

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(44)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Silvia Dayana Pacheco Galán		
FACULTAD	Ciencias Agrarias y del Ambiente		
PLAN DE ESTUDIOS	Zootecnia		
DIRECTOR	Lina Marcela Gómez López		
TÍTULO DE LA TESIS	Utilización del <i>Zophobas morio</i> en la alimentación de <i>Tilapia nilótica (Oreochromis niloticus)</i> en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña		
TITULO EN INGLES	Use of <i>Zophobas morio</i> in the feeding of Nilotic Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) at the Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.		
RESUMEN (70 palabras)			
La investigación se centró en evaluar el efecto de la inclusión del <i>zophobas morio</i> en la alimentación de <i>oreochromis niloticus</i> en la etapa de alevinaje; para evaluar la inclusión de harina de <i>z. morio</i> utilizando siete tratamientos con distintos porcentajes de inclusión. se concluye que la inclusión de <i>z. morio</i> permite un desarrollo y crecimiento eficiente de los peces en esta etapa.			
RESUMEN EN INGLES			
The research focused on evaluating the effect of the inclusion of <i>zophobas morio</i> in the diet of <i>oreochromis niloticus</i> at the fingerling stage; to evaluate the inclusion of <i>z. morio</i> meal using seven treatments with different inclusion percentages. it is concluded that the inclusion of <i>z. morio</i> allows an efficient development and growth of fish at this stage.			
PALABRAS CLAVES	Palabra clave: <i>Zophoba morio</i>, <i>Oreochromis niloticus</i>, nutrición, alimentos no convencionales.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Key words: <i>Zophoba morio</i>, <i>Oreochromis niloticus</i>, nutrition, non-conventional food.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 43	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 19	CD-ROM:



Utilización del *Zophobas morio* en la alimentación de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Silvia Dayana Pacheco Galan.

**Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander
Ocaña**

Zootecnia

Mag. Lina Marcela Gómez López

29 octubre 2021

Índice

Introducción	6
Capítulo 1. Utilización del Zophobas morio en la alimentación de Tilapia nilótica (<i>Oreochromis niloticus</i>) en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña	7
1.1 Planteamiento del problema	7
1.2 Pregunta de investigación	8
1.3 Objetivos.....	8
1.3.1 Objetivo general.....	8
1.3.2 Objetivos específicos	8
1.4 Justificación.....	9
Capítulo 2. Marco referencial.....	11
2.1 Marco teórico.....	11
Capítulo 3. Diseño metodológico.....	15
3.1 Metodología.....	15
3.1.1 Lugar de estudio.....	15
3.1.2 Material biológico.....	15
3.1.3 Instalaciones.....	16
3.1.4 Análisis químico de la harina de Z. morio	18
3.1.5 Fuente de alimentación	21
3.1.6 Diseño experimental	22
3.1.7 Toma de datos para análisis	22
3.1.8 Análisis estadístico.....	24
Capítulo 4: Análisis y resultados.....	25
4.1 Determinación el contenido nutricional de la harina de Z. morio.	25
4.2 Evaluación del efecto de la inclusión de harina de Z. morio sobre la ganancia de peso, conversión alimenticia y talla de O. niloticus.....	26
4.2.1 Variable Peso	27
4.2.2 Variable Conversión alimenticia.....	29
4.2.3 Variable Talla del Filete.....	30
4.2.4 Variable Colorimetría	34
Capítulo 5. Conclusión.....	36
Referencias	37
Apéndice.....	43

Lista de tablas

Tabla 1. Porcentajes de materia seca de Z. morio obtenidos en el Laboratorio de Nutrición Animal de la UFPS.....	25
Tabla 2. Composición nutricional de la Harina de Z. morio.....	25

Lista de figuras

Figura 1. Alevinos recibidos para el experimento.....	15
Figura 2. Preparación del estanque para recibimiento de alevinos.....	16
Figura 3 Ubicación de jaulas para el experimento	17
Figura 4 Diagrama de distribución de las jaulas para los tratamientos.	18
Figura 5 Peso de los Z. morio en fresco para secado y obtención de materia seca.	19
Figura 6. Pesaje Z. morio deshidratados.	19
Figura 7. Molienda de los Z. morio.....	20
Figura 8. Materiales para la toma de datos. A. Hoja milimétrica para medición de talla filete, B. Tabla plastificada para medición de coloración, C. Balanza para medición de peso	23
Figura 9. Toma de datos semanales.....	23
Figura 10 Respuesta de los pesos en función de los tratamientos.....	27
Figura 11 Tabla climática / Históricos del tiempo Ocaña.	28
Figura 12. Tendencia de la variable peso en función del tiempo de muestreo.....	29
Figura 13. Comportamiento de la conversión en función del tiempo	30
Figura 14 Regresión lineal entre filete y semana.	30
Figura 15. Diferencias significativas del tamaño del filete (cm) en función del tratamiento semana 4.....	31
Figura 16. Correlación de tamaño del filete con el tiempo	32
Figura 17 Relación de tamaño de filete y conversión..	33
Figura 18. Relación de colorimetría de los tratamientos.....	34
Figura 19. Resultados de la colorimetría en los tratamientos.....	35

Resumen

En la acuicultura se ha encontrado un gran potencial alternativo para obtener proteína de alta calidad para el consumo humano por sus contenidos de ácidos grasos insaturados, sin embargo, sus altos costos de producción hacen necesario recurrir a sistema de alimentación no tradicional, con materias primas de origen entomológico; el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la inclusión del *Zophobas morio* en la alimentación de *Oreochromis niloticus* en la etapa de alevinaje; para evaluar la inclusión de harina de *Z. morio* se utilizaron siete tratamientos, tratamiento 1: 3% de reemplazo, tratamiento 2: 5% de reemplazo, tratamiento 3: 7% de reemplazo, tratamiento 4: 10% de reemplazo, tratamiento 5: 13% de reemplazo, tratamiento 6: 15% de reemplazo, y tratamiento 7: control; tres repeticiones por tratamiento, 30 individuos por repetición para un total de 630 individuos; se realizó un diseño experimental completamente al azar, las variables respuesta fueron ganancia de peso, conversión alimenticia, talla filete y colorimetría, los análisis estadísticos se ejecutaron mediante el software R (R Core Team 2021), se utilizó el paquete ggplot2 para la visualización de los datos y el paquete Agricolae para el análisis de varianza y las pruebas pos anova, las medias se compararon con la prueba Duncan. Se encontraron diferencias altamente significativas para las variables peso, conversión alimenticia y talla de filete; no hubo diferencias significativas para la variable colorimetría. Se concluye que la inclusión de *Z. morio* permite un desarrollo y crecimiento eficiente de los peces en esta etapa.

Introducción

En muchas culturas y sociedades del mundo la producción y el consumo de pescado forma parte de la tradición cultural y social, además, su perfil nutricional fuente de proteínas, ácidos grasos insaturados, vitaminas, minerales y micronutrientes esenciales (Sanabria Boudri, 2019).

En la acuicultura se ha encontrado un gran potencial alternativo para obtener proteína de alta calidad, sin embargo, sus costos de producción hacen necesario recurrir a sistemas de alimentación no tradicional como lo es el material entomológico, ya que los insectos poseen un valor nutritivo que los convierte en un alimento complejo, su producción y consumo se centra en su fase larvaria por su alto contenido proteico, que esta alrededor del 45-60% de proteína y 30-45% de grasa (Moreno, Pasadai Sphynx, 2018); gracias a estos valores es una buena opción como alternativa alimenticia para los peces, mitigando el alto costo y escasez de las materias primas para producción de concentrados en la alimentación (Posey, 1987). Los insectos son muy requeridos por su capacidad de transformar la materia orgánica en compuestos ricos en energía y propiedades nutricionales de alta calidad, gracias a estos atributos en estos años se han convertido en un recurso importante para la alimentación animal como humana (Aqua, 2017).

La presente investigación pretende dilucidar mecanismos de alimentación de peces más rentables mediante el estudio de recursos alimenticios no tradicionales, como el *Zophoba morio* en alevinos de Tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*.

Capítulo 1. Utilización del *Zophobas morio* en la alimentación de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad los hábitos alimenticios de la población carecen de aportes saludables y las condiciones necesarias para satisfacer las necesidades y requerimientos nutricionales; en una empresa pecuaria la alimentación representa alrededor del 60% de los gastos totales del sistema, es por ello que se ha venido optando por insumos alternativos como la entomofauna, que nos brindan la posibilidad de producir especies de interés pecuario disminuyendo costos en su producción y mantenimiento (OMS, 2018).

La acuicultura además de ser una vía para mitigar la pobreza, es una de las producciones que ha tenido un crecimiento exponencial a nivel mundial en las últimas décadas, en 2010 tenía un porcentaje de producción del 40,3% que ha aumentado significativamente para 2018 teniendo un 46% de producción; mientras que su aporte en el consumo humano de pescado alcanzó 52% (FAO, 2020), en Colombia el consumo anual de pescado es de ocho kilos por persona, con un crecimiento del 40% en semana santa (Rubio, 2019), el problema recae en los costos de producción que incrementan directamente el costo para los consumidores, siendo el kilo de la tilapia en Colombia un 15% más que el kilo de pollo, que es una de las carnes más consumidas por sus bajos costos (CORABASTOS, 2019).

Los costos de producción que representa alimentación en la etapa de alevinaje están enmarcados principalmente en el cumplimiento de los requerimientos nutricionales de proteína, alcanzando hasta el 48% de los requerimientos para esta etapa; tradicionalmente las harinas de pescado han representado la principal materia prima proteica con aproximadamente el 40% de la

harina para los piensos en la acuicultura (Lozano, 2005). La proteína tiene un gran porcentaje en la formulación de las raciones para la alimentación de especies acuícolas siendo la más usada la harina de pescado, utilizando alrededor del 40% en la formulación de alimentos para el sector acuícola (Boyd *et al.*, 2007). En Colombia las casas comerciales venden los concentrados acuícolas a un costo elevado, siendo el precio del concentrado para peces un 10% más caro en relación con otras especies monogástricas como el cerdo (Ordoñez, 2019). Los productores en el Catatumbo no adquieren el alimento que el animal requiere debido al costo de dicho pienso, lo cual conlleva a obtener un alimento más barato que muchas veces no suplen las necesidades nutricionales del pescado (Comunicación personal, Danuil Sarabia, 2019).

1.2 Pregunta de investigación

¿La inclusión de harina de *Z. morio* en la alimentación, favorece los parámetros productivos de alevinos de Tilapia nilótica *O. niloticus*?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión de harina *Z. morio* sobre los parámetros productivos y colorimetría en alevinos de *O. niloticus*.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar el contenido nutricional de la harina de *Z. morio*.

Evaluar el efecto de la inclusión de harina de *Z. morio* sobre la ganancia de peso, conversión alimenticia y talla de *O. niloticus*

Evaluar el efecto de la inclusión de harina de *Z. morio* sobre la colorimetría de *O. niloticus*

1.4 Justificación

Las carnes de res, cerdo y pollo son las fuentes de proteínas más consumidas por las personas por su fácil acceso y economía, pero con el crecimiento exponencial de la población mundial, aumenta la necesidad de incluir en la dieta más fuentes de proteínas tales como los productos del mar; la acuicultura es una alternativa para alimentarse sanamente, los pescados son una excelente fuente de proteínas, vitaminas, minerales y grasas saludables para el corazón (Gricez, 2018), además, la acuicultura puede producir proteína eficientemente con altos estándares de calidad bajo diferentes métodos de producción siendo practicada en países desarrollados como en vía de desarrollo (Zafra Trelles, 2019), es considerado como una de las actividades de producción económica de mayor desarrollo representando el 50% de los productos pesquero mundiales para el consumo humano (Viscara, 2014), desde 1961, el crecimiento anual mundial del consumo de pescado se ha incrementado debido al crecimiento demográfico (Silva, 2018).

La producción acuícola en Colombia ha tenido un gran auge gracias a la gran diversidad de especies, recursos y ecosistemas que ofrece el territorio colombiano, los cuales, han permitido el desarrollo en todas las etapas de la producción acuícola (Acuícolas, 2017).

Anualmente el hombre extrae una gran cantidad de peces utilizando la pesca artesanal o extractiva de los cuerpos de agua en el mundo, del 100% del producto extraído el 40% es utilizado para elaborar harinas destinadas para el consumo de especies de interés; la producción anual de pesca está en un rango de 90 a 100 millones de megatoneladas y se ha mantenido estable durante 20 años, siendo una muestra de que a pesar del esfuerzo al aumentar la producción y pesca de especies acuícolas no se han visto mejoras (Savi, 2002). Actualmente se atrapan especies que en años pasados eran consideradas como no aptas o poco apreciadas para el

consumo humano dando como resultados que la mayoría de los recursos pesqueros del mundo están explotados a su capacidad máxima sostenible (FAO, 2019).

alternativo para
necesario recurrir a
ico. Los insectos
ducción y consumo se
ndrigo-Ybran, & Bar,
2018), esta última es
nutritivo del pollo, res
una buena opción
vez de las materias

la materia orgánica en
gracias a estos atributos
ción de animal como

Por lo anterior, se ha encontrado en la acuicultura un gran potencial para obtener proteína de alta calidad sin embargo sus costos de producción hacen que los sistemas de alimentación no tradicional como lo son el material entomológico poseen un valor nutritivo que los convierte en un alimento complejo, su producción se centra en su fase larvaria por su alto contenido proteico. (Damborsky, Saavedra, & SF); estos contienen del 45-60% de proteína y 30-45% de grasa (Moreno, 2018). La proteína poliinsaturada, algunas de fácil digestión, se puede comparar con el valor nutritivo del cerdo (Gutiérrez, 2005). Gracias a este porcentaje de proteína y grasa es considerada como alternativa alimenticia para los peces, mitigando el alto costo y escasas primas para producción de concentrados en la alimentación (Posey, 1987).

Los insectos son muy requeridos por su capacidad de transformar la materia orgánica en compuestos ricos en energía y propiedades nutricionales de alta calidad, gracias a estos atributos en estos años se han convertido en un recurso importante para la alimentación humana para las personas (Aqua, 2017).

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

La acuicultura es una de las mejores técnicas ideadas por el hombre para incrementar la disponibilidad de alimento puesto que presenta alternativas eficientes para la administración de los recursos acuáticos, la producción pesquera mundial (pesca y la acuicultura) en 2016 fue de aproximadamente 171 millones de toneladas de las cuales un 47% fue por la producción acuícola (FAO, 2018), la piscicultura nos permite producir y reabastecer el suministro de pescado para consumo humano a un ritmo más rápido del que pueden producir los océanos (Shields, 2017), permitiendo que no se sobre pesque las especies de interés en el océano, protegiendo su biota y evitando el deterioro de los ecosistemas, además de aminorar la pesca de especies en peligro de extinción (Noticias de Náutica, 2019). La piscicultura es el campo más desarrollado dentro de la acuicultura, con un potencial de producción significativo dado que puede implementarse en un amplio rango de predios con diferentes características, representando para el agricultor una alternativa para producir proteína en terrenos que ordinariamente estarían fuera de producción o en lugares que serían totalmente improductivos debido a sus características físicas; gracias a los distintos métodos para su explotación, como lo son los estanques móviles o los estáticos permiten la explotación de terrenos que no son óptimas para otras producciones o que ya no se utilizan, pero que tienen acceso a suficiente agua para su producción (Meyer, 2014).

La piscicultura se refiere a la producción y la comercialización de peces siendo la acuicultura o acuicultura el cultivo de cualquier especie acuática como los crustáceos y moluscos; en la agricultura moderna la acuicultura comercial o industrial se ha desarrollado en áreas altamente tecnificadas, la piscicultura es fuente de proteína animal para mejorar las dietas, y

fuentes de ingresos para mejorar la economía de la familia rural de Centro y Sur América (Meyer, 2014).

La Tilapia nilótica *O. niloticus* es el segundo pez de cultivo más importante en todo el mundo, por su excelente rendimiento productivo, resistencia a condiciones adversas y aceptación en el mercado (Hahn-Von-Hessberg, Grajales-Quintero, & Gutiérrez-Jaramillo, 2011).

La tilapia es un pez teleosteo del orden perciformes, perteneciente a la familia Cichlidae, originario de África, habita en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, son peces de aguas cálidas, pero toleran un amplio rango físico-químico del agua, siendo bastante resistentes a enfermedades y su alimentación es amplia, para el consumidor es un producto de gran calidad nutricional y palatabilidad, que se ha convertido en el segundo grupo de pescado acuícola cultivado por ser rentable para su producción y comercialización; las principales características que se han tenido en cuenta para la elección de la tilapia como especie de interés para su cultivo han sido su curva de rápido crecimiento, hábitos alimenticios adaptados a dietas suplementarias que aumentan los rendimientos (facilidad de administrar alimentos balanceados), tolerancia a altas densidades de cultivo, tolerancia a condiciones extremas (resistencia a concentraciones bajas de oxígeno, niveles altos de amonio, variaciones en el pH, entre otros), fácil manejo, reproducción, y rendimientos productivos altos, buena aceptación del producto en el mercado por su rendimiento en canal (acuicultura, 2017).

El *Z. morio*, pertenece a la familia Tenebrionidae del orden coleóptera y de la clase insecta, siendo un tipo de escarabajo, su origen es amazónico (Ferrer, 2011) pero se ha distribuido en todo el mundo (Moreno, 2018).

El Zophoba o gusano rey es una especie de escarabajo fáciles de criar con poca planeación, no necesitan una gran área para su crianza y su alimentación es simple y poco costosas; el *Z. morio* es uno de los insectos más utilizados como alimento vivo en pesca deportiva y para la alimentación de especies silvestres, este presenta una metamorfosis perfecta, pasando por distintas fases siendo su fase inicial la de la larva y la final donde se obtiene el escarabajo adulto, el tenebrio tiene un cuerpo diseñado para cavar y comer, segmentado en cabeza, tórax y abdomen (Proinsecta, 2018).

Su ciclo de vida dura aproximadamente seis meses, dos meses y medio en fase larvaria y tres meses y medio en las fases de huevo, pupa y escarabajo (Proinsecta, 2018). El inicio de su ciclo empieza con el huevo, es blanco, en forma de frijol y de tamaño comparable a una mota de polvo siendo recubierto por una sustancia pegajoso que ayuda a ocultarse en el sustrato; la segunda etapa son las larvas maduras que tienen un color entre amarillo y marrón claro, cuenta con un exoesqueleto duro que muda varias veces en esta fase; en la etapa de pupa su color es blanco donde no tienen ni boca ni ano por eso durante la etapa larvaria come y crece ahorrando energía para suplir esta fase; en la etapa final cuando la pupa eclosiona se presenta como un escarabajo blanco de exoesqueleto suave, que se va endureciendo y tornándose de color negro a medida que pasa el tiempo (Soriano S. &, 2002).

Z. morio en su fase larval posee propiedades nutricionales muy interesantes, alcanzan un porcentaje de proteína cerca al 50%, además, que contiene todos los aminoácidos esenciales (Soriano M. B., 2014). Los usos que se le ha dado a este insecto son muy extensos en la alimentación de especies no convencionales y para mitigar la contaminación por plástico, puesto que estos se pueden alimentar de este contaminante dando una alternativa para el manejo y eliminación; en la alimentación se ha hecho énfasis en la acuicultura y demás producciones

(Luna-Figueroa, 2002). Este insecto es utilizado como alimento vivo ya que poseen los nutrientes necesarios para suplir los requerimientos nutricionales permitiendo un buen desarrollo y sobrevivencia de cualquier organismo (Ramos, Pino Moreno, & Angeles Campos, SF)

Un ensayo que se realizó en la Universidad Islámica de Azad, en el cual se utilizó la harina de *Tenebrio molitor* en fase larval investigando en el rendimiento del crecimiento, los rasgos de la canal, la calidad de la carne y la morfología intestinal en codornices japonesas (*Coturnix japonica*), arrojando que aumentar la inclusión de *Z. morio* hasta 30 g / kg de alimento en las dietas podría mejorar el peso corporal, la Frecuencia Cardiaca, el rendimiento de la canal, la calidad de la carne y la histología del yeyuno (Zahra , Farshid Kheiri , & Mostafa, 2019).

En pollos de engorde también se ha estudiado la inclusión proteínica del tenebrio encontrando que es buena fuente de aminoácidos digeribles (De Marco, 2019) se ha encontrado ganancias de peso significativas en aves alimentadas con harina de larva de tenebrio, tal como encontró Zadeh (2019) en codornices de 7 días de edad con incrementos de 20% más de peso que las aves alimentadas tradicionalmente. Los resultados que se obtuvieron de *T. molitor* y *Hermetia illucens* han demostrado que estos son excelentes fuentes de aminoácidos esenciales para los pollos de engorde, y una fuente valiosa de ácidos grasos digerible, en lo que respecta a las comidas *T. molitor* (De Marco, Martinez, & Hernandez, 2015).

En la alimentación humana también ha sido ampliamente estudiando para aprovechar los contenidos nutricionales, particularmente, su inclusión de aminoácidos esenciales como la fenilalanina, tirosina y triptófano, esto mediante la preparación de tortillas de maíz con un 20% de tenebrio (Aguilar-Miranda, 2002).

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Metodología

3.1.1 Lugar de estudio

La investigación se desarrolló en el Proyecto Piscícola de la Universidad Francisco de Paula Santander, Seccional Ocaña. La zona cuenta con una precipitación pluvial anual de 1162 mm, está ubicada a 1200 msnm, cuenta con una humedad relativa del 70% y una temperatura media de 21°C - 25°C, caracterizado como un bosque seco tropical.

3.1.2 Material biológico

Se utilizó como material biológico alevines de *O.niloticus*. de 0,5 cm de talla (etapa de alevinaje) y se llevaron a tallas de juveniles. Fueron suministrados por la zootecnista Lineid Álvarez.

Figura 1.

Alevinos recibidos para el experimento



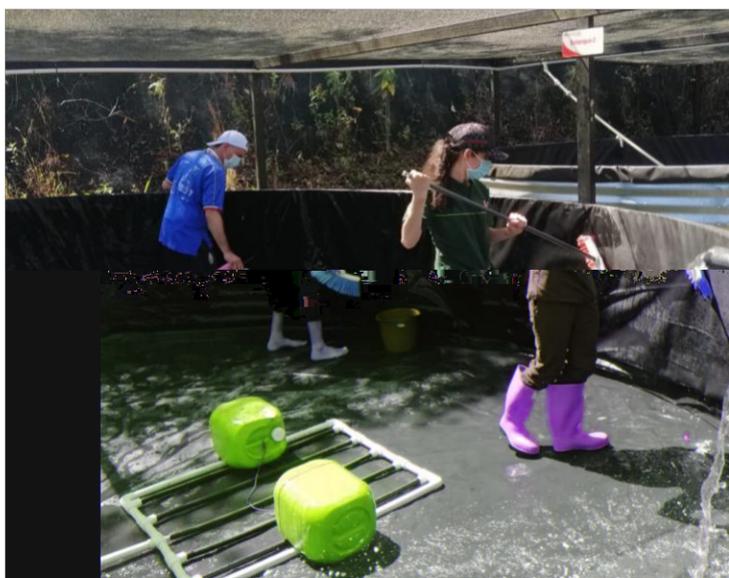
Los tenebrios para la elaboración de la harina se obtuvieron del bioterio a disposición el cual presenta una temperatura de 22 °C y una humedad del 70%, las jaulas donde se encuentran son cajas de plástico con camas de salvado para el mantenimiento de los Zophobas, las larvas se tomaron del núcleo de producción cuando llegan a medir de 5 a 6 cm de largo.

3.1.3 Instalaciones

Se utilizó un estanque de 6 m de diámetro con una altura de llenado 1,3 m para un volumen total de 36,75 m³.

Figura 2.

Preparación del estanque para recibimiento de alevines



Para la ubicación de cada uno de los tratamientos fueron elaborados jaulas en angeo (0,2 mm) de 1 m³ que fueron ubicadas como se muestra en la figura 1 obteniendo un total de veintiún jaulas; para favorecer la flotabilidad de las jaulas se sujetaron boyas (hechas con botellas pet de 1,5 l) a cada una de ellas hacia el interior del estanque y con cabuya se sujetaron en la pared del estanque para mantenerlos en un lugar y que no flotaran además de amarrarle a las esquinas sueltas ladrillos para que se hundieran y no se hicieran bolsa.

Figura 3

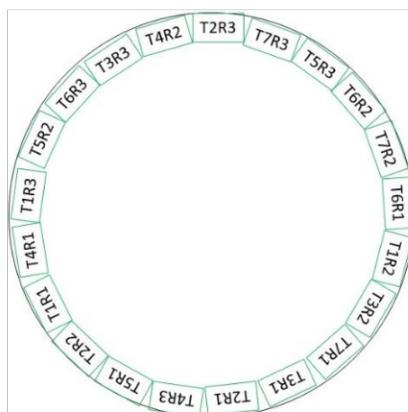
Ubicación de jaulas para el experimento



Para la preparación del estanque se realizaron varios pasos, primero, se realizó el lavado con agua y escoba de cerda dura para quitar el material sedimentado (figura1) y cualquier suciedad, luego se realizó la desinfección con hipoclorito en una relación 5% y se dejó secando. Posterior a ello se hizo el llenado del estanque con agua de la quebrada y se dejó madurando por ocho días con oxígeno. durante el ensayo se hizo un recambio de 5 m³ de agua cada 8 días.

Figura 4.

Diagrama de distribución de las jaulas para los tratamientos.

**3.1.4 Análisis químico de la harina de *Z. morio***

Para la determinación de los valores del contenido nutricional, en la primera parte se realizó un precongelamiento de las larvas de *Z. morio* a -18°C durante 15 minutos para evitar que al morir pudiesen liberar algún tipo de toxina que afectara negativamente la nutrición de los alevinos. Posterior a la muerte por congelación, se retiraron los individuos del ultracongelador del Laboratorio de Nutrición Animal, y se procedió a la obtención de la materia seca (Tabla 1), esta actividad se realizó durante la ejecución del experimento a medida que se iba necesitando materia prima para la preparación de las dietas.

Figura 5.

Peso de los Z. morio en fresco para secado y obtención de materia seca.



Figura 6.

Pesaje Z. morio deshidratados



Luego de obtenido el valor de materia seca se realizó la molienda del material secado en una licuadora (Figura 7), para posteriormente enviar esta harina al Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, para realizar el análisis de la composición nutricional y digestibilidad, puesto que en el Laboratorio de Nutrición Animal de la UFPSO no se cuenta con todos los análisis, como lo es el contenido de fibras, quitina, digestibilidad in vitro prececal de la materia seca, y energía bruta.

Figura 7.

Molienda de los Z. morio.



A la harina del *Z. morio*, se les realizó entonces los siguientes análisis químicos para determinar:

Materia Seca (MS): Las muestras de harina de *Z. morio* se llevaron a una temperatura de 60° para posteriormente incrementar temperatura a 105°C en un horno por 24 horas y así determinar la materia seca total (AOAC-943; 1990).

Nitrógeno: para este valor se usó el método Kjendahl para determinar el contenido de nitrógeno de la harina, el valor obtenido se multiplicó por el factor 6,25 para estimar el contenido de Proteína Bruta (PB) (Kjendahl, 1883).

Energía Bruta (EB): se utilizó una bomba colorimétrica para determinar la energía bruta en kcal/kg en la harina.

Extracto Etéreo (EE): con ayuda del método de extracción con éter, y utilizando un aparato de soxhlet, se extrajo la grasa libre de las muestras (AOAC-920.39; AOAC, 1990).

Fibra detergente neutra FDN, Fibra detergente ácida FDA y Lignina detergente ácida LDA: se realizó mediante el método Van Soest (Van Soest et al., 1991).

La Digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS): se realizó partiendo de la metodología descrita por Gonzalvo, (2001), y Ly, (2008); y se calculó teniendo en cuenta la siguiente ecuación (Álvarez, 2009).

$$\%DIVMS = \frac{(Pm * MS) - (Residuos)}{(Pm * MS)} * 100$$

Donde:

%DIVMS: porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca

Pm: peso de la muestra

MS: materia seca

3.1.5 Fuente de alimentación

Para la preparación de los tratamientos se utilizó harina de *Zophoba morio* y concentrado comercial Italcol® mojarra 45%; se reemplazaron los porcentajes en los tratamientos dependiendo el porcentaje de inclusión de la harina.

Se colocaron en una nevera a -18°C por 15 minutos para que las larvas murieran por congelación, para evitar que se activara una toxina que desprenden cuando se sienten amenazados; luego se deshidrataron en el horno a 60°C elevándose a 105°C por 24 horas y posteriormente se disminuyó el tamaño de partícula en una licuadora para llevarlo a 0,5 mm y así obtener la harina.

3.1.6 Diseño experimental

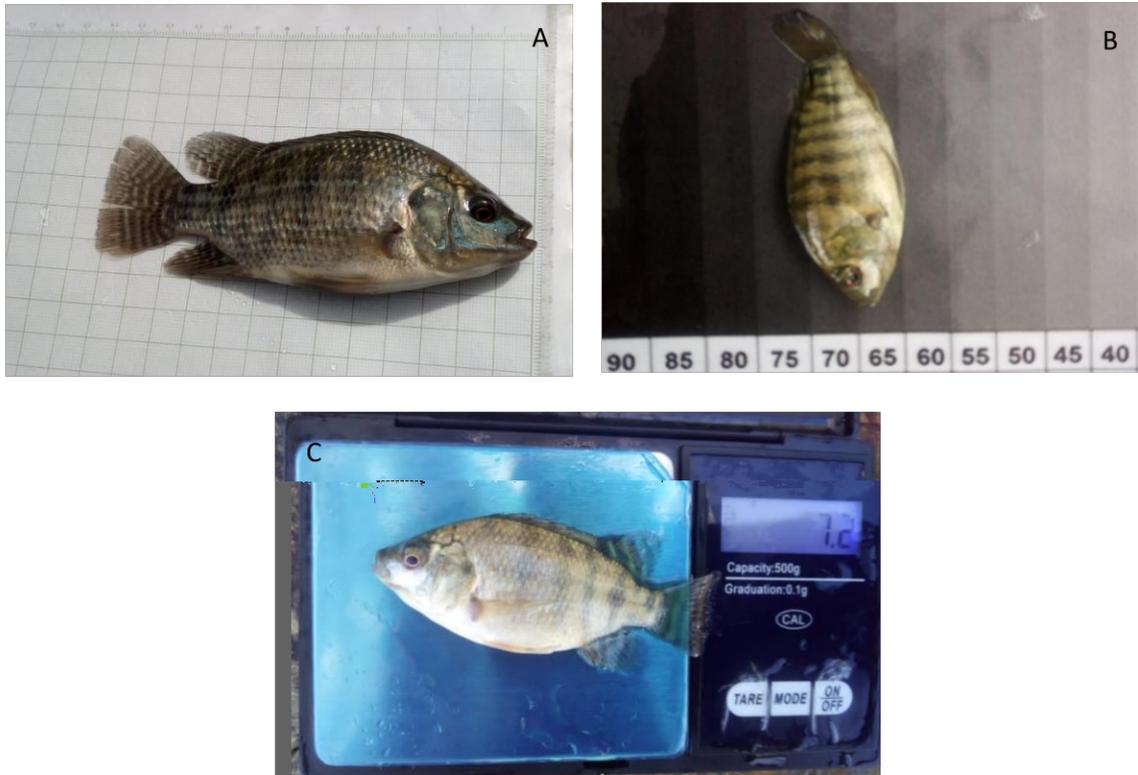
Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Para ello se usó la función aleatoria de paquete Excel de office para distribuir aleatoriamente los tratamientos. T 1: 3% de reemplazo del concentrado por la harina, T 2: 5% de reemplazo, T 3: 7% de reemplazo, T 4: 10% de reemplazo, T 5: 13% de reemplazo, y T 6: 15% de reemplazo, para un total de siete tratamientos, tres repeticiones por tratamiento para un $n= 21$. Cada repetición con 30 individuos. Las variables respuesta fueron talla filete, ganancia de peso, conversión alimenticia y colorimetría.

3.1.7 Toma de datos para análisis

Los datos para el análisis fueron obtenidos semanalmente, excepto la colorimetría que fue tomada al final del experimento se utilizó para la medición de la talla (longitud cabeza cola) una tabla milimétrica, para el pesaje de los individuos una balanza de precisión y para la colorimetría se utilizó una tabla plastificada con la coloración de la *T. nilótica* en escala de grises y negro (figura 8). Los datos se anotarán en los registros dispuestos para ello; estos fueron tomados en horas de la mañana antes de la primera alimentación.

Figura 8.

Materiales para la toma de datos. A. Hoja milimétrica para medición de talla filete, B. Tabla plastificada para medición de coloración, C. Balanza para medición de peso.

**Figura 9.**

Toma de datos semanales.



3.1.8 Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando mediante el software R (R Core Team 2021). Se utilizó el paquete ggplot2 para la visualización de los datos y el paquete Agricolae para el análisis de varianza y las pruebas pos anova. Un valor de $\alpha < 0.01$ fue clasificado como diferencia significativa. Se utilizó la prueba Duncan para comparación de medias. La unidad experimental fue la jaula.

Se desarrollo la investigación teniendo en cuenta los protocolos de Welfare Quality para el manejo de los alevines; con respecto a la manipulación para la toma de datos se utilizó sal marina al 3% posterior a la manipulación, para disminuir el estrés después de las tomas de datos semanales.

Capítulo 4: Análisis y resultados.

4.1 Determinación el contenido nutricional de la harina de *Z. morio*.

A partir del secado de las muestras se pudo obtener los siguientes resultados de materia seca:

Tabla 1

Porcentajes de materia seca de Z. morio obtenidos en el Laboratorio de Nutrición Animal de la UFPSO

Número de muestra	Peso pre-secado	Peso pos-secado	Materia Seca
1	224,04	93,22	41,60864130
2	215,2	89,56	41,61710037
3	374,51	155,86	41,61704627
4	247,74	103,10	41,61621054
5	505,64	210,43	41,61656515

Nota: En la siguiente tabla se puede observar la composición nutricional obtenida a partir del análisis químico realizado:

Tabla 2

Composición nutricional de la Harina de Z. morio.

*Determinación (%)	Harina de <i>Zophoba morio</i>	Valores de Referencia	
		Barker et al., 1998	Finke, 2002
Weende			
Materia Seca MS	41,6	43,0	42,1
Materia Seca Total	92,44	-	-
Proteína	50,99	43,1	46,8
Extracto Etéreo	36,62	40,8	42,4
Cenizas	3,79	13,0	2,3
Extracto Libre de Nitrógeno	1,47	-	2,6
Van Soest			
FDN	10,87	13,0	9,2
FDA	6,24	-	6,4
Lignina	2,54	-	-
Hemicelulosa	4,65	-	-
Celulosa	3,69	-	-
Quitina	7,13	-	-
Digestibilidad in vitro prececal de la Materia Seca	94,57	-	-
Energía Bruta Cal/gMS	6176,3	-	5756,1

Nota: Los valores obtenidos corresponden al análisis realizado en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira

A manera de discusión, se encuentra que los valores de la composición nutricional son similares o se encuentran en los rangos reportados por Barker et al., 1998 y Finke, 2002, y que las variaciones en los valores obtenidos pueden deberse al tipo de alimento suministrado a las larvas en su desarrollo, además, en estos valores se puede observar que es una materia prima que cuenta con características nutricionales excepcionales debido a su alto contenido proteico, superando fuentes de alimentación como la soya, y estando cerca de materias primas de origen animal comúnmente utilizadas para la formulación de dietas en la industria alimentaria, haciéndola una materia prima promisoría para la alimentación de monogástricos además de su alto porcentaje de digestibilidad.

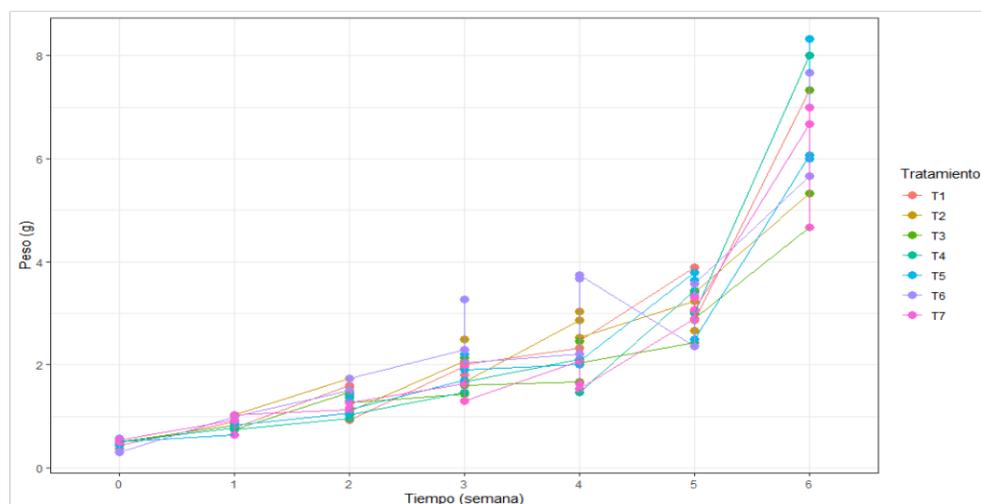
4.2 Evaluación del efecto de la inclusión de harina de *Z. morio* sobre la ganancia de peso, conversión alimenticia y talla de *O. niloticus*

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las variables analizadas:

4.2.1 Variable Peso

Figura 10.

Respuesta de los pesos en función de los tratamientos.



En esta gráfica se muestra la respuesta en la ganancia de peso; los resultados evidenciaron que el tratamiento 4 tuvo diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos con una media de 8,64 g siendo mejor que el tratamiento control que tuvo una media de 3,78 g, todos los tratamientos fueron estadísticamente significativos, lo más superiores además del tratamiento 4 fueron los tratamientos 5 y 6 con medias de 7,6 y 8,48 g respectivamente. Teniendo en cuenta los promedios en peso de la Tilapia nilótica en la finalización de la etapa de alevinaje alrededor de 12 g (Hernández, J., Jiménez, M., Montejo, G., & Carrillo, L., (2014), es mayor al promedio obtenido con los tratamientos, incluso el tratamiento testigo, posiblemente a que según comunicación personal de los zootecnistas Lineyd Álvarez (Febrero, 2020) y Edwin Carasquilla (Agosto 2021) los pesos de los individuos en el proyecto piscícola generalmente están por debajo de los valores normales, puesto que las condiciones ambientales como temperatura son inferiores con una media de 21,6°C en Ocaña (Figura 11) (Climate-Data.org, 2021), a las del desarrollo normal de la especie que va desde 24 °C a 32 °C. El agua con la cual se hicieron los recambios

fue tomada de nacimientos, en promedio con una temperatura del agua de 15°C, se presume que la temperatura afectó el crecimiento, estas temperaturas permiten que el gasto energético metabólico sea mayor y la energía no haya sido aprovechada para fijarse en músculos, pero, aun así, el tratamiento 4 fue el mejor de los tratamientos.

Figura 11.

Tabla climática / Históricos del tiempo Ocaña.

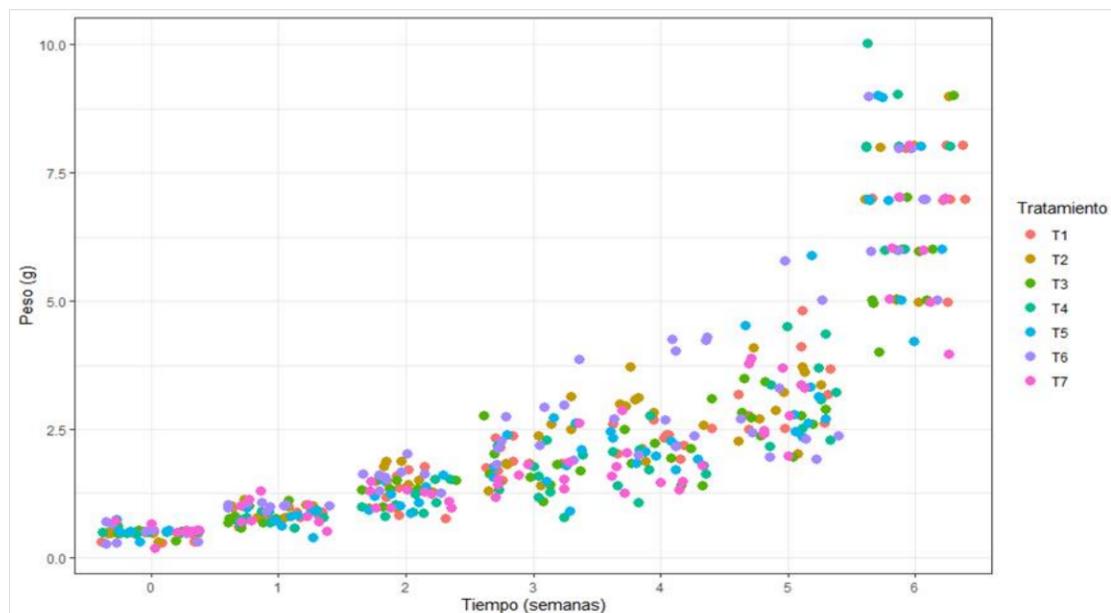
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Temperatura media (°C)	21.8	22.6	22.5	21.9	21.6	21.5	21.5
Temperatura min. (°C)	18.2	18.7	19.2	19.1	18.9	18.3	18.1
Temperatura máx. (°C)	26.2	27.2	26.6	25.4	24.9	25.2	25.4
Precipitación (mm)	35	47	113	219	308	179	123
Humedad(%)	73%	70%	74%	83%	87%	85%	83%

Nota: La figura es tomada de Climate- Data.Org. (s.f.).Climate- Data.Org. Obtenido de Climate- Data.Org: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/norte-de-santander/ocana-50064/#climate-table>

En la gráfica anterior se puede evidenciar la cinética de peso en función del tiempo. Inicialmente todos los peces poseían un peso similar en el tiempo cero. Posteriormente los pesos fueron diferenciándose de acuerdo a su respectivo tratamiento.

Figura 12.

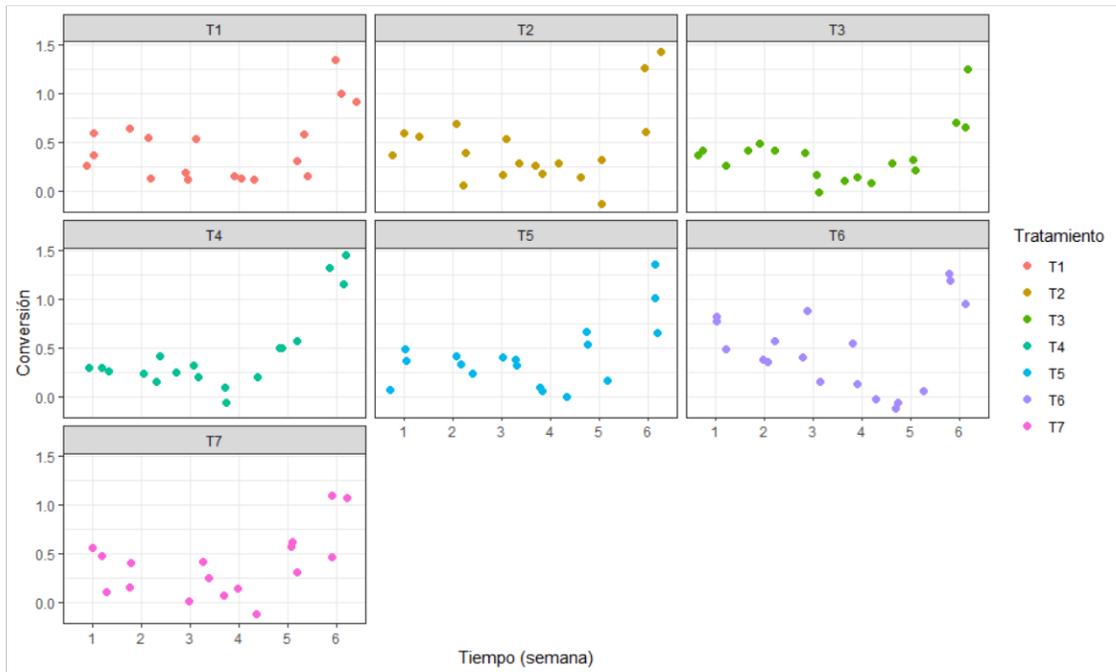
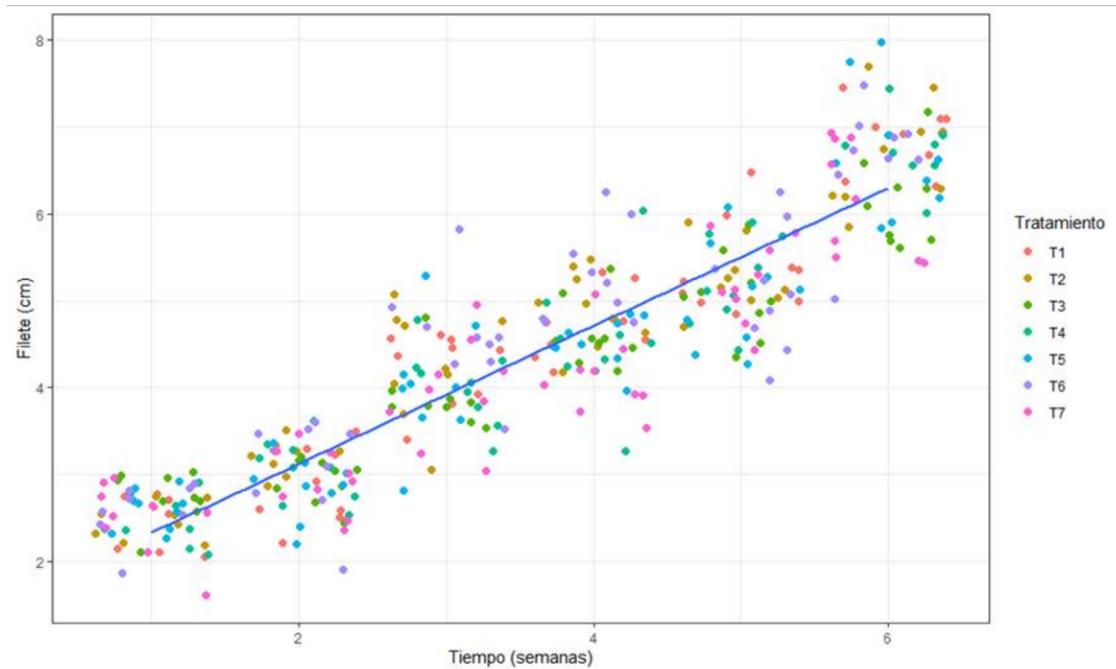
Tendencia de la variable peso en función del tiempo de muestreo



En el grafico previo se puede observar la tendencia de la variable peso en función del tiempo de muestreo (cada semana), se evidencia que el tratamiento 4 tuvo individuos con un peso de 10 g, pesos similares a los reportados para la finalización de esta etapa.

4.2.2 Variable Conversión alimenticia

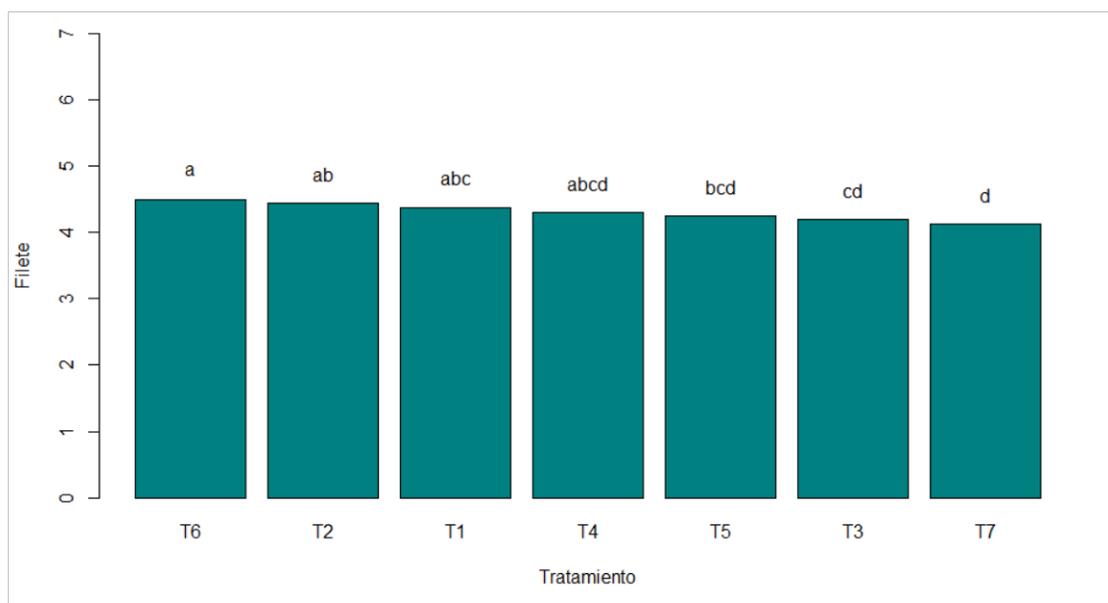
Para la variable conversión alimenticia no hubo diferencia significativa, sin embargo, se pudo ver una variación aritmética. La variable conversión muestra una tendencia positiva conforme va aumentando el tiempo de medición, a pesar de que, hubo una gran dispersión de datos en todas las semanas en la última semana se notó un incremento, los datos obtenidos para esta variable son muy favorables para cada uno de los tratamientos puesto que se encuentran valores cercanos a 1. Los datos negativos para estos valores se deben a que no siempre se tomaron los datos de los mismos individuos, puesto que las tomas fueron al azar en cada semana.

Figura 13.*Comportamiento de la conversión en función del tiempo***4.2.3 Variable Talla del Filete****Figura 14.***Regresión lineal entre filete y semana.*

La siguiente grafica se llevó a cabo con los datos promediados de cada replica, es decir, se promedió los tres datos tomados de cada repetición en la variable filete. Nos da como resultado que el crecimiento del filete es directamente proporcional al tiempo, que es lo esperado en el crecimiento de los alevines además de que la variabilidad de los tratamientos es baja.

Figura 15.

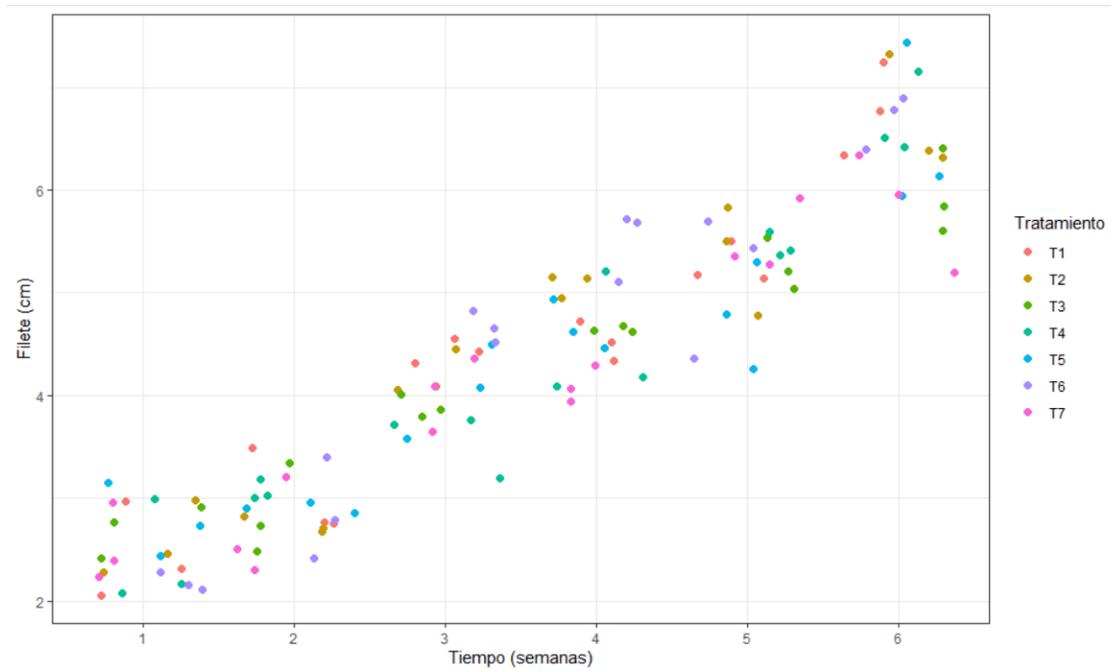
Diferencias significativas del tamaño del filete (cm) en función del tratamiento semana 4.



En la gráfica 15 se muestra el tallaje del filete que tuvieron los alevines a través del ensayo para la semana cuatro que fue hasta donde se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 6 el mejor tratamiento, y el tratamiento 7 (tratamiento control) fue el de menores promedios para esta semana, en él se muestra que todos tuvieron un crecimiento ascendente superior a las obtenidas en el tratamiento control. Para la semana 6 no se evidenciaron diferencias significativas en las tallas de los tratamientos, sin embargo, al igual que para la variable peso, los valores normales de la talla de los juveniles de *T. nilótica* (13 cm) (Aguilar, Afanador-Téllez, & Muñoz-Ramírez, 2010), respecto de los tratamientos fueron inferiores, quizá por la misma relación entre temperatura y desarrollo.

Figura 16.

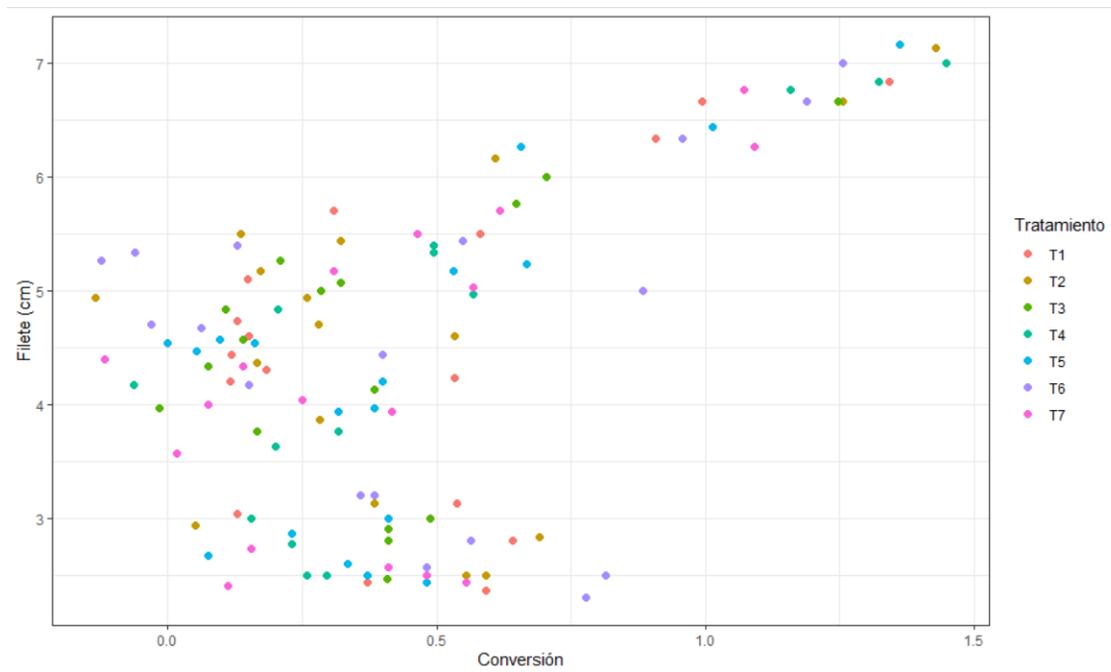
Correlación de tamaño del filete con el tiempo.



En la figura previa se puede notar que el tamaño del filete se encuentra correlacionado positivamente con el tiempo. No hubo una reacción negativa a la inclusión de la harina en la variable de talla, hubo un aumento progresivo en la ganancia de filete de los alevinos.

Figura 17.

Relación de tamaño de filete y conversión.

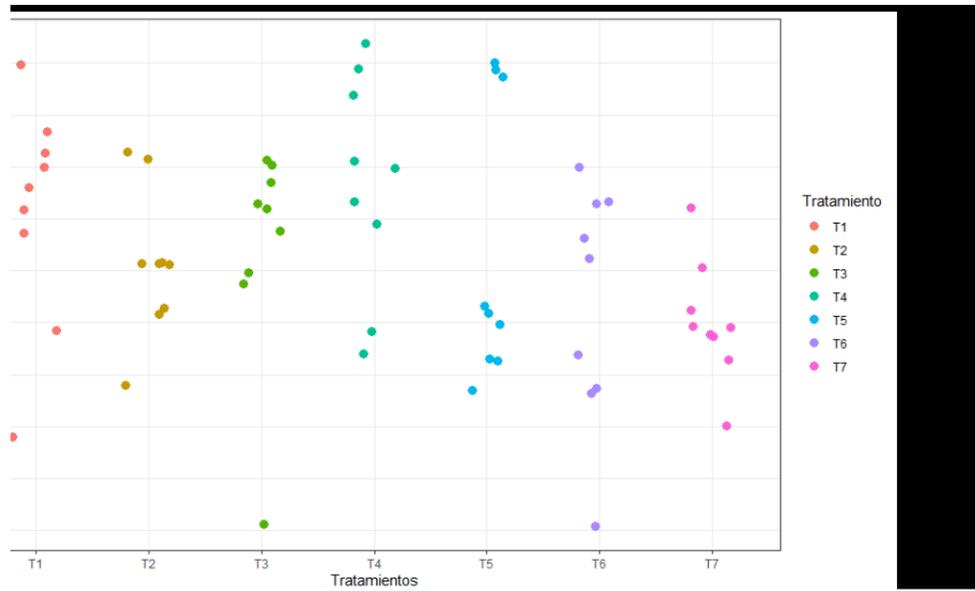


En la gráfica previa se puede ver la relación existente entre la conversión y el tamaño del filete. Se puede notar que existe una baja correlación para tamaños de filete menores a 3 cm en función de conversiones entre 0 y 0.575. Para el resto de los datos existe una correlación positiva.

4.2.4 Variable Colorimetría

Figura 18.

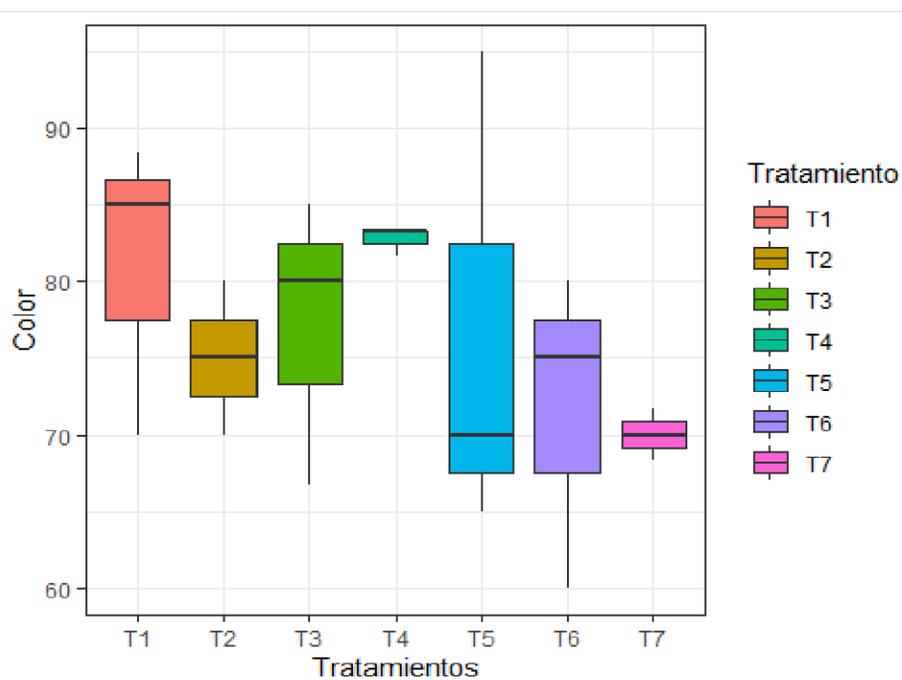
Relación de colorimetría de los tratamientos.



Los tratamientos no fueron estadísticamente significativos para la variable Color ($p > 0.05$). No hubo diferencia en la pigmentación de los alevines de los tratamientos con inclusión de la harina y el tratamiento testigo.

Figura 19.

Resultados de la colorimetría en los tratamientos.



Los tratamientos no fueron estadísticamente significativos para la variable Color ($p > 0.05$) según los resultados mostrados en la figura 13, que es esperada porque el *Z. morio* no influyó en la pigmentación de los alevines, ya que la colorimetría de todos los tratamientos estuvo en el rango normal de la especie, y no hubo cambio en esta.

Capítulo 5. Conclusión

Se concluye que la inclusión de harina de *Zophoba morio* favorece la supervivencia de los individuos y que, controlando los factores físico químicas y ambientales pueden tener desarrollos similares a los individuos alimentados con concentrado comercial.

Los datos obtenidos en el ensayo con respecto al tratamiento testigo y los tratamientos control muestran que la harina del *Zophoba morio* es favorable como fuente de alimentación para la alimentación de *Tilapia nilótica* en fase de alevinaje, con pesos superiores al tratamiento testigo.

Se puede concluir que la evolución del peso está influenciada por la interacción entre el tratamiento y la semana.

Se concluye que hay un aumento directo de la ganancia de peso y el tiempo, con baja variabilidad en los pesos de los tratamientos y la homogeneidad que se mantiene en los tratamientos con respecto a las muestras tomadas.

Se concluye que el *Zophoba morio* no afecta en la pigmentación en la tilapia nilótica.

Recomendaciones

Se recomienda en trabajos futuros utilizar la harina como fuente proteica formulando los ajustes correspondientes.

Referencias

- Acuícolas, S. (2017). *Sistemas Acuícolas*. Obtenido de Sistemas Acuícolas:
<https://sistemasacuicolas.com/importancia-acuicultura-colombia/>
- acuicultura, C. t. (2017). *Alimentacion optimizada para tilapia nilotica (oreochromis niloticus) de senegal*. Senegal: cooperacion española.
- Aguilar, F., Afanador-Téllez, G., & Muñoz-Ramírez, A. (2010). Efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* var. chitralada) en un ciclo comercial de producción. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, vol. 57, núm. II, mayoagosto, 104-118.
- Aguilar-Miranda, E. D. (2002). Characteristics of Maize Flour Tortilla Supplemented with Ground *Tenebrio molitor* Larvae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 192-195.
- Álvarez, D. (2009). Eficiencia de la fermentación in vitro de los tractos gastrointestinales de monogástricos y del rumiante. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Recuperada el 12 de septiembre 2018 de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1801/1/7405001.2009.pdf>
- AOAC. (1990). Official Methods of analysis. En K. Helrich, *Official Methods of analysis* (págs. 50-52). Arlington, Virginia: Assosation of official analytical chemists .
- AOAC-920.39, & AOAC. (1990). Official Methods of analysis. En K. Helrich, *Official Methods of analysis* (págs. 87-90). Arlington, Virginia: Assosation of official analytical chemists.

Aqua. (29 de 11 de 2017). *Aqua acuicultura + peces*. Obtenido de Aqua acuicultura + peces:
<http://www.aqua.cl/2017/11/29/fao-la-acuicultura-es-el-sector-productivo-de-mayor-crecimiento-en-el-mundo/>

Barker D., Fitzpatrick M.P, & Dierenfeld E.S. (1998). Nutrient composition of selected whole invertebrates. *Zoo. Biol.* 17: 123-134.

CORABASTOS. (20 de septiembre de 2019). *Boletim diario de precios*. Recuperado el 20 de septiembre de 2019, de Boletim diario de precios:

<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-844437>

Climate-Data.org. (2021) Tabla climática / Históricos del tiempo Ocaña. Obtenido de
<https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/norte-de-santander/ocana-50064/#climate-table>

Damborsky, M., Sandrigo-Ybran, T., & Bar, M. (SF). *Academia*. Obtenido de Academia:
https://www.academia.edu/3777875/ciclo_de_vida_de_Tenebrio_molitor

De Marco, M., Martinez, s., & Hernandez, J. (2015). Nutritional value of two insect larval meals (Tenebrio molitor and Hermetia illucens) for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. *Animal Feed Science and Technology*, 211-218.

FAO. (2018). En FAO. Roma: FAO.

FAO. (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. *Fao*, 8-9. Recuperado el 2019 de septiembre de 2019, de El estado mundial de la pesca y la acuicultura:

<http://www.fao.org/3/a-i3720s/index.html>
<http://www.fao.org/3/7870db4d2558-4714-9c56-0cf49f010f3e/i3720s.pdf>
<http://www.fao.org/fishery/sofia/es>.

- Ferrer, J. (2011). Revisión del género *Zophobas* Dejean, 1834 (Coleoptera, Tenebrionidae, Tenebrionini). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 48: 287–319.
- Finke, M D (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo. Biol.* 21: 269-285.
- Gricez, L. (26 de junio de 2018). *Aqua*. Obtenido de Aqua:
<http://www.aqua.cl/2018/06/26/subrayan-en-la-importancia-de-la-acuicultura-para-alimentar-al-mundo/>
- Gutiérrez, G. P. (2005). Los insectos: una materia prima alimenticia. *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN - VOL. 2 No. 1*, 33.
- Hahn-Von-Hessberg, C. M., Grajales-Quintero, A., & Gutiérrez-Jaramillo, A. V. (2011). *Parámetros hematológicos de Tilapia nilótica (Oreochromis niloticus, Linnaeus 1757) con peso entre 250 g y 350 g, en el Centro Experimental Piscícola de la Universidad de Caldas*. Caldas: vet.zootec.
- Kjeldahl, J. (1883). Scientific Research. En Z. f. Fresenius, *Zeitschrift für Analytische Chemie* (págs. 366-382). Issue Date. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1007/BF01338151>:
<http://dx.doi.org/10.1007/BF01338151>
- Lozano, M. J.-M. (2005). *Observatorio Español de Acuicultura*. Recuperado el 20 de septiembre de 2019, de Observatorio Español de Acuicultura: <http://observatorio-acuicultura.es/informacion-de-interes/proyectos-de-id-destacados/evaluacion-de-la-harina-de-insectos>
- Luna-Figueroa, J. (2002). Alimento vivo: Importancia y valor nutritivo. *Revista de Divulgación Científico-Tecnológica del Gobierno del Estado de Morelos*, págs. 166: 70-77.

Meyer, D. E. (2014). Introduccion a la acuicultura. En D. E. Meyer, *Introduccion a la acuicultura* (págs. 1-9). Zanmorano, Honduras: Zanmorano.

Moreno, J. (19 de 11 de 2018). *Paradais sphynx*. Obtenido de Paradais sphynx:
<https://invertebrados.paradais-sphynx.com/artropodos/gusano-de-la-harina-tenebrio-molitor.htm>

Moreno, J. (19 de noviembre de 2018). *Pasadais Sphynx*. Obtenido de Pasadais Sphynx:
<https://invertebrados.paradais-sphynx.com/artropodos/gusano-de-la-harina-tenebrio-molitor.htm>

Noticias de Náutica, T. B. (15 de 4 de 2019). *nautical news today*. Obtenido de nautical news today: <https://www.nauticalnewstoday.com/tipos-acuicultura-marina/>

OMS, O. d. (2018). El estado de la seguridad alimentaria y la nutricion del mundo. *FAO*, 2-12.

Opinion, L. (2007). Consumo conciente de pescado. *Cprac*, 4-7.

Ordoñez, M. (2019). *SCRIBD*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2019, de SCRIBD:
es.scribd.com/doc/92708914/Precio-Alimento-Para-Peces

Organica, V. (30 de junio de 2015). *Via organica*. Obtenido de Via organica:
<https://viaorganica.org/como-criar-tenebrios-gusanos-de-la-harina-para-alimento-de-gallina/>

Posey, R. (1987). Temas e inquietudes en entomofagia . En E. G. Ser, *Antropology Vol. 3 No.2* (págs. 99-134).

Proinsecta. (2018). *Proinsecta*. Obtenido de Proinsecta: <https://proteinsecta.es/zophobas-morio-gusano->

Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. (1991): Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583–3597.

Viscara, M. (11 de diciembre de 2014). la acuicultura y su importancia para la alimentacion mundial. *El universal*.

Zafra Trelles, A. M. (1 de mayo de 2019). Cluster camaron. *Conversión y eficiencia alimenticia de Oreochromis aureus var. suprema (Cichlidae) con diferente alimento balanceado en sistema cerrado, Trujillo, La Libertad, Perú*, 815-826. Obtenido de Cluster camaron: <http://camaron.ebizar.com/la-importancia-de-la-acuicultura-en-la-alimentacion-global/>

Zahra , S. Z., Farshid Kheiri , K., & Mostafa, F. (Diciembre de 2019). *Pubmed*. Obtenido de Pubmed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32734084/>

Apéndice

Anexo 1. Bromatológico de la harina de *Z. morio*

Administración de Educación Animal
Facultad de Ciencias Agrarias y Pecuarias
Española



SOLICITADO POR: Lina Marcela Gómez López;

MUESTRA: Harina de *Zophoba morio*

ORIGEN: Palmira - Valle

ANÁLISIS EFECTUADO: Weende, Van Soest, Quitina, Digestibilidad in vitro prececal de la materia seca.

DETERMINACION (%)	<i>Zophoba morio</i> (Gusano de la harina)
WEENDE (%)	
MATERIA SECA TOTAL	92,44
PROTEINA	50,99
EXTRACTO ETereo	36,62
CENIZAS	3,79
EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	1,47
VAN SOEST (%)	
FDN	10,87
FDA	8,24
LIGNINA	2,54
HEMICELULOSA	4,65
CELULOSA	3,69
QUITINA	7,13
Digestibilidad in vitro prececal de la MS	94,57
Energía Bruta Cal/gMS	6176,30

Observaciones: La muestra fue realizada con 2 repeticiones y los datos expresados en base seca. El factor de conversión de nitrógeno a proteína es de 6.25.

El ELN fue determinado utilizando Quitina como componente, debido a que Van Soest se realizó a la muestra de la dieta (consumo) del animal.

FERNANDO ESTRADA O. I. A. ESP.
INSTRUCTOR LAB. NUTRICIÓN ANIMAL

LUZ STELLA MUÑOZ ARBOLEDA
COORDINADORA LAB. NUTRICIÓN ANIMAL

Este análisis fue realizado en Laboratorio de uso docente e investigación en cursos de Nutrición animal, calidad nutricional de los alimentos y Nutrición avanzada de Monogástricos. Perteneciente a la facultad de ciencias agropecuarias.

20 AÑOS BICENTENARIO