Sin embargo el alimento que se encuentra en el rango normal es “A”. Lo recomendado para dureza es 4.5 a 5 kg/cm².

6.3 Flotabilidad

Cuadro No.6 Comparación de la flotabilidad en cuatro alimentos

Prueba de Flotabilidad	Muestra "A"	Muestra "D"	Muestra "B"	Muestra "C"
% de Flotabilidad	97	99	100	100
Velocidad de desplazamiento en cm/seg ²	0.43	0.4	0	0

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro No.6 se observa que la muestra “A” y “D”, presentan velocidad de desplazamiento con un porcentaje de flotabilidad de 97 y 98 por ciento, respectivamente los alimentos restantes no presentaron, velocidad ni pérdida de alimento por hundimiento, estos resultados nos indican que los alimentos que no presentan pérdidas son “B” y “C” sin embargo, que el alimento permanezca demasiado tiempo en la lámina superior del agua, no es conveniente por la pérdida de nutrientes y oxidación del mismo, por otro lado el alimento “A” y “D” están en rango normal, comercialmente recomendados; que es de 15 minutos máximo dos horas.

6 4. Materia Seca

Cuadro No. 7 Comparación de % de agua y materia seca de los cuatro alimentos

Químico Proximal	Muestra "C"	Muestra "D"	Muestra "A"	Muestra "B"
% De Agua	7.25	7.69	10.25	11.72
% M.S.T.	92.75	92.31	89.75	88.28

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro No.7 se observa que la muestra "C" tiene mayor concentración de nutrientes y menor contenido de agua, a las muestras "D", "A" y "B". La muestra se encuentra dentro del rango normal, comercialmente recomendado; que es del 9% de humedad.

6.5 Proteína cruda

Cuadro No.8 Comparación del % de proteína cruda en los cuatro alimentos

Químico Proximal	Muestra "B"	Muestra "D"	Muestra "C"	Muestra "A"
% Proteína Cruda	32.91	32.17	31.97	31.05

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro No. 8 Se observa que la muestra "B" presenta un mayor porcentaje de Proteína Cruda en comparación de las muestras "D", "C" y "A". Siendo la muestra "A" la de menor contenido de proteína, sin embargo por ser un balanceado para engorde se encuentra dentro del rango normal; que es de 32% de proteína cruda.

6.6 Extracto Etéreo (contenido de grasa)

Cuadro No.9 Determinación del contenido de grasa en los cuatro alimentos

Químico Proximal	Muestra "D"	Muestra "A"	Muestra "B"	Muestra "C"
% E.E.	6.56	5.86	5.83	8.5

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro No.9 se observa que la muestra "C" presenta un contenido de grasa mayor a las muestras "D", "A" y "B" sin embargo la muestra "A" y "B" están en el rango aceptable comercialmente; que es de 5%.

6.7 Fibra cruda

Cuadro No.10 Determinación del contenido de fibra cruda en los cuatro alimentos

Químico Proximal	Muestra "B"	Muestra "C"	Muestra "D"	Muestra "A"
% F.C.	3.14	3.46	2.91	2.75

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro No.10 se observa que la muestra "C" presenta el mayor contenido que de fibra que las muestras "B", "D" y "A". Siendo la muestra "A" la de menor contenido. Las muestras "C" y "B" se encuentran con un contenido normal, recomendado; que es del 3 – 5 %.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones, en las que se desarrolló la presente investigación:

- Se rechaza la hipótesis planteada, ya que existen diferencias en siete parámetros de calidad, de cuatro marcas de alimento balanceado extrusado comercial, utilizados en la fase de engorde de tilapia.
- El alimento "B" cumple con 75% de los aspectos nutricionales, luego el alimento "D" cumple con 50%, el alimento "C" con un 50% y alimento "A" con un 25% de los aspectos nutricionales, ninguno llegó a cumplir con el 100%.
- Se concluye que el alimento "A" cumple con 66% términos físicos, luego el alimento "B", "C" y "D" con el 33%.
- Se concluye que el alimento "B" cumple con 57.14% con las siete variables en términos físicos y aspectos nutricionales, luego el alimento "A" y "C" con el 42.86%, por último el alimento "D".

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el alimento “B” por ser el alimento cumple en mayor porcentaje con los términos físicos y aspectos nutricionales.
- Se recomienda evaluar la digestibilidad y lixiviación de los cuatro alimentos.
- Se recomienda evaluar consumo y conversión de los cuatro alimentos.

IX. RESUMEN

Este trabajo se fundamenta en que la Tilapia representa para los humanos el 25% de la proteína animal en países desarrollados y más del 75% en los países en vías de desarrollo y que el rubro más importante de este tipo de actividad es alimento balanceado representando más del 70% de los costos de producción por lo cual si no se tiene un alimento balanceado que cumpla con todos los parámetros físicos y nutricionales ya tendría el productor un alto porcentaje a fracasar.

Las muestras se recolectaron directamente de las bodegas de alimento de cuatro productores de Tilapia ubicados en el departamento de Baja Verapaz y Suchitepéquez a estos clientes se les despachan de las diferentes plantas de alimento directamente se muestrearon 50 quintales logrando obtener una muestra de 5 libras luego se trasladaron a los diferentes laboratorios de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se determinó bajo las condiciones, en las que se desarrolló la presente investigación que si existe diferencias en los siete parámetros de calidad en las cuatro marcas de alimento balanceado, se determinó que solo un alimentos balanceado cumple con el 75% de los aspectos nutricionales y con el 66% de los términos físicos y un 57.14% de las siete variables que se midieron tanto físicas como nutricionales y los otros tres alimentos balanceados están por debajo de estos porcentaje.

SUMMARY

This work is based on the Tilapia poses to humans 25% of the animal protein in developed countries and over 75% in developing countries and that the most important item of this type of activity is representing more balanced food 70% of production costs so if you do not have a balanced food that meets all physical and nutritional parameters and the producer would have a high percentage of failure.

The samples were collected directly from the cellars of food Tilapia four producers located in the department of Baja Verapaz and Suchitepéquez these customers were dispatched from different food plants were sampled directly making 50 quintals get a sample of 5 pounds then They moved to different laboratories at the University of San Carlos of Guatemala.

It was determined under conditions in which this investigation took place if there differences in the seven quality parameters in the four brands of feed, it was determined that only a balanced food meets 75% of the nutritional aspects and 66% of the physical terms and 57.14% of the seven variables measured both physical and nutritional and three balanced meals are below this percentage.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AFIA (American Feed Industry Association, Inc.). 1994 Tecnología para la Fabricación de Alimentos Balanceados. Department of Grain Science and Industry Kansas State University. Kansas US, p. 484 – 490
2. Berman Fernández. A. 2007. Optimización del proceso de extrusión para la elaboración de pelets para alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en Zamorano. Recuperado de bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/567/1/T23366.pdf.
3. Bhujel, RC. 2002 Nutrición y bajo costo. Manejo Alimentación para tilapia. Panorama acuícola 7(4): 1-4. orama acuícola 7(4): 1-4. a acuícola 7(4): 1-4. orama acuícola 7(4): 1-4.
4. CAICYT (comisión Asesora de investigación Científica y técnica, ES). 1987. Alimentación en Acuicultura. Madrid, ES, FEU – GA. 332p.
5. Castillo Campo, LF. 2005. Tilapia roja 2005. Una evolución de 24 años, de la incertidumbre al éxito. Cali, CO, S.E. 116p.
6. Colpos. S.f. Cultivo de tilapia en estanques circulares. s.n.t. 30p.
7. Colpos. S.f. Cultivo de tilapia en estanques rústicos. s.n.t. 32p.
8. Control de calidad en el proceso de fabricación de alimento balanceado extruido para especies acuícolas (s.f.). Recuperado de repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/458/1/964.pdf.
9. MAGA (Ministerio de Agricultura y Ganadería, s.v.). 2001. Guía para el cultivo de tilapia en estanques. El Salvador, MAG. 18p.
10. Manual de crianza de tilapia. s.f. (en línea) nicovita – alicorp. Consultado 2 nov. 2008. Disponible en <http://www.alicorp.com.pe>.
11. Manual práctico de cultivo de tilapia. 2005. Guatemala, Taiwán – ICDF (International cooperation and development fund). MAGA. 20p.

12. NRC (National Research Council, US). 1993 Nutrient requirements of fish. Washington, D.C. US, National Academy of press.
13. Sagastume Vásquez, I R. 2077. Caracterización física de los concentrados para tilapia En el mercado guatemalteco .T.A. CEMA/USAC. 34p.
14. Salazar de Ariza J. 2011 Análisis de Alimentos. Guatemala, Laboratorio de Bromatología / FMVZ / USAC
15. Soler Jaramillo, M del P; Rodríguez Gómez, H; Victoria Daza, p. eds. 1993 Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura. Colombia, INPA (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura). p. 117-168
16. ZOE Tecno-campo. s.f. Cultivo de Tilapia (en línea). Consultado el 27 may. 2005. Disponible en <http://www.zoetecnocampo.com>.

XI. ANEXOS



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Angel Rodenas



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Univ
Ciudad de Guatemala
Teléfax: 24188307 Teléfono: 24
E-mail: bromato2000@yahoo.es

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Solicitado por:

ROLANDO ESTUARDO SANDOVAL PORTILLO,
13-10-2014.

Dirección:

CIUDAD, GUATEMALA,

No. **523**

Fecha de recibida la muestra:

13-10-2014,

Fecha de realización:

DEL 13 AL 17- 10-2014.

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H. %	T.N.D. %	E.D. Mcal/kg
728	ALIMENTO PARA TILAPIA ENGORDE A	SECA	10.25	89.75	6.53	3.07	34.59	12.80	43.21									
		COMO ALIMENTO			5.86	2.75	31.05	11.31										
		SECA																
		COMO ALIMENTO																

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. José A. Morales,
Laboratorista

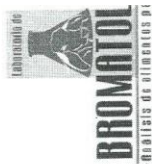


Lic. Miguel Angel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2014/523
17/10/14



Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas



FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Unive
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 241
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Solicitado por:

ROLANDO ESTUARDO SANDOVAL PORTILLO,

Dirección:

CIUDAD, GUATEMALA,

No. 524

Fecha de recibida la muestra:

13-10-2014,

Fecha de realización:

DEL 13 AL 17-10-2014.

Reg.	Descripción de la muestra		BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H. %	T.N.D. %	E.P. Mcal/Kg
729	ALIMENTO PARA ENGORDE B	TILAPIA	SECA	11.72	88.28	6.60	3.55	37.28	8.30	44.27	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
			COMO ALIMENTO	.....	.....	5.83	3.14	32.91	7.32	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
			SECA	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
			COMO ALIMENTO	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
			
			
			

OBSERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.



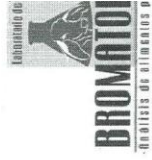
Lic. Miguel Ángel Rodenas
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2014/524 z.
17/10/14



Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
 Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas



FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
 Escuela de Zootecnia
 Unidad de Alimentación Animal

Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Univ
 Ciudad de Guatemala
 Telfax: 24188307 Teléfono: 24
 E-mail: bromato2000@yahoo.es

Solicitado por: **ROLANDO ESTUARDO SANDOVAL PORTILLO**
 Fecha de recibida la muestra: **13-10-2014**

Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA**
 Fecha de realización: **DEL 13 AL 17-10-2014**

No. **525**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H. %	T.N.D. %	E.D. Mca/l/kg	
730	ALIMENTO PARA TILAPIA ENGORDE C	SECA	7.25	92.75	9.16	3.73	34.47	9.41	43.22										
		COMO ALIMENTO			8.50	3.46	31.97	8.73											
		SECA																	
		COMO ALIMENTO																	

OBSERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial / total de este informe, para mayor información contactarse al teléfono 24188307.

T.L. José A. Morales
 Laboratorio

Lic. Miguel Ángel Rodenas
 Jefe Laboratorio de Bromatología

GUATEMALA

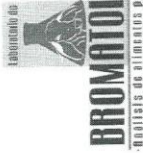
TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTE HOJA 1
 F. M.V.Z. - 17/10/14



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Unive
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Solicitado por:

Fecha de recibida la muestra:

ROLANDO ESTUARDO SANDOVAL PORTILLO
13-10-2014.

Dirección:

Fecha de realización:

CIUDAD, GUATEMALA,

DEL 13 AL 17-10-2014.

No. 526

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Canizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H. %	T.N.D. %	E.D. Mcal/kg	
730	ALIMENTO PARA ENGORDA D	SECA	7.69	92.31	7.10	3.15	34.85	8.69	46.21										
		COMO ALIMENTO			6.56	2.91	32.17	8.03											
		SECA																	
		COMO ALIMENTO																	

OBSERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 241-88307.

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 1

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA



T. José A. Morales
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2014/526V
17/10/14

Figura No. 1 Digestor para la prueba de proteína



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 2 Durómetro



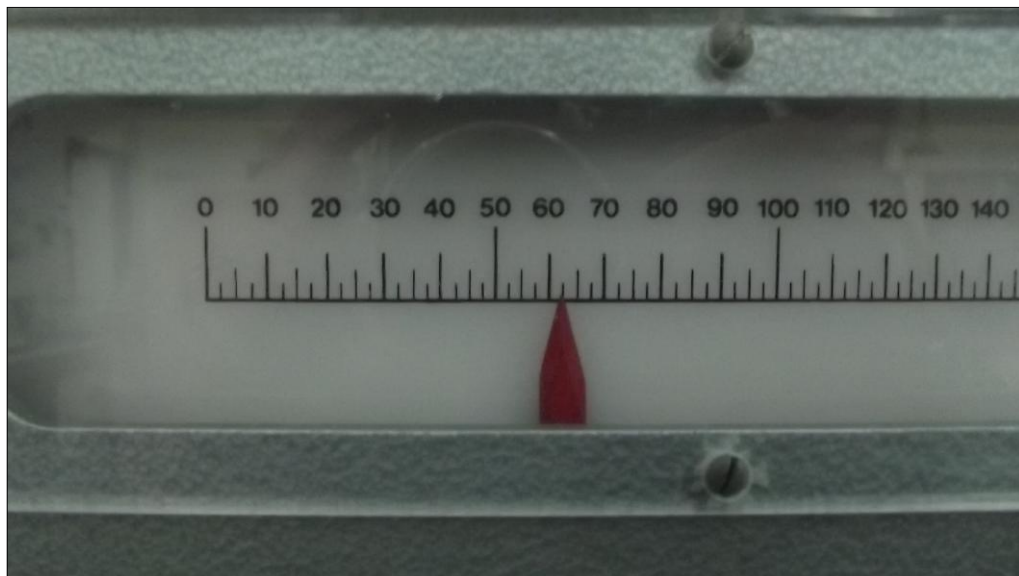
Fuente: Elaboración propia

Figura No. 3 Lector de % de proteína



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 4 Medidor durómetro en Newton



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 5 Muestras utilizadas en prueba de flotabilidad



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 6 Prueba de cohesividad



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 7 Prueba de dureza



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 8 Prueba de extracto etéreo



Fuente: Elaboración propia

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
COMPARACIÓN FÍSICA Y NUTRICIONAL DE CUATRO
ALIMENTOS BALANCEADOS EXTRUSADOS COMERCIALES
UTILIZADOS EN LA FASE DE ENGORDE DE TILAPIA (*Oreochromis*
***nilótica*) EN GUATEMALA**

f. _____
ROLANDO ESTUARDO SANDOVAL PORTILLO

f. _____
Lic. Zoot. Roberto Ruano Viana
ASESOR PRINCIPAL

f. _____
M.A. Carlos Enrique Corzantes Cruz
ASESOR

f. _____
Lic. Zoot. Edgar Giovanni Avendaño
Hernández
ASESOR

f. _____
Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas
Argueta
EVALUADOR

IMPRÍMASE

f. _____
M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
DECANO