

INCLUSIÓN DE HARINA DE INSECTOS EN DIETA DE TRUCHA ARCOÍRIS
(*Oncorhynchus mykiss*) COMO FUENTE NUTRICIONAL ALTERNATIVA

Trabajo de grado: opción monografía

Línea de Investigación:

Alimentación no convencional

Deyvid Rodrigo Sastre González

Universidad de Cundinamarca

Facultad de ciencias agropecuarias

zootecnia

Sede Fusagasugá

2020

Facultad de Ciencias Agropecuarias

INCLUSIÓN DE HARINA DE INSECTOS EN DIETA DE TRUCHA ARCOÍRIS
(*Oncorhynchus mykiss*) COMO FUENTE NUTRICIONAL ALTERNATIVA

Deyvid Rodrigo Sastre González

DIRECTORA

Sara Cristina Chaverra Garcés

Zootecnista, MSc Ciencias Agrarias

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de

ZOOTECNISTA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

Facultad de ciencias agropecuarias

Programa académico:

ZOOTECNIA

Fusagasugá, Cundinamarca, Colombia

2020

Universidad de Cundinamarca
Sede Fusagasugá



iii

Facultad de Ciencias Agropecuarias

“ESTA PAGINA ES OPCIONAL”

Copyright © 2020 por Deyvid Sastre gonzlez Todos los derechos reservados.



Universidad de Cundinamarca
Sede Fusagasugá

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Dedicatoria

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Agradecimientos

Agradezco infinitamente a mis padres y mi abuelo que me permitieron recibir una educación superior dando todo por mí en cada momento de mi vida, de igual manera agradezco a la profesora Sara Chaverra Garcés quien gracias a su conocimiento, apoyo y asesoría me permitió completar esta monografía .

Facultad de Ciencias Agropecuarias

RESUMEN

Actualmente en Colombia existe un vacío en el conocimiento sobre el uso de harinas de insecto como alternativa nutricional, especialmente en el área de la piscicultura; Este trabajo busca por medio de la recopilación de información e investigaciones de carácter científico exponer el uso y el potencial de la harina de insectos tales como; el grillo común (*Acheta domestica*), la larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*), mosca común (*Musca domestica*) y gusano de la harina (*Tenebrio molitor.*) como una fuente de nutrientes (proteína, aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas, minerales etc.) Identificando las ventajas reportadas en la literatura actual sobre del uso de harina de insecto enfocada en la nutrición de Trucha arcoíris (*oncorhynchus mykiss*). Una vez recopilada la información se realizó una comparación con otros alimentos balanceados que se encuentran en el mercado encontrando que los beneficios nutritivos en las producciones piscícolas ya han sido descritos y comprobados en investigaciones anteriores en diferentes países y condiciones climáticas. Con resultados como una digestibilidad calculada alta de todos los AA que osciló entre 95 y 98%.

Palabras clave: potencial, alternativa, nutrientes.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

ABSTRACT

Currently in Colombia there is not enough information or there is a gap in the knowledge of compelling research on the use of insect meals as a nutritional alternative, at least in the area, especially in the area of fish farming; Causing its potential to be wasted. This work seeks through the compilation of information and scientific research to expose the use and potential of insect flour such as; the common cricket (*Acheta domestica*), the black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*), the common fly (*Musca domestica*) and the mealworm (*Tenebrio molitor*.) and as these are a source of protein and nutrients of other quantity of nutrients important (amino acids, fatty acids, vitamins, minerals, etc.) Identifying the advantages reported in the current literature on the use of insect meal focused on the nutrition of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Once the information was collected, a comparison was made with other balanced foods found on the market, finding that the nutritional benefits in fish production have already been described and proven in previous research in different countries and climatic conditions. With results as a high calculated digestibility of all AA that ranged between 95 and 98%.

Keywords: potential, alternative, nutrients.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Tabla de Contenidos

Índice

capítulo 1 introducción e información general	1
objetivo general.....	4
objetivos específicos	4
1.1 potencial de la alternativa	4
1.2 necesidades de investigación	9
capítulo 2 uso de insectos en la nutrición de los peces	10
2.1 información nutricional de algunos insectos.....	11
2.2 fisiología digestiva de la trucha arcoíris y aprovechamiento de los nutrientes.....	14
capítulo 3.....	19
insectos de interés en la investigación y sus respectivas características	19
3.1 mosca domestica (<i>musca domestica</i>)	19
3.2 mosca soldado negro (<i>hermetia illucens</i>)	20
3.3 gusano de la harina (<i>tenebrio molitor</i>)	20
3.4 grillo común o doméstico (<i>acheta domesticus</i>)	21
3.5 posible uso de la harina de insectos en las diferentes etapas de la trucha	22
3.6 aspectos para tener en cuenta en la producción de insectos	26
capítulo 4 resultados y discusión.	29
4.1 probables ventajas	29
4.2 ventajas ambientales	29



Universidad de Cundinamarca
Sede Fusagasugá

Facultad de Ciencias Agropecuarias

4.3 ventajas en el ámbito social y los medios de vida	30
conclusiones	31
lista de referencias	32

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Lista de tablas

Tabla 1 comparacion de aporte de aminoacidos entre materias primas.....	7
Tabla 2 Propiedades nutricionales en algunos insectos	13
Tabla 3 Requerimientos de aminoácidos en dieta de salmónidos	17
Tabla 4 Requerimiento de proteína y alimento en trucha arcoíris.....	24

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Capítulo 1
INTRODUCCIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

La producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en Colombia, es una de las más rentables en la actualidad, esto basándose en el crecimiento reportado por el Ministerio de Agricultura en donde se afirma que nada más en el 2016 hubo un crecimiento del 30% en toneladas y 33% en valor de exportaciones de Tilapia y Trucha (Ministerio de Agricultura Colombia, 2016); mientras que en el año 2020 se reporta una producción de 13.238 toneladas exportadas entre tilapia, trucha y camarón con un valor de \$USD 82,3 millones (Ministerio de Agricultura Colombia 2020) con lo cual, nos ratificamos como el segundo proveedor de filetes frescos a Estados Unidos" de igual forma esta es una de las especies que más cuidados necesita, estos cuidados haciendo referencia a la temperatura de los estanques y la variabilidad de los requerimientos nutricionales en sus diferentes etapas implicando una cantidad considerable de inversión económica ya que tan solo en su etapa de engorde esta requiere alimento balanceado tipo engorde, que contienen alrededor de 35% de proteína, suministrándole una cantidad equivalente al 1.5% de su biomasa, con raciones distribuidas entre 2 a 4 veces diarias. (Ministerio de la Producción Perú, 2014) de esto depende alcanzar un buen desarrollo y un peso óptimo para su posterior comercialización.

En este aspecto es donde la harina de insectos se vuelve una alternativa interesante desde el punto de vista económico, además con potencial nutricional acorde a

Facultad de Ciencias Agropecuarias

los requerimientos de la trucha en sus diferentes etapas. En Colombia esta alternativa aún no ha sido explorada al menos en cuanto a lo que nutrición en producciones piscícolas corresponde; en contraparte algunos países de Europa y África ya han evaluado la eficiencia de la harina de insectos, comenzando a ver los insectos como alternativa alimenticia hasta el punto de casi llamarla comida del futuro. Esta afirmación es muy probable ya que la harina de insecto (depende de la especie y la etapa de desarrollo) es altamente digestible (75% pepsina 0,002), con altos niveles de proteína (más de 55%) y un perfil de aminoácido con aproximaciones a la harina de pescado (Torres, 2017).

Los insectos pueden ser una valiosa fuente de proteína para la nutrición de los peces, un ejemplo de esto es que los insectos en condiciones naturales, poseen un contenido de proteína, entre 9.3% a 76% (Sánchez-Muros y col. 2014.), y sus contenidos grasos, pueden variar de 7.9% a 40% (Meneguz 2018) y de la misma manera son la fuente de alimento principal de especies carnívoras como lo son los salmónidos ayudando al mantenimiento de las mismos en condiciones naturales.

En el caso de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), es una especie que pertenece a la familia de los salmónidos y posee hábitos alimenticios carnívoros de tal forma que en cultivo los requerimientos de proteína son más altos (estos requisitos se basan en el perfil corporal de aminoácidos de cada especie (Kaushik y Seiliez 2010) siendo para peces carnívoros entre 55% y 45% de Proteína Cruda (PC).

La gran diversidad de especies de insectos, procedentes de diferentes ecosistemas, con diferentes dietas y etapas de desarrollo (larva, pupa, ninfa o imago) genera variabilidad en su composición proximal, incluso dentro de una misma especie.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

(Domínguez, 2015) Esta misma variabilidad anteriormente mencionada es la que permite obtener resultados muy positivos en las producciones animales en donde se implementan. Es posible que los insectos como materia prima también se presten para modificaciones como adición de sustratos o enriquecedores (minerales), y de esa de esa manera se puede regular o modular la composición nutricional evitando deficiencias o desbalances especialmente entre Ca:P.

Es por esto mismo que esta monografía busca exponer por medio de investigaciones posteriores como la diversidad de capacidades nutricionales de los insectos le permite adaptarse a los requerimientos de las diferentes etapas de desarrollo de la especie en donde se utiliza (trucha arcoíris), y como al mismo tiempo genera múltiples beneficios (mayor masa muscular y mejor capacidad de absorción de nutrientes) en la producción acuícola en este caso siendo la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Con el desarrollo de la presente revisión se pretende generar información sobre puntos clave que pueden ser considerados en futuras investigaciones, y/o aplicaciones tecnológicas en la nutrición piscícola sostenible a nivel regional y nacional.

Universidad de Cundinamarca
Sede Fusagasugá

Facultad de Ciencias Agropecuarias

OBJETIVO GENERAL

Recopilar información de diferentes fuentes de literatura que soporten el potencial y utilidad de la harina de insecto en la producción de Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las ventajas reportadas en la literatura actual sobre del uso de harina de insecto
2. Realizar una comparación de la composición nutricional de la harina de insectos con materias primas empleadas comúnmente en la elaboración de alimentos concentrados para salmónidos
3. Analizar El estado actual del uso de harina de insecto en la industria de producción de alimentos para peces, específicamente salmónidos.

1.1 Potencial de harina de insecto como alternativa en la nutrición de peces carnívoros

la creciente demanda por productos de origen animal, aunado al impacto ambiental generado por el cultivo de cereales para la elaboración de alimentos concentrados y el aumento de precio de estos en el mercado, constituyen algunas de las razones para emplear materias primas alternativas en la alimentación animal. La harina de insectos se ha convertido en una de estas alternativas promisorias debido a sus

Facultad de Ciencias Agropecuarias

características composicionales, como fuente de ácidos grasos y proteína.

Adicionalmente exhiben ventajas medio ambientales como menor uso de espacio, recursos naturales y menor generación de gases de efecto invernadero. (FAO,2013)

En piscicultura se ha tenido el mayor avance y aprovechamiento de lo anteriormente nombrado demostrando con diferentes ejemplos que varias especies de insectos tales como; el grillo común (*Acheta domesticus*), la larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*), mosca común (*Musca domestica*) y del gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) pueden ser una fuente de proteína ácidos grasos y aminoácidos.

Por otro lado, las investigaciones y el desarrollo de esta alternativa han sido mayormente desarrolladas en países de África y Europa, mientras que en Colombia y sur América el conocimiento de esta alternativa no ha sido profundizado o en algunos casos es nulo, lo cual conlleva al desaprovechamiento de la misma, la cual puede ser de gran ayuda para los piscicultores de diferentes escalas gracias a las ventajas anteriormente nombradas.

Algunos estudios como los presentados por Belghit y Col (2018) presentan resultados en los que afirman que el uso de ingredientes a base de insectos en los alimentos para peces no afectó a el consumo de alimento de los mismos, lo que indica que no hay efectos negativos sobre la palatabilidad de los insectos en dietas para el Salmón del Atlántico.

Incluso con niveles de inclusión de 600 g IM kg de dieta, no hubo efectos negativos sobre el rendimiento productivo, coincidiendo con otros ensayos donde emplearon proteína de mosca soldado negro (black soldier fly “BSF”) o harina de insectos entera para

Facultad de Ciencias Agropecuarias

reemplazar la harina de pescado en dietas para salmónidos. No se observaron efectos sobre el crecimiento. Los peces alimentados con dietas con aceite de insecto de larvas de BSF cultivadas en sustrato enriquecido con Las macroalgas (IO2) crecieron tan rápido como el grupo de control (alimentado con VO dietético), mientras que los peces alimentados con una dieta con aceite de insectos (larvas cultivadas en medios que contenía solo desechos orgánicos terrestres (IO1)) creció un menos. Curiosamente, se ha informado previamente que existe un efecto positivo sobre el crecimiento en Trucha arco iris alimentada con dietas que contienen BSF criada con desechos de bovinos y residuos de pescado al comparado con BSF criado con una dieta de solo desechos de bovino).

De igual forma (Belghit y Col 2018) También afirman que en general, la harina de larvas BSF tiene un perfil AA favorable, similar al de FM (harina de pescado) y SPC (concentrado de proteína de soja), sin embargo, se considera bajo en triptófano y aminoácidos azufrados como la metionina, sus propios estudios confirmaron el bajo nivel de metionina en la BSF producida en las mismas instalaciones utilizadas para producir insectos para los alimentos actuales en general la digestibilidad calculada de todos los AA fue alta y osciló entre 95 y 98%. Hasta donde se sabe, solo un estudio sobre el ADC de AA de insectos se han realizado dietas basadas en pescado y es usado como referencia para estudios como este.

En otros estudios como los realizados por (Mikołajczak, col 2020)) se obtuvieron los siguientes resultados al comparar el aporte nutricional de aminoácidos de la harina de pescado vs la de diferentes insectos:

Universidad de Cundinamarca
Sede Fusagasugá

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Tabla 1 comparacion de aporte de aminoacidos entre materias primas tomado de
(Mikołajczak,co1 2020)

ítem		Harina de larvas de insectos y pescado	
Aminoácidos	Tm1	Fm2	Zm3
Aminoácidos indispensables (IAA)			
Arginina	5.02	4.50	5.91
Histidina	3.21	3.04	2.13
Isoleucina	4.77	4.67	4.79
Leucina	8.34	7.61	7.99
Lisina	5.64	5.62	7.99
Metionina	1.62	1.46 3	3.11
Fenilalanina	4.28	3.98	3.99
Treonina	5.21	4.97	4.39
Valina	7.40	6.94	5.77
triptófano	1.00	1.16	1.08
Aminoácidos dispensables (DAA)			
Alanina	9.09	8.32	6.79

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Ácido aspártico	8.28	8.19	9.70
cisteína	0.83	0.75	0.90
Ácido glutámico	5.96	5.21	6.56
Proilina	13.87	13.79	14.57
Serina	7.17	6.13	4.30
Tirosina	5.09	4.48	4.45
IAA / DAA	6.85	6.61	3.10

En la tabla anterior se pudo apreciar las diferencias entre materias primas representadas de la siguiente manera 1TM, harina de gusano de la harina hidrolizado con enzimas; 2 ZM, harina de gusanos hidrolizados con enzimas; 3 FM, harina de pescado (Skagen, Dinamarca). Como se puede apreciar la harina de insectos en la mayoría de aminoácidos proporciona un porcentaje mayor en comparación a la harina de pescado en la mayoría de los casos y cuando no es así los resultados no se encuentran por debajo de la harina de pescado o son iguales.

En este mismo estudio se concluyó que los usos de harinas de insectos hidrolizadas no afectan el rendimiento del crecimiento ni la eficiencia alimentaria, tampoco parámetros como el peso corporal final. En términos de histomorfología intestinal, no hubo aberraciones o cambios en las estructuras, lo que puede considerarse una ventaja del uso de insectos para la nutrición de la trucha

Facultad de Ciencias Agropecuarias

En general se concluyó que las harinas de insectos hidrolizados parecen ser una fuente de proteína alternativa prometedora para la nutrición de la trucha marina.

(Mikołajczak, col 2020).

1.2 Necesidades de investigación

Dilucidar sobre el uso potencial de la harina de insectos en la piscicultura contribuirían a una mejor comprensión de esta alternativa alimenticia. con miras a generar un impacto positivo en la producción nacional de trucha a pequeña, mediana y a escala comercial. La proteína aparte de ser esencial en la dieta, es uno de los recursos más costoso y en ocasiones escaso, la inclusión de insectos en la alimentación animal supone un beneficio no solo nutricional sino también económico teniendo en cuenta que su producción demanda de poco espacio y estos tienen la capacidad de aprovechar residuos orgánicos.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Capítulo 2

USO DE INSECTOS EN LA NUTRICIÓN DE LOS PECES

Los alimentos para peces, especialmente los de salmónidos y peces marinos, generalmente son basados en harina de pescado y aceite de pescado obtenido de especies pelágicas capturadas para este propósito (Médale, *Col*, 2013). La harina de pescado es una fuente muy apreciada de proteínas con una excelente composición de aminoácidos esenciales, mientras que el aceite de pescado proporciona los ácidos grasos omega-3 de cadena larga favorecidos por sus beneficios para la salud. Sin embargo, esta dependencia de la captura y posterior producción de harina y aceite de pescado y pueden contener contaminantes como bifenilos policlorados y dioxinas, causando que los consumidores ahora estén interesados en medidas de sostenibilidad, como la porción de insumos de la pesca silvestre para peces de cultivo (Tran, 2015).

Otro impacto ambiental notable que también está evidenciado es la alteración de la flora y fauna en los ecosistemas marinos, debido a que Cerca del 75% de la pesca mundial se destina al consumo humano y el 25 % restante se convierte en harina y aceite de pescado (García, 2014) estando todo esto dentro del concepto de la sobre pesca que de manera directa impacta negativamente el medio ambiente, causando daños irreparables en el ecosistema marino.

La cría de insectos es una industria en crecimiento con un amplio potencial. Richard Quilliam, Docente de la Universidad de Stirling en Escocia trabaja en dos

Facultad de Ciencias Agropecuarias

proyectos que se enfocan en explotar larvas de insectos para la transformación de residuos de materia orgánica. Los insectos poseen un gran potencial para convertir eficientemente la materia orgánica en una fuente de alto valor de proteínas y grasas (Van Huis, 2013), produciendo y refinando larvas de insectos cultivadas en condiciones orgánicas y con tan solo el desperdicio estas se pueden transformar en un producto de alta calidad que tiene el potencial de brindar soluciones sostenibles para la gestión de residuos y seguridad alimentaria. (L: R Payne, 2016).

El uso de insectos en la nutrición de los peces debe basarse en la cantidad de aminoácidos, porque esta es la cantidad aprovechable para la nutrición de los peces. Los insectos, así como otros animales, son fuente de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, pero las cantidades de estos los nutrientes variarán de acuerdo con la dieta y la etapa del insecto. (Kouřimská y Adámková, 2016) Algunas especies de insectos pueden cultivarse de formas orgánicas, reduciendo contaminación ambiental y aumentando la transformación de residuos en piensos con proteína de alta calidad, que pueden reemplazar compuestos cada vez más caros e ingredientes alimenticios, como la harina de pescado. (Sánchez-Muros, 2014)

2.1 Información nutricional de algunos insectos

Ciertas especies de insectos resultan de interés y de fácil acceso para su procesamiento y posterior uso como materias primas en nutrición de peces.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Dentro de estas especies las más utilizadas son la mosca Soldado negra (*Hermetia illucens*), Mosca común (*Musca domestica*), gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) y el grillo doméstico (*Acheta domesticus*). Cada una de estas teniendo un diferente aporte nutricional, pero con altos niveles de proteína y aminoácidos esenciales.

Tabla 2 Características nutricionales en algunos insectos tomado de (Nur, Nugroho, 2020)

Nutrientes %	Grillo común (<i>Acheta domesticus</i>)	Gusano de la harina (<i>Tenebrio molitor</i>)	Lombriz de tierra (<i>bombyx mori</i>)	Grillo mormón (<i>anabrus simplex</i>)	Mosca soldado negro (<i>Hermetia illucens</i>)
Proteína Cruda	55-67	47-60	52-71	60.3*	42**
Grasa	10-22	31-43	6-37	12.9*	35**
Metionina	1.4	1.5	46**	1.4	2.1
Cisteína	0,8	0,8	14**	0,1	0,1
lisina	5,4	5,4	75**	5,9	6,6

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Como se puede ver en la Tabla 1,2,3 un ejemplo de las especies mencionadas y de su composición proximal. El aporte que pueden tener en Proteína Cruda el grillo doméstico es de 55-67%, el gusano de la harina 47-60% y la mosca soldado negra 42%, también en grasas y aminoácidos esenciales como metionina cisteína y lisina.

Mientras que por otro lado aminoácidos de otro tipo pueden ser compensados por diferentes especies de insectos como lo es el gusano de la harina (*Tenebrio molitor*).

En algunos estudios el contenido de minerales en ceniza de los insectos es generalmente bajo, a excepción de las larvas de la mosca soldado negra (*Hermetia illucens*), para los cuales se han reportado valores superiores al 15%. estas larvas son ricas en calcio (7.6% de MS (materia seca), pero otros insectos tienen muy poco calcio en comparación. (Tran y col, 2015)

Los insectos generalmente tienen niveles de calcio muy bajos, y por eso es necesaria la suplementación del mismo. Esta fortificación del calcio en el sustrato de cría puede aumentar el nivel de calcio en la harina de las larvas. Normalmente las proporciones de calcio/fósforo en los insectos varían de 0.2 a 1.2 (excepto para las larvas de mosca soldado negro, que tienen una relación de 8.4) y, por lo tanto, son menores que los valores óptimos recomendados para peces (1.1–1.4) (Kumar et al., 2012). En algunos insectos (p. Ej., Harina de gusano de la mosca doméstica y grillo mormón), los niveles de fósforo son particularmente altos (1.0 a 1.6%). (Tran y col, 2015)

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Todas estas especies pueden ser una ventaja en la nutrición de la trucha arcoíris gracias a que esta es una especie depredadora que subsisten capturando y devorando otros seres vivos como peces pequeños e insectos. Su aparato digestivo está preparado para el aprovechamiento de proteínas animales y sólo pueden digerir y aprovechar una variedad muy limitada de los productos vegetales. (Orna Rivas,2010).

2.2 Fisiología digestiva de la trucha arcoíris y aprovechamiento de los nutrientes

este aprovechamiento de las proteínas animales se debe principalmente a dos órganos en el aparato digestivo de la trucha (estómago e intestino) gracias a que esta se encuentra dentro del grupo de los peces carnívoros donde su estómago posee una parte glandular que fabrica jugos gástricos como ácido clorhídrico que favorecen a la digestión y su intestino por otra parte se encuentra condicionado con una estructura que posee ciegos pilóricos los cuales aumentan la superficie de absorción para carbohidratos, lípidos y aminoácidos.

Con respecto a la actividad enzimática estudios como los presentados por Belghit, *col* (2018) informaron que “la actividad de las enzimas digestivas, el nivel de ácidos biliares totales, la actividad de la tripsina y la concentración de ácidos biliares totales en diferentes los segmentos intestinales no se vieron afectados por la inclusión de ingredientes a base de insectos.

Para obtener este resultado se le hizo un análisis a 6 peces adicionales por tanque, se diseccionó todo el tracto digestivo, limpiado del tejido adiposo adherido y dividido en proximal (PI), medio (MI) e intestino distal (DI). Donde Para la actividad LAP (Fosfatasa alcalina de leucocitos), los peces alimentados con las dietas mostraron actividad

Facultad de Ciencias Agropecuarias

marcadamente menor en el PI y MI, en contraste con una menor pero aumento significativo de la actividad enzimática en la DI. (Belghit, *col* 2018)

En el caso de la Trucha arcoíris, la dieta básica puede formularse desde un punto de vista práctico, pudiéndose afirmar que el mejor pienso para truchas es aquel que contiene mayor cantidad de proteína de origen animal; un pienso de alta calidad debe conteer entre un 45-50% de PC. El contenido proteico total de la mayoría de los piensos se logra por adición de proteína de origen vegetal. Esta sólo puede ser aprovechada por los peces relativamente pequeños y cuando estos ingieren grandes cantidades pueden ejercer un efecto perjudicial en la estructura de la microbiota intestinal, alterando la morfología del intestino lo cual finalmente repercute de manera negativa y directa en el desempeño productivo de los peces Orna Rivas,2010; Zhang y col 2018)

En cuanto a los aminoácidos, la Trucha arcoíris tiene unos requerimientos básicos que se deben incluir en la dieta. A continuación se presentan los requerimientos para salmónidos

Requerimientos de aminoácidos en dieta de salmónidos

Tabla 3 porcentaje de requerimiento de aminoácidos en la dieta de la trucha arcoíris tomado de (Orna Rivas, 2010)

Facultad de Ciencias Agropecuarias

aminoácido	Requerimiento en la dieta
Arginina	2,5% de la dieta
Histidina	0,7% de la dieta
Lisina	2,1 % de la dieta
Metionina	0,5% de la dieta
Cisteina	1,0% de la dieta
Triptófano	0,2% de la dieta
Treonina	0,8% de la dieta
Valina	1,5% de la dieta
Leucina	1,0% de la dieta
Isoleucina	1,5% de la dieta

En cuanto a carbohidratos la trucha puede utilizar pequeñas cantidades de carbohidratos digeribles (glucosa, lactosa, etc.), pero no se debe suministrar más de un 9% de estos, ni la ingesta diaria debe superar los 4,5g por kilogramo de peso vivo. (Orna Rivas, 2010). Algunos otros autores como (Br. Echevarria, 2014) sugieren que en el caso de peces carnívoros como lo son la familia de los salmónidos una inclusión del 10-20% es aceptable dependiendo la especie.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Lo anterior se basa específicamente en que el metabolismo energético de los peces carnívoros, como la trucha, difieren de los mamíferos y las aves en la proporción de macronutrientes que se utilizan como sustratos para la producción de energía. Mientras que la glucosa es una fuente principal de energía celular en mamíferos, es una fuente de energía relativamente menor en truchas. En contraste, las proteínas, aminoácidos y los lípidos son los sustratos preferidos para la producción de energía. (Panserat, col, 2013).

Los minerales, al igual que los animales superiores, la trucha arcoíris los necesita en pequeñas cantidades de minerales. Las necesidades exactas se desconocen, pero puede asumirse que la mayoría de los minerales esenciales para los peces pueden ser obtenidos directamente del agua, (Orna Rivas, 2010) estos de igual forma tienen importancia en la nutrición de la trucha ya que son cruciales en la formación de los huesos, dientes y la composición de la sangre. FAO (2014). Algunos de los minerales que contribuyen en el desarrollo de los salmónidos son el Selenio, Manganeseo y Zinc; (ARRAINA, 2013) siendo el el selenio es necesario para la regulación redox y para la protección del organismo frente al estrés oxidativo, aunque muy altos niveles pueden ser tóxicos; el El manganeseo (Mn) funciona como cofactor, activador o parte integrada de metaloenzimas y participa en metabolismo intermedio y antioxidación y el zinc se basa en su papel como componente integral de una serie de metaloenzimas (proteínas enzimáticas que contienen iones metálicos), p. ej. anhidrasa carbónica, fosfatasa alcalina, carboxipeptidasas, superóxido citosólico dismutasa, y como catalizador para regular la actividad de enzimas específicas dependientes de Zn.

Universidad de Cundinamarca
Sede Fusagasugá

Facultad de Ciencias Agropecuarias



Capítulo 3

INSECTOS DE INTERÉS EN LA INVESTIGACIÓN

3.1 Mosca doméstica (*Musca domestica*)

Tanto la mosca soldado negra y la mosca común pueden brindar cierta cantidad de nutrientes en etapa larvaria o adulta. Existen numerosos estudios sobre la composición química y los parámetros nutricionales de las larvas de la mosca doméstica y las pupas. (E.M. Nyakeri, col 2016). Aunque los resultados entre los estudios varían significativamente, en parte porque los métodos de producción también han sido variables; todos los estudios muestran que las larvas tienen un alto contenido de Proteína Cruda (40 a 60% de MS) y contenido de lípidos (9 a 25% de DM). (E.M. Nyakeri, col 2016) analizaron la composición de nutrientes de los gusanos de la mosca doméstica, en particular, proteína cruda, grasa, fibra, cenizas y contenido de aminoácidos. Encontraron que Lisina y Metionina, que son los dos aminoácidos esenciales más limitantes. Se encontró que eran más altos en la harina de gusano que en la harina de pescado y otras fuentes convencionales de proteínas. Sin embargo, el contenido cambia con el método de secado y con la edad de los gusanos; el contenido proteico disminuye y el contenido de grasa aumenta con la edad (M. Kenis, 2014).

3.2 Mosca soldado negra (*Hermetia illucens*)

Las larvas de la mosca soldado negra se promueven como una fuente de alimentación de alto valor, rica en proteínas y grasas. Esta comida es altamente digestible ya que no contiene anti nutrientes. Además, su perfil AA (aminoácidos esenciales) satisface las necesidades nutricionales de los peces de cultivo (Nextalim,2018).

De acuerdo con (Makkar et. Alabama. 2014), las larvas de la mosca soldado negra contienen alrededor del 40-44% de proteína cruda (PC). También son una fuente de grasa, la cantidad varía y depende de la dieta, El nivel de grasa en las larvas puede alcanzar el 50% si se alimenta con alimentos ricos en aceite. Además, es particularmente rica en calcio (Ca: 5-8% DM) y fósforo (P: 0.6-1.5DM), también contiene magnesio, hierro, manganeso, zinc y cobre. (Govaerts, 2018).

3.3 Gusano de la harina (*Tenebrio molitor*)

El valor nutricional del gusano de la harina como fuente de alimento ha sido reconocido diversos estudios. Se ha informado que las dietas basadas en insectos son potencialmente más baratas que los basados en harina de pescado.

Los estudios y aplicaciones de la harina de gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) en la acuicultura se han caracterizado por ser positivos en especial en especies carnívoras como son los salmónidos y la propia trucha arcoíris (*Oncorhynchus Mykiss*). , ya que su aporte nutricional en conjunto con los requerimientos nutricionales de la trucha arcoíris

Facultad de Ciencias Agropecuarias

va bastante a corde las necesidades de la misma, un ejemplo de su capacidad de aporte nutricional es el estudio presentado por (Choi1, 2018) donde se evidencio que las larvas de *T. molitor* tienen mayor valor nutricional para el Camarón blanco del atlántico (*Litopenaeus setiferus*) al reemplazar la harina de pescado con gusano de harina al 50% resultó en un aumento del 35% en el rendimiento de crecimiento de camarones en comparación con la dieta de 100% harina de pescado sin agregar ningún gusano de harina. El Reemplazo del 50% del grupo de gusanos de la harina tuvo un mejor rendimiento que los demás. Por lo tanto, los gusanos de la harina podrían ser capaces de proporcionar aminoácidos esenciales a los camarones para Crecimiento óptimo. (Choi1, 2018).

En el caso de la trucha estudios como los realizados por (Belforti,col, 2015) demostraron que una inclusión de hasta un 35% de harina de MT(*tenebrio molitor*) (hasta un 80% de reemplazo del componente de harina de pescado en las dietas experimentales) aún mantenía un rendimiento de crecimiento similar a los logrados con dietas de harina de pescado.

Y de igual forma la inclusión de TM en las dietas de truchas disminuyó significativamente la cantidad relativa de grasa, pero también condujo a modificaciones del perfil lipídico del músculo dorsal. (Belforti,col, 2015)

3.4 Grillo común o doméstico (*Acheta domesticus*)

En el Perú, la crianza y consumo masiva del grillo común *Acheta domesticus* (Linnaeus,1758), constituye una alternativa para alimento de ganado y otros animales de granja, como para consumo humano, aprovechando su alto valor nutricional, bajo costo

Facultad de Ciencias Agropecuarias

de producción y menor impacto al ambiente. En la actualidad a nivel mundial se cultiva comercialmente como una opción viable para la alimentación del ser humano, especies insectívoras y como cebo para la pesca deportiva (Arévalo, Iannacone, 2016).

En cuanto su aporte nutricional según Chávez, Ubidia, (2015) encontró que el valor de proteína Bruta de la harina de grillo fue de 51.8%, cercano a los valores de 49% a 58% con el uso de varios insectos descrito por la tesis de (Chavez, Ubidia, 2015).

En esta misma tesis se describen resultados en análisis bromatológico proximal a la harina de grillo común (*Acheta domesticus*) en cuanto al contenido de proteína verdadera, 51.81%, 19.8% grasas verdaderas, 4,24% cenizas y 7,37% de fibra. Lo cual representa un alimento de alto valor nutricional similar a la harina de pescado con una proteína bruta del 60%.

3.5 Posible uso de la harina de insectos en las diferentes etapas de la trucha

Cada una de las etapas de crecimiento de la Trucha arcoíris necesita requerimientos de aminoácidos, grasa, y demás nutrientes específicos y es aquí donde la harina de insectos se posiciona como una buena alternativa, esto se puede evidenciar en el caso de los alevines que se les debe suministrar raciones muy pequeñas de alimento concentrado en polvo o de granulado fino con un alto nivel de proteína que oscila entre 44 a 50%, durante las ocho horas de jornada normal de trabajo, hasta que los alevines lleguen a 5 centímetros de tamaño. (FAO,2014).

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Tan solo en la etapa de alevinaje las diferentes especies de insectos mencionadas pueden ser de gran provecho presentando porcentajes de proteína y aminoácidos esenciales muy acordes al requerimiento, como por ejemplo los mencionados por (Brunella Arru,col, 2019) donde se explica que las larvas de TM (*tenebrio molitor*) son ricas en proteína cruda (53.2%) y grasas (34,5%), tienen un perfil de aminoácidos adecuado y son fáciles de reproducir y alimentar ; TM es rico en zinc, selenio, riboflavina, biotina, ácido pantoténico, ácido fólico, quitina y antimicrobianos. péptido, isoleucina, leucina, lisina y ácidos grasos insaturados y TM es actualmente producido en escalas industriales relativamente grandes como alimento para animales insectívoros, cebo de pesca e incluso para consumo humano. (Brunella Arru, col 2019)

El requerimiento de proteína de la trucha, depende de su etapa de desarrollo como se relaciona a continuación

Tabla 4. Requerimiento de proteína y alimento en trucha arcoíris

características	Trucha		
Peso en gramos	0,5 a 50	50,1 a 100	101 a 500
Porcentaje de proteína	44 a 50	42 a 45	38 a 40

Fuente (FAO, 2014)

Lo anterior evidencia que en lo que corresponde a requerimiento de proteína, cada una de las especies de insectos en sus diferentes etapas al ser procesadas servirían al menos en la parte proteica como alimento para trucha sin ningún problema.

Las moscas de igual forma presentan un aporte con una relación positiva frente a los requerimientos de esta etapa como en el estudio de (*Schiavone y Col, 2017*) Donde se determinaron los Coeficientes de Digestibilidad Aparente del Tracto Total (ATTDC siglas en inglés) de Nutrientes, la Energía Metabolizable Aparente (AME y AMEn por sus siglas en inglés)) y los aminoácidos (AA), Coeficientes de Digestibilidad Ileal Aparente (AIDC) de un alimento a base de larvas de mosca soldado negra parcialmente desgrasada (BSFp) y altamente desgrasada (BSFh). Confirmando que el AA de alta calidad o las comidas BSF parcialmente desgrasadas fueron más altas que las informadas para los BSF completos en grasa. Como se esperaba, en el alimento desgrasado la proteína estaba más concentrada y, por lo tanto, la cantidad de AA fue mayor. De hecho, el AA El nivel en BSFp fue aproximadamente un 20% más bajo que en el alimento BSFh.

En cuanto a la harina de grillo, tal como se mencionó anteriormente los aportes de proteínas se encuentran en un rango aceptable para la nutrición de la trucha arcoíris, de igual forma los ácidos grasos y aminoácidos se presentan a en un rango similar según lo presentado por (*Josué, 2015*) 2.07 mg/g omega 3, 51,28 mg/g omega 6, 45.83 mg/g de

Facultad de Ciencias Agropecuarias

ácidos grasos saturados, 114,57 mg/g ácidos grasos insaturados, de los cuales 61,22 mg/g mono insaturados y 53,35 mg/g poli insaturados.

la información plasmada a lo largo de esta revisión es sustentada por diferentes productores de salmón en Europa que se han sumado a esta iniciativa concluyendo de igual forma que la cría de insectos también presenta un cierto nivel de flexibilidad en su composición nutricional dependiendo de la especie de insecto o del sustrato de alimentación (Entomo Farm, 2018). Según Entomo Farm, las compañías de alimentación de salmón podrían seleccionar un insecto o una especie de insecto con características (proteínas, grasas, minerales, etc.) que estén más adaptadas a una etapa específica del ciclo de vida del salmón (alevines, o adultos) (Entomo Farm, 2018). esta última no estando tan alejada de la trucha ya que el Salmon y esta se encuentran dentro de la misma familia de los salmónidos y sus requerimientos en sus etapas no son muy diferentes el uno del otro. (Govaerts, 2018)

Algunas investigaciones como la de (Skretting, 2017) quien informó en su investigación sobre el uso de harina de insecto para el salmón del atlántico (*Salmo salar*) ha sido positiva. Esta afirmación corresponde a estudios recientes sobre la alimentación de salmón con insectos. Belghit y col (2018) estudiaron la inclusión de harina y aceite de larvas de mosca soldado negro en el alimento para salmones. Demostraron que es posible tener un alimento con 60% de harina de insecto en combinación con un 40% aceite de insecto en las dietas del salmón del Atlántico sin ningún efecto negativo en el

Facultad de Ciencias Agropecuarias

crecimiento, dando resultados positivos con respecto a la utilización de este alimento, la digestibilidad aparente y la composición de todo el cuerpo en canal. Además, la proteína de harina de mosca soldado negra parece ser una buena fuente de AA y es bien absorbida por el salmón del Atlántico (Govaerts, 2018).

Otro aspecto a resaltar es la facilidad de crianza y ventaja económica que representan los insectos, ya que pueden criarse aprovechando diversos tipos de residuos, como las sobras de los alimentos y las excretas de otros animales, también pueden consumirse enteros o molidos, en forma de polvo o pasta e incorporarse a otros alimentos.

3.6 Aspectos para tener en cuenta en la producción de insectos

De acuerdo con, FAO (2013) deben considerarse diferentes aspectos a la hora de realizar una producción de insectos en entornos naturales:

- Consultar la dieta y los medios de vida de la producción local en la gestión y la conservación del hábitat natural de los insectos.
- Permitir la recolección sostenible de insectos a manos de la población local.
- Regular el uso de plaguicidas para evitar la acumulación biológica de contaminantes en la cadena alimentaria.
- Desarrollar métodos que controlen los niveles de recolección de modo que las poblaciones de insectos que son beneficiosos no se vean amenazados por los mismos.
- Integrar en la medida de lo posible sistemas para la domesticación total o parcial de los insectos, con vistas a suplementar los insectos capturados mediante la

Facultad de Ciencias Agropecuarias

recolección silvestre y a proporcionar un suministro continuo cuando las poblaciones silvestres fluctúen en función de la temporada.

- Evitar la liberación de especies no endémicas de insectos domesticados en entornos naturales.

Cada una de las especies tiene diferentes necesidades debido a su fisiología y este es un aspecto crucial en la crianza de estas mismas, en el caso las larvas de mosca soldado negro pueden crecer rápidamente y tener un excelente aprovechamiento de los sustratos que se le suministran. Pueden consumir de 25 a 500 mg de materia fresca / larva / día y se alimentan de una amplia gama de sustratos que van desde el estiércol hasta el desperdicio de alimentos. Su ciclo de engorde lleva 15 días hasta un peso promedio de larva de 0,25 g en condiciones óptimas (30 ° C), También se ha demostrado que las larvas eliminan las bacterias patógenas, reducen los olores de los desechos y la carga de sustrato / (desecho) se reduce hasta en un 70 % (base de materia seca). esto ayuda también a inhibir la ovoposición de la mosca doméstica que puede contaminar los huevos de la mosca soldado negro y sus larvas; esto dando como resultado un saneamiento secundario y una ventaja adicional. (Maquart P.O., 2017)

Los grillos por otra parte al ser de la familia de los Orthoptera viven en hábitat terrestres, muchos son cavadores y algunos son acuáticos. Numerosas familias son herbívoras, sin embargo, otras son polífagas y además hay depredadoras especializadas (Saga pedo 2010); unas pocas especies son comensales de hormigas y de otros animales. La mayoría de los ortópteros tienen un ciclo de vida de aproximadamente un año. Los

Facultad de Ciencias Agropecuarias

huevos poseen con gran cantidad de vitelo y son puestos solitarios o en grupos en el suelo o en la vegetación, según el suborden (Bar, 2010)

El potencial de estos es de los más grandes debido a sus características muy favorables como su rápido crecimiento, alta prolificidad (alrededor de 200 huevos por hembra) esto anclado a que solo se necesita 1 macho por 10/20 hembras, sus huevos eclosionan cada 10 semanas y se encuentra en su etapa adulta tan solo en 7 semanas. (SENA, 2018)

Ya en última estancia se encuentra el gusano de la harina o larva del *tenebrio molitor* cuyas características en la crianza en etapa de larva, poseen un color amarillo y marrón claro, tienen una longitud y peso de aproximadamente 20 mm y 160 mg respectivamente, aunque actualmente los productores comerciales de larvas agregan una hormona en la alimentación para evitar que muden y pasen a ser adultos, dando como resultado larvas gigantes que pueden alcanzar los 2 cm de longitud y un peso de 300 mg (Makkar, Col, 2014). En la siguiente etapa catalogada como pupa, tiene una duración de 7 a 9 días con una temperatura de 25°C o en su defecto puede llegar hasta 20 días a temperaturas más bajas. Finalmente llega a etapa de adulto convirtiéndose en escarabajo y puede vivir de dos a tres meses (Vega, 2019). Su alimentación no es nada compleja ya que a pesar de que estos insectos prefieren los productos de molinería, son omnívoros y bajo condiciones de cautiverio pueden ser alimentados con toda clase de desechos de plantas, harinas de trigo y maíz, entre otras. Generalmente son suplementados con fuentes proteicas como la harina de soya y leche en polvo. La dieta deberá ser balanceada para que tenga cerca del 20% de proteína en base seca. (Vega, 2019).

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Como se puede ver la producción de los insectos como materia prima y su uso como harina en la alimentación de la trucha arcoíris no representa mayor problema para el productor en cambio las ventajas económicas, nutricionales y ambientales son mucho mayores y más rentables (al reutilizar los mismos residuos de la producción) que otras que se encuentran en el mercado.

Capítulo 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 probables ventajas

El uso de insectos para la fabricación de piensos puede tener un número de beneficios de carácter ambiental, sanitario y contribuir a una mejora a los medios de vida en poblaciones menos favorecidas.

4.2 ventajas ambientales

Existen varias ventajas de origen ambiental comprobadas por las diferentes investigaciones presentadas a lo largo de la monografía, tales como; aprovechamiento del espacio en donde se conoce que insectos pueden convertir 2 kg de alimento en 1 kg de masa de insecto, mientras que por ejemplo el ganado requiere 8 kg de alimento para producir 1 kg de peso corporal esto en otras palabras lleva a una reducción de los gases de efecto invernadero ya que estos mismos al ser producidos por los insectos son comparablemente inferiores a los del ganado convencional; un ejemplo de esto es el de

Facultad de Ciencias Agropecuarias

los cerdos donde producen entre 10 y 100 veces más gases de efecto invernadero por kilogramo de peso.

Por otro lado, también pueden contribuir al reciclaje de residuos de origen orgánico tanto de humanos, como abono y estiércol, pudiendo transformar estos residuos en proteína de alta calidad, que a su vez pueden utilizarse como piensos de alta calidad. También necesitan menos tierra y agua lo cual contribuye a una reducción de la contaminación y erosión de estos dos componentes.

4.3 Ventajas en el ámbito social y los medios de vida

El conocimiento de la cría y la recolección de insectos y su posterior procesamiento para crear harina, pueden ofrecer nuevas alternativas nutricionales accesibles a diferentes personas que se dedican a la producción de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) sin importar el tamaño de su producción, esto gracias a la facilidad con la que las especies presentadas pueden ser conseguidas en la región donde este la producción de trucha, Además alternativa de empleo, ingresos a las familias criadoras de insectos.

Los insectos pueden recogerse directamente del medio de manera sencilla. Apenas se necesitan medios técnicos o inversiones importantes para adquirir equipos básicos de cría y recolección y sumado a esto se tiene una mejora directa de la dieta de los animales que posean.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

CONCLUSIONES

- La harina de insecto es una de las mejores alternativas para la nutrición de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) ya que como se evidenció en los estudios y reportes revisados tiene un alto potencial nutritivo que no afecta su tracto intestinal ni su crecimiento.
- Los beneficios nutritivos en las producciones piscícolas ya han sido descritos y comprobados en investigaciones anteriores en diferentes países y condiciones climáticas. Con resultados como una digestibilidad calculada alta de todos los AA que osciló entre 95 y 98%.
- También puede ser beneficioso para el desarrollo de la economía de una población al brindar una alternativa laboral fresca y amable con el ambiente.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Lista de referencias

1. Achille, Schiavone A, DeMarco M, Martinez S, Dabbou S, Renna M, Madrid J, Hernandez F, Rotolo L, Costa P, Gai F, Gasco L. (2017). Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (helmetia ilucences) . journal of animal science and biotechnology, N°7. 8-51
2. ARRIANA (Advanced Research Initiatives for Nutrition and Aquaculture) (. (2013). Understanding vitamins, minerals and other nutrients in fish feed diets based on plant driven ingredients. EU (European Unions: seventh framework program.) Pp14
3. Bar, D. M.E (2010). ORDEN ORTHOPTERA. In D. M. Bar, Biología de los Artrópodos 2010 revista IDE@-SEA N°43 1-13(p. 3).
4. Belforti M, Gai F, Lussiana C, Renna M, Malfatto V, Rotolo L, DeMarco M, Dabbou S, Schiavone A, Zoccarato I, Gasco L F. G. Col (2015). Tenebrio Molitor Meal in Rainbow Trout (Oncorhynchus Mykiss) Diets: Effects on Animal Performance, Nutrient Digestibility and Chemical Composition of Fillets. italia: italian journal of animal science. Vol 14.
5. Br. Echevarria Ruiz, M. J. (2014). determinacion de la formulacion mas adecuada de dieta para trucha arcoiris (oncorhynchus mykiss) en sus diferentes etapas de

Facultad de Ciencias Agropecuarias

- desarrollo. Trujillo-Peru: universidad nacional de Tujillo-facultad de ciencias agropecuarias.
6. Brunella Arru .B ,Furesi.R,Gasco.L,Madau.F.A *. R. (2019). The Introduction of Insect Meal into Fish Diet:. Department of Agriculture—University of Sassari, 07100 Sassari (SS), Italy; rfuresi@uniss.it (R.F.);, 4.
 7. Chavez Alcivar.B.E,Ubidia.Lugo.D.JJosue, C. A.-U. (2015). elaboracion y evaluacion de harina de grillo (acheta domesticus) como sutituto de harina de pescado en dos lineas de trucha arcoiris (orcohynchus mikis) durante etapa de alevinaje. tesis previa a la obtención del título de ingeniero agropecuario Sangolqui Ecuador: 2015.
 8. ChoiI, I.-H,Kim.M.J,Kim.J.N,K im.J.D,Park.Ch,Park.J.H,Chung.H. (2018). Replacing fish meal by mealworm (Tenebrio molitor) on the growth. Scielo.vol 40
 9. Colombia, M. d. (2016, febrero 23). minagricultura.gov.co. Retrieved from minagricultura.gov.co:
<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/colombia-se-afianza-como-exportador-de-trucha-y-tilapia.aspx>
 10. Colombia: minagricultura (marzo 2020). DIRECCIÓN DE CADENAS PECUARIAS, PESQUERAS Y ACUÍCOLAS CADENA DE LA ACUICULTURA. 2020 Pp 4

Facultad de Ciencias Agropecuarias

11. Domínguez, C. d. (2015). Evaluación de la harina de insectos como fuente alternativa a la harina de pescado en piensos para acuicultura. In C. d. Domínguez, Almeira españa: tesis universidad almeira españa.
12. Fajardo, J. C. revista america latina en movimiento (2014, abril 2014). alainet. Retrieved from alainet: <https://www.alainet.org/>
13. FAO. (2013, abril 1). fao.org. Retrieved from La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente: <http://www.fao.org/3/i3264s/i3264s00.pdf>
14. FAO. (2014). manual practico para cultivo de trucha arcoiris. Guatemala: Documento FAO.
15. Govaerts, F. (2018). Introducing insect-based salmon feed. the arctic univercity of norway: Master's thesis in International Fisheries Management (30 ECTS) May 2018 the arctic univercity of norway.
16. Iannacone,15) Iannacone.J, Arevalo L. A.-A. (2016). Crianza del grillo (Acheta domesticus) como fuente alternativa de proteínas para el consumo humano. revista urp peru, Vol 8.
17. Ikram Belghit.I,Liland N. S,Waagb.R,Biancarosa.I,Pelusio.N,Li.Y,Krogdahl.A,Jan Lock.E.-J. (2018). Potential of insect-based diets for Atlantic salmon (Salmo salar). Aquaculture, Vol 491,72-81.

Facultad de Ciencias Agropecuarias

18. Kenis.M,Ssepuyya.G,Namulawa.V.T,Mbabazi.D,Mugerwa.S,Funna.P,Nampija.
Z,Ekesi.S,Fiaboe.K:M 1. N. (2014). Insects used for animal feed in West Africa.
Entomologia , volume 2:Pp218.
19. Lenka Kouřimská. La, Adámková.A □. A. (2016). Insect meals in fish nutrition.
cience direct, journal 4.Pp 22-262.
20. Maquart P.O., M. F. Murray F., Leschen W., Netwon R., Little D.C (2017).
Instituto de Acuicultura de la Universidad de Stirling, RU acuafeed. Retrieved
from acuafeed: [https://acuafeed.co/entrada/mosca-soldado-negro----futuro-
alimento-para-tilapia--19760/](https://acuafeed.co/entrada/mosca-soldado-negro----futuro-alimento-para-tilapia--19760/)
21. Mikołajczak Z, Rawski.M, Mazurkiewicz.J, Kiero ´nczyk.B, Józefiak.DM. R.
(2020). The efect of Hydrolyzed Insect Meals in Sea Trout Fingerling (Salmo
trutta m. trutta) Diets on Growth Performance, Microbiota and Biochemical Blood
Parameters. Department of Animal Nutrition, Pozna´n University of Life
Sciences, Woły ´nska 33, 60-637 Pozna´n, Poland;, 3-20.
22. Nogales S-M erida1, P. G. (2019). Insect meals in fish nutrition. Reviews in
Aquaculture, 24.
23. Nur F.M, Nugroho R. A. (2020). Insect-based protein: future promising protein
source for fish. 1st International Conference on Tropical Studies and Its
Application (ICTROPS) IOP Publishing, 12.
24. Nyakeri.E.M,Oduor H. J,Ayieko.M,Amimo.F.A,. (2016). An open system for
farming black soldier fly larvae as a source of proteins for smallscale poultry and

Facultad de Ciencias Agropecuarias

- fish production. bondo- kenya: school of agricultural and food science, Jaramogui oinga odinga. *Journal of Insects as Food and Feed* 3(1):1-6
25. Panserat.S,Bobe.J,Marandel.L,Boudinot.P,Berthelot.C,Quillet.E,Volft.J.N,Genet.C,Jallion.O,Crollius.H.R,Guiguen.Y.K. (2013). RAINBOW TROUT AS A MODEL FOR NUTRITION. Saint-Pée-sur-Nivelle, France : Nova Science Publishers, Inc. .
26. Payne., ChL,Dobermann.D,Forkes.A,House.J. (2016). Insects as food and feed: European perspectives on recent research and future priorities. *Journal of Insects as Food and Feed*, 12.
27. peru, m. d. (2014). manual de crianza de trucha en ambientes convencionales. gobierno del Peru: FONDEPES (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero).
28. Raffino, M. E. (2019, diciembre 11). concepto de.com. Retrieved from oncepto de.com: <https://concepto.de/metodo-deductivo-2/#ixzz6Ia1zoBtK>
29. Rivas, B. E. (2010). MANUAL DE ALIMENTO BALANCEADO PARA TRUCHA ARCOIRIS. PUNO PERU: aacid pficina tecnica de cooperacion.
30. Sánchez M.J,Barroso F,Agugliaro F.M a, M.-J. S.-M. (2014). Insect meal as renewable source of food for animal feeding: A review. *Journal of Cleaner Production*, N°65, 16-273.
31. Sánchez-Muros MJ,Barroso.F.G,Manzano Augliaro.F a, F. G.-A. (2014). Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *cience direct*, 12.Pp 16-27

Facultad de Ciencias Agropecuarias

32. SENA, C. (2018, abril 24). " entomofagia-harina de grillo Sena tv". Bogota, Cundinamarca, Colombia.
33. Torres Meneses F, I. I. (2017, abril 21). engormix.com. Retrieved from engormix.com: <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/harina-insectos-cierra-ciclo-t40679.htm>
34. Tran.G, †Heuze. V,Makkar.H. (2015). Insects in fish diets. Association Française de Zootechnie, Paris, France, Vol 8.
35. Vega, L. C. (2019). Larvas de gusano de harina (Tenebrio molitor) como alternativa proteica en alimentacion animal. Monografía presentada como requisito parcial para optar al título de:Zootecnista In L. C. Vega, arvas de gusano de harina (Tenebrio molitor) como alternativa proteica en alimentacion animal (Ppp. 13-14). Bogota colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

Universidad de Cundinamarca
Sede Fusagasugá

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Apéndice

Las tablas y figuras pueden ir en el apéndice como se mencionó anteriormente.

También es posible usar el apéndice para incluir datos en bruto, instrumentos de investigación y material adicional.

Universidad de Cundinamarca
Sede Fusagasugá

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Vita

Acá se incluye una breve biografía del autor de la tesis.