

UNIVERSIDAD NACIONAL “TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA”

DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“Efecto de la concentración de proteasa en la digestibilidad de la proteína de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en un alimento balanceado para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Autores:

Bach. Robert MENDOZA MESTANZA

Bach. Marielita LÓPEZ GRÁNDEZ

CHACHAPOYAS, PERÚ 2008

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos; cuyos sacrificios, fuerza de voluntad, sencillez y confianza depositados en mi persona, han constituido un motor impulsor en mi formación profesional.

A todos y cada uno de mis demás familiares y amigos, quienes con su apoyo moral me motivaron a seguir adelante y así concluir mis estudios universitarios

Robert.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por haberme dado su bendición y fuerza para desarrollar y no claudicar en este duro, arduo pero satisfactorio trabajo que es la vida universitaria.

A mis padres, Justino y Carlota, por su apoyo constante y por encauzar mi vida.

A mis hermanos: Sadith, Lesly y Gleny, por ser personas trascendentales en mi vida.

A mi familia y a mis amigos, por su cariño y estima personal en los momentos más difíciles de mi vida.

Marielita.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestros asesores, Ing. Walter Merma Cruz y Ms. C. Julio Mariano Chávez Milla por su paciencia, orientación y por compartir con nosotros sus conocimientos.

A los señores miembros del jurado Dra. Flor Teresa García Huamán, Ms.C. Carlos Eduardo Millones Chamamé e Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo quienes han contribuido en la preparación de este trabajo de investigación.

Agradecemos, de manera muy especial, al Ms. C. Armstrong Barnard Fernández Jeri y al Ing. Erick Auquiñivin Silva por el respaldo y apoyo incondicional brindados durante la elaboración de esta tesis.

A los Ing. Manuel Garay Román, responsable de laboratorio de Química, a la Ing Elena Torres Mamaní, responsable del laboratorio de Tecnología Agroindustrial, por las facilidades que nos brindaron y por los recursos técnicos y humanos que pusieron a nuestro alcance para el desarrollo de esta tesis.

Gracias a todos los que hicieron posible la culminación del presente trabajo de investigación.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Dr. Juan Bautista Astorga Neira

Presidente de la Comisión Organizadora

Ing. Víctor Augusto Delgado Vélez

Vicepresidente Académico de la Comisión Organizadora

Dr. Jorge Jesús López Vergara

Vicepresidente Administrativo de la Comisión Organizadora


Ms. C. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

Coordinador de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

VISTO BUENO DEL ASESOR Y COASESOR

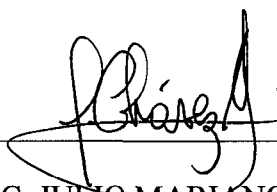
Los docentes de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas Ing. Walter Merma Cruz y Ms.C. Julio Mariano Chávez Milla, que suscribimos, hacemos constar que hemos asesorado la ejecución y elaboración del informe de la tesis titulado “Efecto de la concentración de la proteasa en la digestibilidad de la proteína de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en un alimento balanceado para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)” de los tesisistas Bachilleres. Robert Mendoza Mestanza y Marielita López Grández, egresados de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAT-A.

Chachapoyas, 27 febrero del 2008.



Ing. WALTER MERMA CRUZ

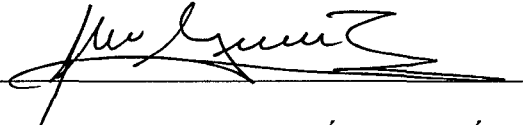
Asesor



Ms.C. JULIO MARIANO CHÁVEZ MILLA

Coasesor

JURADO DE TESIS



Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Presidenta



Ms.C. CARLOS EDUARDO MILLONES CHAMAMÉ

Secretario



Ing. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO

Vocal

VIII

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	V
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	VI
VISTO BUENO DEL ASESOR Y COASESOR	VII
JURADO DE TESIS	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDOS	IX
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.La trucha	4
1.2.Alimentación de los peces	6
1.3.Alimento balanceado	8
1.4.Insumos	9
1.4.1. Chocho (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)	9
1.4.2. Lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)	12
1.4.3. Sangre de vacuno	14
1.5.Digestibilidad	15
1.6.Enzimas	16
1.7.Proteínas y aminoácidos	16

II. MATERIAL Y MÉTODO	18
2.1. Material biológico	18
2.2. Elaboración del alimento balanceado	18
2.3. Descripción del alimento elaborado	24
2.4. Análisis proximal de la composición química del alimento balanceado	25
2.5. Instalación de los estanques	25
2.6. Condiciones experimentales	26
2.7. Procedimiento de recolección de datos	27
III. RESULTADOS	29
IV. DISCUSIÓN	36
V. CONCLUSIONES	40
VI. RECOMENDACIONES	41
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
VIII. ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Factor de conversión alimenticia por fase de desarrollo del pez.	1
Tabla N° 02. Composición nutricional del alimento para truchas arco iris, según la fase de desarrollo.	9
Tabla N° 03. Composición nutricional del chocho (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).	11
Tabla N° 04. Composición de aminoácidos de la proteína de chocho (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).	11
Tabla N° 05. Composición de ácidos grasos totales (%) del chocho (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).	12
Tabla N° 06. Contenido nutricional de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>).	13
Tabla N° 07. Composición química proximal nutricional de la sangre de vacuno.	15
Tabla N° 08. Formulación y composición de los tratamientos.	24
Tabla N° 09. Composición química proximal de materia prima.	32
Tabla N° 10. Composición química proximal del alimento elaborado.	32
Tabla N° 11. Coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína del alimento para truchas arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) por tratamientos durante los tres meses de estudio.	33
Tabla N° 12. Grupos homogéneos para el cda promedio de proteína del alimento elaborado, de acuerdo a los tratamientos.	33
Tabla N° 13. Talla promedio de las truchas arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>), por tratamiento durante los tres meses de estudio.	34
Tabla N° 14. Peso promedio de las truchas arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>), por tratamientos durante los tres meses de estudio.	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01. Coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína del alimento elaborado, por tratamientos durante los tres meses de estudio.	34
Gráfico N° 02. Ganancia de talla en las truchas arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>), por tratamiento durante los tres meses de estudio.	35
Gráfico N° 03. Ganancia de peso en las truchas arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>), por tratamiento durante los tres meses de estudio.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. N° 01. Flujograma de elaboración del alimento balanceado en estudio.

19

ANEXO

ÍNDICE DE FOTOS

Foto N° 01. Vista general de los estanques	45
Foto N° 02. Elaboración del alimento.	45
Foto N° 03. Control del peso de truchas arco iris.	46
Foto N° 04. Control de la talla de truchas arco iris.	46
Foto N° 05. Obtención de las heces por el método de presión abdominal.	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Tasa de alimentación para las truchas arco iris con diferentes tallas mantenidas en aguas a diferentes temperaturas.	50
Tabla N° 02. Formato de registro de longitud de las unidades experimentales.	51
Tabla N° 03. Formato de registro del peso de las unidades experimentales.	52
Tabla N° 04. Determinación del coeficiente de digestibilidad aparente de proteína del alimento, por tratamientos para el primer mes.	53
Tabla N° 05. Determinación del coeficiente de digestibilidad aparente de proteína del alimento, por tratamientos para el segundo mes.	53
Tabla N° 06. Determinación del coeficiente de digestibilidad aparente de proteína del alimento, por tratamientos para el tercer mes.	54
Tabla N° 07. ANOVA para coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína del alimento de las truchas arco iris en un diseño factorial 3A3B con DBCA.	55
Tabla N° 08. Prueba de Tukey para el coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína del alimento de las truchas arco iris.	56
Tabla N° 09. ANOVA para ganancia de talla de las truchas arco iris en un experimento factorial 3A3B con DBCA.	57
Tabla N° 10. ANOVA para ganancia de talla de las truchas arco iris en los 10 tratamientos.	58
Tabla N° 11. ANOVA para ganancia de peso de las truchas arco iris en un experimento factorial 3A3B con DBCA.	59
Tabla N° 12. ANOVA para ganancia de peso de las truchas arco iris en los 10 tratamientos.	60
Tabla N° 13. Prueba de Dunnett para ganancia de peso las de truchas arco iris.	61

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la concentración de la proteasa en la digestibilidad de la proteína de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), lo cual se determinó en función del coeficiente de digestibilidad aparente (cda.), ganancia de peso y ganancia de talla de las truchas arco iris.

Para realizar esta evaluación se elaboró alimentos balanceados para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) con fuentes proteicas de harinas de chocho, sangre de vacuno y lombriz roja californiana, alimentos a los que se denominó A1, A2 y A3, los mismos que estuvieron conformados por diferentes concentraciones de chocho, sometidos a 0%; 0,225% y 0,45% de proteasa cada alimento. Se utilizaron diez tanques de madera de 0,17 m³ cada uno; en cada tanque se colocaron 50 alevinos, con un peso inicial promedio de 0,76g y una talla promedio de 3,6 cm. Las heces fueron colectadas por el método de presión abdominal.

Tanto en los alimentos como en las heces se determinó el porcentaje de proteína para realizar el cálculo del cda. Luego, al comparar los resultados a través del ANOVA ($p < 0,05$) y comparación de medias mediante la prueba Tukey, se encontraron diferencias significativas entre los resultados del cda de los alimentos A1, A2 y A3, sometidos a 0%; 0,225% y 0,45% de proteasa; de igual manera al comparar las medias de ganancia de peso de las truchas arco iris, a través del tiempo con la prueba Dunnet se encontró diferencias significativas, siendo el tratamiento 6 el que presentó los mejores resultados.

Los resultados demuestran el efecto positivo de la proteasa, que incrementa el cda de la proteína de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en un alimento balanceado para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*); llegando a obtener mejores resultados con 0,45 % de proteasa.

Palabras claves: *trucha arco iris, hidrólisis, coeficiente de digestibilidad aparente, enzima.*

ABSTRACT

In the present work of the proteasa in the digestibility of the protein of doddering (*Lupinus mutabilis* Sweet) was evaluated, which was determined in function of apparent digestibility coefficient (adc), gain of weight and gain of size of the arco iris trouts.

To carry out this evaluation foods balanced for arco iris trouts was elaborated (*Oncorhynchus mykiss*) with protein sources of flours of doddering, bleed of bovine and Californian red worm, these foods was denominated A1, A2 and A3, the same ones that were conformed by different concentrations of doddering, subjected to 0 %; 0,225 % and 0,45 % proteasa each food. Ten wooden tanks of 0,17 m³ each one were used; in each tank 50 alevinos was placed, with a beginning of 0,76 g average and an average size of 3,6 cm.

The grounds were collected by abdominal pressure method. As much in the foods as in the grounds the protein percentage was determined to carry out the calculation of the adc. Then, when comparing the results through the ANOVA ($p < 0,05$) and comparison of stockings by the Tukey test, significant differences were found among the results of the cda of the foods A1, A2 and A3, subjected to 0 %; 0,225 % and 0,45 % proteasa; in a same way when comparing the stockings of gain of weight of the arco iris trouts, through the time with the Dunnet test significant differences were found, being the treatment 6 the one that presented the best results.

The results demonstrate the positive effect of the proteasa that increases the cda of the protein of doddering (*Lupinus mutabilis* Sweet) in a balanced food for arco iris trouts (*Oncorhynchus mykiss*); getting the best result with 0,45 % proteasa.

Key words: Arco iris trout, hidrolisis, of apparent digestibility coefficient, enzyme.

I. INTRODUCCIÓN

El alimento y los costos de alimentación generalmente representan el mayor costo operativo en la crianza intensiva de truchas arco iris y pueden constituir hasta el 65% de los costos de producción de los criadores comerciales (Palomino, 2004); pero este se incrementa aún más en nuestra región por la distancia que existe a las plantas de producción de alimentos balanceados que mayormente se encuentran en la costa.

Frente a esta problemática surge la idea de elaborar alimentos con productos y subproductos generados en nuestra región, revalorando los cultivos andinos de alto valor proteico como el chocho y también dando valor agregado a los subproductos de la carne, como es el caso de la sangre obtenida en los camales, que actualmente está ocasionando contaminación al ser desechados a los desagües públicos y al utilizar la harina de lombriz roja californiana para incentivar la lombricultura.

El empleo de productos vegetales como el chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) y subproductos animales como la harina de sangre de vacuno y de lombriz roja californiana, mezclados en diferentes proporciones, aseguran un buen porcentaje de proteínas, un adecuado perfil de aminoácidos, buena digestibilidad, sabor y una cantidad de grasas, ideal para que los peces crezcan en buen estado.

La proteína es uno de los compuestos nutritivos más importantes de los alimentos balanceados para peces. Generalmente, el crecimiento del pez es directamente proporcional al nivel de consumo alimenticio, la calidad de la proteína

y a la composición de aminoácidos. La cantidad que se usa en la dieta no solamente depende de su contenido de proteína y aminoácidos sino también de su digestibilidad, la que se busca incrementar con el empleo de proteasas para el hidrolizado de la proteína en sus componentes constitutivos que son los aminoácidos, estando más disponibles para el pez, así como también se reducirá la cantidad de nitrógeno en sus heces, conservando la calidad del agua utilizada en esta actividad (Cowey y Walton, 1989).

En este contexto, alimentar peces supone suministrar todos los nutrientes que precisen en cada momento y en la cantidad que sea necesaria, definiéndose como nutriente toda sustancia que sirve como fuente de energía metabolizable, el mismo que se considera un material necesario para el crecimiento del pez, reparación de sus tejidos y para el mantenimiento general de sus funciones corporales (Hettich, 2004).

En la alimentación de los peces se consideran dos aspectos distintos: primero, los requerimientos nutricionales y energéticos específicos, es decir, las cantidades de aquellos materiales que precisa para el mantenimiento y la producción; segundo, las características generales de la alimentación de los peces, puesto que la dieta natural de peces carnívoros y herbívoros es muy diferente pero en condiciones de cultivo ambas clases de peces pueden utilizar los mismos ingredientes de las dietas artificiales bien formuladas y que les permite crecer correctamente (Dawrosky, 1984).

Uno de los puntos claves en la truchicultura es determinar la cantidad mínima de alimento requerido, y al menor precio para producir la mayor cantidad de peces con

tamaño comercial y en el menor tiempo posible. Para conseguirlo se deben realizar estudios detallados de sus procesos fisiológicos para transformar el alimento, proporcionando con ello, los materiales y la energía necesarios para mantener la actividad, crecer y reproducirse (Brett, 1979).

Es por ello que con el presente trabajo se puso gran esfuerzo en preparar un alimento con las características nutricionales óptimas para la alimentación de truchas arco iris; teniendo como objetivo evaluar el efecto de la concentración de la proteasa en la digestibilidad de la proteína de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en un alimento balanceado para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

1.1. La trucha

Descripción taxonómica

Reino	Animalia
Phyllum	Chordata
Super clase	Piscis
Clase	Teleósteos (Osteichthyes)
Orden	Cupleiformen (Salmoniformes)
Familia	Salmonoidae
Género	Oncorhynchus
Especie	Oncorhynchus mykiss
Nombre común	Trucha “arco iris”

(Mastrokalo, 1999).

Características generales de la trucha

Esta especie se caracteriza por tener el cuerpo de forma fusiforme (forma de huso), ligeramente aplanada lateralmente, cubierto con finas escamas. Posee una banda lateral rosada iridiscente que se hace más vistosa en la época de la reproducción. La denominación de trucha arco iris se debe a la presencia de una franja de colores de diferentes tonalidades, con predominio de una franja rojiza sobre la línea lateral en ambos lados del cuerpo. Se distingue de otras especies por presentar una aleta adiposa en la parte posterior del dorso.

La trucha es un pez de hábito carnívoro y se alimenta en la naturaleza de presas vivas, como insectos en estado larvario, moluscos, crustáceos, gusanos,

renacuajos y peces pequeños. Su aparato digestivo (muy corto) está preparado para el aprovechamiento de proteínas animales y sólo pueden digerir y aprovechar una variedad muy limitada de productos vegetales (Palomino, 2004).

Características ecológicas

Hábitat

El hábitat natural de la trucha son los ríos, lagos y lagunas de aguas frías, limpias y cristalinas; típicas de los ríos de alta montaña, prefiere corrientes moderadas y ocupa generalmente los tramos medios de fondo pedregosos y moderada vegetación. Hemos dicho que son peces de agua fría, aunque el grado de tolerancia a la temperatura es amplio (Blanco, 1995).

El agua

Aspectos físicos

- Apariencia: debe ser limpia y fresca
- Turbidez: 400 mg/L.
- Color: azul tenue y azul verdoso.
- Temperatura: 12-15 °C para crecimiento y engorde

Aspectos químicos

- pH: agua neutra o ligeramente alcalina. 6,5-8,5 óptimo y 6,0-9,0 tolerable.
- Oxígeno disuelto: 6,5-9,0 ppm rango óptimo.
- Anhídrido carbónico (CO₂): menores de 7 ppm.

- Alcalinidad total: 20-200 mg/L de CaCO₃.
- Amoníaco no disociado: NH₃ no mayor de 0,02 mg/L.
- H₂S: máximo aceptado de 0,002 mg/L.
- Nitrógeno amoniacal: menores de 0,012 mg/L.
- Fosfatos: menores de 500 mg/L.
- Sulfatos: menor de 45 mg/L.
- Sólidos en suspensión: menores de 25 mg/L.
- (Blanco, 1995).

1.2. Alimentación de los peces

Las especies piscícolas están adaptadas a todos los recursos alimenticios presentes en el medio que habitan. Los salmónidos son peces carnívoros poco especializados que, en un medio natural, se alimentan de una gran variedad de invertebrados acuáticos. Son especies oportunistas no sólo por la variedad de su dieta sino también por la facilidad de adaptación a los cambios ambientales y a la disponibilidad de alimento (García de Jalón, et al., 1993).

Los peces que hoy se producen son carnívoros estrictos o, en algunos casos, omnívoros. Por ello, generalmente las dietas de los peces son muy ricas en proteínas (Tabla N° 02), lo cual conlleva una fuerte excreción de nitrógeno (NH₄, NH₃), cuya velocidad está relacionada directamente con la cantidad y calidad de la proteína suministrada en el alimento. La tendencia actual es buscar medios para disminuir la pérdida de nitrógeno y aumentar su retención controlando la relación entre la proteína digestible y el total de energía digestible de la dieta. Así mismo, el elevado precio de las fuentes de proteína,

principalmente de las harinas de pescado presentes en el mercado, hace que las investigaciones encaminadas hacia la búsqueda del máximo aprovechamiento proteico sea uno de los principales objetivos de las empresas dedicadas a la elaboración de dietas para peces.

Los formuladores de dietas tienden a preparar alimentos donde la proteína sea utilizada en su mayoría para incorporarse al músculo y obtener buenos crecimientos y donde los lípidos asuman la función de productos energéticos para su utilización metabólica eminentemente de desgaste energético, de esta forma un nivel lipídico elevado (entre un 16 y un 35% según especie y condiciones de cultivo) sirve para ahorrar al máximo la proteína y obtener excelentes crecimientos (Sanz, 1999), también se tiende a disminuir el factor de conversión alimenticia (alimento suministrado en Kg para obtener un Kg de carne de pez) como se puede observar en la Tabla N° 01.

Tabla N° 01. Factor de conversión alimenticia por fase de desarrollo del pez.

Fase de desarrollo	F.C.A.
Alevinaje I	0,8
Alevinaje II	0,8
Alevinaje III	0,9
Juveniles I	0,9
Juveniles II	1,0
Engorde	1,0

Fuente: Mendoza, 2004.

1.3. Alimento balanceado

La exigente demanda de alimentos ricos en proteína animal, principalmente en países en desarrollo, ha generado la necesidad de intensificar los procesos productivos en la acuicultura. Esto ha incrementado el interés en los avances científicos y tecnológicos relacionados con los factores que influyen directamente con la rentabilidad económica, incluyendo la eficiencia alimenticia, velocidad de crecimiento, así como en la salud y resistencia a enfermedades (Burr y Gatlin, 2005).

La eficiencia operativa de un cultivo está altamente influenciada por la dependencia existente hacia los alimentos comerciales, los mismos que constituyen un costo elevado en la producción intensiva, con niveles que oscilan entre el 40% y 70% de los costos de operación. Además, las dietas influyen de manera determinante en los atributos constitutivos del producto final obtenido, así como en la cantidad de nutrientes no asimilados que se liberan al medio ambiente (O'Sullivan et al., 1992; Makridis et al., 2005).

Tabla N° 02. Composición nutricional del alimento para truchas arco iris, según la fase de desarrollo.

Componente	Inicio I	Inicio II	Crecimiento I
Proteína % mín.	45	45	45
Carbohidratos % máx.	24	24	24
Grasa % mín.	10	10	10
Fibra % máx.	3	3	3,5
Fósforo % min.	1	1	1,4
AGN-3 %, min.	1	1	1
AGN-6 %, min.	1	1	1
Lisina %, min.	3	3	2,5
Calcio % min.	2	2	2
Met + Cist. %, min.	1,5	1,5	----

Fuente: UNALM, 2003.

1.4. Insumos

1.4.1. Chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet)

El chocho, conocido también como tarwi o Tarwi, es una leguminosa que ha constituido la base proteica principal en la alimentación de la población sudamericana desde tiempos antiguos, alcanzando gran importancia desde la época incaica.

Es una herbácea erecta de tallos cilíndricos, robustos y algo leñosos. El fruto es una legumbre de forma elíptica u oblonga, aguda en ambos extremos, con cerca de 120 vainas por planta. En las vainas se encuentran las semillas, que pueden variar en su número. El tegumento que cubre esta semilla es de consistencia dura y contienen alcaloides amargos que impiden su consumo (Rivera, 1995).

Composición química y valor nutricional

Las semillas de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), son excepcionalmente nutritivas. Las proteínas y el aceite constituyen más de la mitad de su peso. Un estudio hecho en 300 diferentes genotipos de semillas (Tabla N° 03) muestra que la proteína contenida varía de 41 a 51 %, el aceite (cuyo contenido es inversamente proporcional al del anterior) varía de 24 a 14%. Quitándosele la cáscara a la semilla y moliendo el grano se obtiene una harina constituida por 50% de proteínas.

La proteína de chocho tiene adecuadas cantidades de aminoácidos esenciales (Tabla N° 04) como la lisina y leucina pero es bajo en aminoácidos azufrados, sobre todo en metionina; en contraste con las proteínas contenidas en los cereales, como maíz, trigo, arroz; siendo complementarias de estos.

El aceite de chocho es relativamente rico en ácidos grasos no saturados, incluyendo el ácido linoleico (Tabla N° 05). El contenido de fibra de la semilla no es excesivo, pero se estima que pueda constituir una fuente importante de minerales (Villacrés, et al., 2003).

Tabla N° 03. Composición nutricional del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Componentes	%
Proteína	51
Grasa	20,4
Fibra	7,3
Cenizas	2,2
Fósforo	0,44
Calcio	0,42
Magnesio	0,16
Sodio	0,04

Fuente: Villacrés, et al., 2003.

Tabla N° 04. Composición de aminoácidos de la proteína de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet).

Aminoácidos	mg/g total de nitrógeno
Lisina	331
Leucina	449
Isoleucina	274
Metionina	47
Cistina	87
Fenilalanina	231
Tirosina	221
Treonina	228
Triptofano	110
Valina	252
Arginina	594

Fuente: Villacrés, et al., 2003.

Tabla N° 05. Composición de ácidos grasos totales (%) del chocho
(*Lupinus mutabilis* Sweet).

Ácidos	%
Oleico (Omega 9)	40,4
Linoleico (Omega 6)	37,1
Linolénico (Omega 3)	2,9
Palmítico	13,4
Palmitoleico	0,2
Esteárico	5,7
Mirístico	0,6
Araquídico	0,2
Behénico	0,2
Erúsico	0,0
Cociente Polisaturados/Saturados	2,0

Fuente: Villacrés, et al., 2003.

1.4.2. Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

La lombriz roja californiana es un organismo biológicamente simple, su peso mayormente lo constituye el agua en un (80 a 90%); presenta variaciones de colores debido a los pigmentos protoporfirina y éster metílico, dicha pigmentación lo protege contra la radiación ultravioleta. Tiene forma cilíndrica, con secciones cuadrangulares, variando en cuanto a tamaño de acuerdo a las especies de 5-30 cm y su diámetro oscila de 5-25mm, variando el número de segmentos de 80 a 175 anillos (Villegas, 1991).

Harina de lombriz

La harina de lombriz tiene un alto contenido de proteínas (68 % a 82 %) y de aminoácidos esenciales; aunque su riqueza mineral es inferior a las harinas de pescado y su contenido en fibra es muy reducido.

Tabla N° 06. Contenido nutricional de la lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*).

Nutriente	%
Materia seca	20-25
En 5g de materia seca:	
Proteína	62-64%
Grasa	7-10
Fibra	3-5
Carbohidratos	15-20
Cenizas	8-10
Calcio	0,55
Fósforo	1,0

Fuente: Aranda, 1992.

La harina de lombriz se ha evaluado en alimentación de peces, cerdos, aves, ranas y otros animales, incluyendo la humana. Por otra parte, la conversión alimenticia utilizando harina de lombriz, es mayor que la convencional.

Algunos investigadores lo han evaluado en alimentos de alevinos y encontraron buenos resultados con una dieta 15% harina de lombriz,

10% harina de pescado y 75% harina de arroz, obteniendo excelentes ganancias de peso (Villem, 1991).

1.4.3. Sangre de vacuno

La sangre representa el 3 % a 4 % del peso del animal, lo que equivale aproximadamente entre 14 L a 18 L. Este subproducto se puede destinar a la producción de harina para pienso y producción de plasma para ser utilizado como ligante de embutidos o también puede ser utilizado en la industria farmacéutica.

La mayor parte de la sangre de vacuno se utiliza en la fabricación de piensos para animales, como suplemento proteico con una composición de aminoácidos muy equilibrada. La harina de sangre es un buen estabilizador de la grasa en las raciones para animales y es una excelente fuente de la mayoría de los minerales traza.

La sangre de vacuno en los piensos es un suplemento de lisina, estabilizador de vitaminas, y es un componente nutricional (Madrid, 1999).

Tabla N° 07. Composición química proximal nutricional de la sangre de vacuno.

Componentes	%
Proteínas	18,6
Carbohidratos	0,8
Grasas	0,2
Agua	80,0
Sales	0,9

Fuente: Madrid, 1999.

1.5. Digestibilidad

La digestibilidad es uno de parámetros utilizados para medir el valor nutricional de los distintos insumos destinados a alimentación acuícola, debido a que no basta que la proteína u otro elemento se encuentre en altos porcentajes en el alimento (o en sus insumos) sino que debe ser digerible para que pueda ser asimilado y, en consecuencia, aprovechado por el organismo que lo ingiere. Por lo tanto, la digestibilidad constituye una excelente medida de calidad y ello ha suscitado la idea de medirla de diferentes formas: *in Vitro*, al someter las proteínas a una digestión artificial por pepsina que es una enzima que se encuentra en el estómago de los animales superiores o *in vivo*, que es método que consiste en determinar los nutrientes que ingresan a través del alimento y los que salen a través de las heces del animal (Palacios, 1993).

Para la determinación de la digestibilidad del alimento se utilizá la fórmula del coeficiente de digestibilidad aparente (cda):

$$\text{CDA.} = \left[\frac{\text{proteína.ingerida(g)} - \text{proteína.excretada(g)}}{\text{proteína.ingerida(g)}} \right] \times 100$$

Donde:

Proteína excretada = proteína contenida en las heces.

(Palacios, 1993)

1.6. Enzimas

Las enzimas son compuestos orgánicos de origen proteico, que actúan como catalizadores biológicos de los procesos digestivos y metabólicos. Las enzimas se caracterizan por su marcada especificidad debido a que existe una enzima particular para cada tipo de sustrato. Esto ayuda a ejercer efectos específicos sobre la digestibilidad de algún nutriente en particular sin afectar al resto, logrando una digestión eficaz y completa, además, de mejorar substancialmente la absorción de nutrientes. Al facilitarle al animal la digestión del alimento mediante el efecto hidrolítico que tienen las enzimas, mejora la biodisponibilidad y la absorción en el tracto digestivo, resultando en un ahorro de energía que se refleja en una mejor conversión y ganancia de peso; con la consiguiente disminución de los costos (Ávila, 2002).

1.7. Proteínas y aminoácidos

Los requerimientos de aminoácidos y de proteínas, con respecto a la energía dietaria (g de proteína/MJ de energía digestible) se comparan para una serie de vertebrados. Los salmónidos tienen un requerimiento de proteína mayor que los

mamíferos carnívoros, que a su vez tienen un requerimiento más alto que los mamíferos omnívoros. Usando la misma base de comparación, los requerimientos de aminoácidos en salmónidos son mayores que los de los mamíferos. Este mayor requerimiento de proteína y aminoácidos es debido parcialmente a su bajo requerimiento de energía no proteica; también a que las actividades de las enzimas tisulares que desaminan los aminoácidos esenciales y no se adaptan a la reducción en el consumo de proteína dietaria (Houlihan et al., 1986).

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Material biológico

Se emplearon 500 unidades de alevinos de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) con una talla y peso promedio de 3,6 cm. y 0,76 g respectivamente; adquiridas en el Centro Piscícola “La Lunta”, distrito de Lámud, provincia de Luya, entidad que pertenece a la Dirección Regional de Pesquería, Región Amazonas.

2.2. Elaboración del alimento balanceado

La elaboración del alimento balanceado se realizó de acuerdo al flujograma mostrado en la figura N° 01, cuyos pasos se describen a continuación.

a. Obtención de harina de chocho

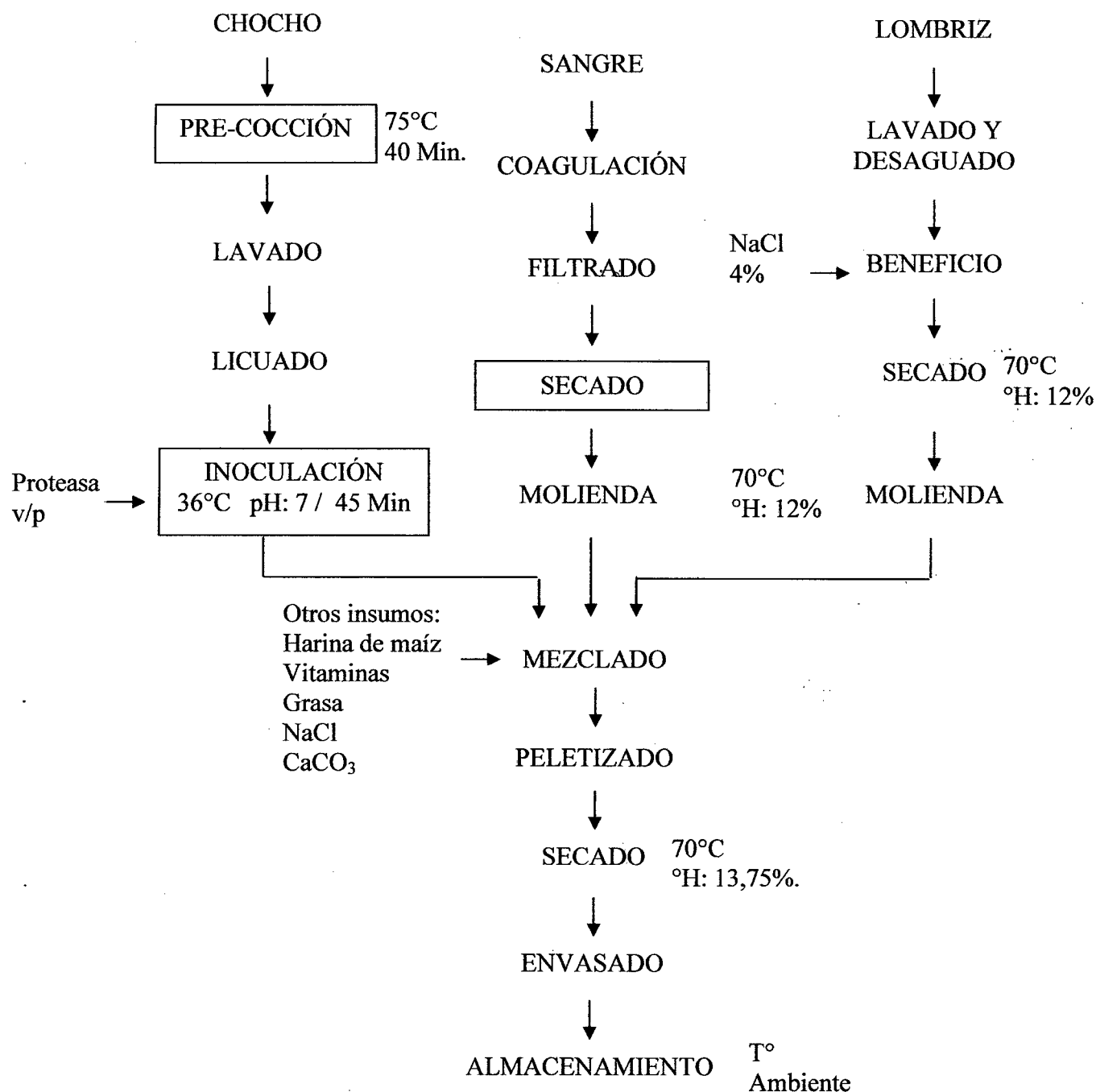
- **Chocho**

El chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) se utilizó principalmente como fuente de proteína vegetal y ácidos grasos. Este producto se adquirió de los productores de la provincia de Luya.

- **Precocción**

Se realizó en ollas de acero inoxidable a 75°C durante 40 minutos, con la finalidad de ablandar los tejidos y facilitar la extracción de los alcaloides presentes en el grano.*

Fig. N° 01. Flujograma de elaboración del alimento balanceado en estudio.



- **Lavado**

El chocho precocido se lavó con abundante agua durante 6 días hasta eliminar completamente el sabor amargo producido por los alcaloides en el grano del chocho.

- **Liculado**

El chocho lavado y drenado, se licuó juntamente con el buffer pH 7 en una licuadora OSTER hasta conseguir un producto granulado fino. El licuado permitió mejorar la textura y optimizar la acción de la proteasa.

- **Inoculación**

Al licuado obtenido se adicionó la proteasa (pancreatina) y se puso a incubar en una incubadora MEMERT a 36°C durante 45 minutos, estos parámetros permiten hidrolizar la proteína del chocho en sus componentes constitutivos que son los aminoácidos y de esta manera mejorar la asimilación en el alimento elaborado.

b. Obtención de harina de sangre de vacuno

- **Sangre de vacuno**

Esta fuente de proteína animal, fue adquirida en el camal provincial de la ciudad de Chachapoyas y llevada dentro de baldes de 10 litros hasta el lugar de procesamiento.

- **Coagulación**

La sangre recolectada se dejó reposar durante 20 minutos a temperatura ambiente para facilitar la coagulación.

- **Filtrado**

En esta etapa se eliminó la sangre no coagulada; para ello se aplicó presión sobre el filtro que contenía la sangre coagulada.

- **Secado**

La sangre filtrada se colocó en bandejas de metal y luego se introdujo al desecador de bandejas a 70°C hasta alcanzar una humedad final del 12%.

- **Molienda**

La sangre seca, se sometió a un molido manual, en un molino corona, hasta conseguir una granulometría fina que facilitó la mezcla y mejora de la textura final del alimento elaborado.

c. Obtención de harina de lombriz roja californiana

- **Lombriz roja californiana**

Esta fuente de proteína animal, se adquirió de lombricultores de la provincia de Luya, región Amazonas. Las unidades de lombriz tuvieron una talla promedio de 8,5 cm y un peso promedio de 1,5 g.

- **Lavado y desaguado**

Las lombrices recolectadas se sometieron a varios lavados hasta eliminar la tierra que traen consigo al momento de la captura.

- **Beneficio**

Las lombrices se colocaron en una solución salina al 4% de NaCl durante 10 minutos, con el fin de eliminar el sabor amargo característico.

- **Secado**

Las lombrices se lavaron con abundante agua para eliminar una sustancia amarilla que segregan durante la etapa del beneficio; después, la muestra tratada se colocó sobre bandejas de metal e introdujo en el secador a 70 °C hasta conseguir una humedad final de 12%.

- **Molienda**

Las lombrices secas se molieron en un molino manual corona con la finalidad de disminuir el tamaño de la partícula y mejorar la textura.

d. Mezclado

En esta etapa se mezcló las harinas de sangre de vacuno, lombriz roja californiana y de chocho; previamente sometida esta última a la acción de la proteasa para luego adicionar los demás insumos: vitaminas, grasa, harina de maíz, NaCl y CaCO₃, utilizados para balancear el alimento de

acuerdo a las exigencias nutricionales de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

e. Peletizado

Previamente, la mezcla fue sometida a un tratamiento térmico a una temperatura de 80 °C durante 15 minutos; luego se pasó por un molino victoria siemens con la finalidad de dar la forma adecuada al alimento, facilitar su ingestión y evitar pérdidas por dilución en el agua.

f. Secado

El alimento peletizado se colocó sobre bandejas de metal y fueron introducidas en el secador a 70 °C hasta conseguir una humedad final promedio de 13,75%.

g. Envasado

El producto se envasó en bolsas de polipropileno de alta densidad, para evitar la adsorción de humedad, oxígeno y otros gases que puedan alterar el producto.

h. Almacenamiento

El producto fue almacenado a temperatura ambiente, en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del alimento.

2.3. Descripción del alimento elaborado

En la presente investigación se sometieron a evaluación tres alimentos A1, A2 y A3, inoculados con 0 %; 0,225 % y 0,45 % de proteasa: formando nueve tratamientos (Tabla N° 08).

Tabla N° 08. Formulación y composición de los tratamientos.

Alimento	Tratamientos	Harina de chocho %	Proteasa %
A1	1	40	0
	2	40	0,225
	3	40	0,45
A2	4	45	0
	5	45	0,225
	6	45	0,45
A3	7	50	0
	8	50	0,225
	9	50	0,45

Las formulaciones se hicieron de acuerdo a un balance, en la que se tuvo en cuenta las exigencias nutricionales de la trucha arco iris (Tabla N° 02) y la composición nutricional de cada uno de las materias primas utilizadas (Tabla N° 09); con un balance aminoacídico según los requerimientos de la trucha arco iris.

Así mismo, se contó con una dieta control testigo, que se adquirió de la Universidad Nacional Agraria La Molina (alimento comercial). La adquisición y suministro del alimento se realizó de acuerdo al tamaño de las unidades

experimentales (trucha arco iris) iniciándose la alimentación con inicio I, inicio II y crecimiento I.

2.4. Análisis proximal de la composición química del alimento balanceado

En la presente investigación los componentes químicos se determinaron según la metodología que se detalla a continuación:

- Determinación de humedad: se evaluó empleando una balanza de humedad hasta obtener un peso seco constante.
- Determinación de grasa: método de Soxhlet.
- Determinación de proteína total: método de Kjeldhal.
- Determinación de carbohidratos: método por diferencia en base a los porcentajes de proteína, grasa, fibra, cenizas y humedad.
- Determinación de fibra cruda: método de Weende en un equipo Fiberest.
- Determinación de ceniza: método de la incineración de la muestra en una mufla.
- Digestibilidad (Palacios, 1993).

2.5. Instalación de los estanques

En el bioensayo se emplearon 10 estanques de madera de 1,5 x 0,25 x 0,45 m (Foto N° 01) los cuales se dejaron remojar durante 10 días con agua corriente para eliminar la resina presente en la madera. A continuación, con una solución de cal viva disuelta en agua se encaló todos los estanques, para lo cual se estancó esta solución durante 24 horas. Una vez hecho esto los estanques estuvieron aptos para la siembra de alevinos de acuerdo a la distribución de los tratamientos. La distribución de los tratamientos fue al azar, para lo cual se

elaboraron diez tickets los que fueron enumerados del uno al diez, doblados y colocados en una bolsa; luego, ubicándonos en el estanque del extremo derecho se empezó a sacar los tickets para ubicar los tratamientos en los estanques. Finalmente la distribución quedó de la siguiente manera: Llamaremos estanque T10 al que tendrá los alevinos control o testigo que fueron alimentados con alimento balanceado proveniente de la Universidad Agraria La Molina, y desde el T1 al T9 los estanques que albergaron los alevinos que fueron alimentados con el alimento en estudio con los tratamientos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9).

2.6. Condiciones experimentales

El bioensayo se desarrolló en el anexo Corralpampa, distrito de Lónguita, provincia de Luya, región Amazonas.

Se utilizaron ejemplares de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) de un peso promedio inicial de 0,76 g y con una longitud o largo promedio de 3,6 cm. En el bioensayo se utilizaron diez estanques de madera (Foto N° 01) de 0,17 m³ de volumen útil se utilizó agua sedimentada con una temperatura promedio de 12°C, a una tasa de cambio de entre 1,5 veces/h – 1,7 veces/h, (255 – 289 L/h) aproximadamente.

Los alevinos se distribuyeron al azar en las pozas experimentales (50 unidades en cada una), con una densidad de confinamiento inicial de 0,304 Kg/m³; los mismos que tuvieron un período de adaptación a la poza y a la dieta durante cinco días.

La alimentación se realizó manualmente, inicialmente ocho veces al día, la que se fue reduciendo a medida que crecían las truchas arco iris alimentándolos al final tres veces diarias; la cantidad de alimento suministrado fue de acuerdo a la tasa de alimentación para truchas de diferentes tallas mantenidas en aguas a diferentes temperaturas (Tabla N° 01, anexo).

2.7. Procedimiento de recolección de datos

- A las truchas arco iris se le registró la longitud y peso inicial para luego ser distribuidas al azar en pozas individuales para cada tratamiento (Tablas N° 02 y N° 03, anexo).
- Cada 10 días se registró el peso y longitud promedio de las truchas arco iris de cada tratamiento y se anotó en la ficha de control correspondiente (Tablas N° 02 y N° 03, anexo).
- Se registró la ganancia de peso y longitud durante los tres meses que duró el trabajo de investigación.
- La colecta de heces de las truchas arco iris se hizo por el método de presión abdominal, lo cual se realizó quincenalmente seleccionando la muestra (de las truchas arco iris) al azar. Una vez recolectadas fueron sometidas a refrigeración hasta su posterior análisis de proteína.
- Se calculó el cda para el alimento suministrado (Tablas N° 04, N° 05 y N° 06, anexo), teniendo en cuenta que las heces en las truchas arco iris constituyen el 30% del alimento suministrado.

El análisis de datos de cda, ganancia de peso y ganancia de talla se realizó bajo un experimento factorial 3Ax3B bajo un DBCA.

La comparación de medias de los tratamientos para el cda se realizó mediante la prueba Tukey con 95% de confianza y la comparación de medias para la ganancia de peso y talla de las truchas arco iris con los resultados obtenidos de las truchas arco iris alimentadas con el alimento comercial se realizó mediante la prueba Dunnet con 95% de confianza (Tablas N° 08 al N° 13, anexo)

III.RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación nos muestra la composición nutricional de la harina de lombriz roja californiana, de sangre de vacuno y de chocho (Tabla N° 09) utilizados en la elaboración del alimento balanceado del presente estudio.

La tabla N° 10, muestra la composición nutricional del alimento elaborado para los nueve tratamientos: los valores de proteína, grasa y carbohidratos son de 42,5 %, 12,25 % y 19,17% para los tres primeros; 47,8 %, 13,16 % y 15,73% para el 4° al 6° y de 50,01 %, 13,51 % y 11,54 % para los tres últimos respectivamente.

En la Tabla N° 11 se muestra los valores del coeficiente de digestibilidad aparente (cda) de proteína, por tratamientos; siendo el tratamiento 6 con 45% de harina de chocho y 0,45% de proteasa el que ha obtenido los mejores resultados con 89,08 %; 89,83 % y 90,02 % durante el primer, segundo y tercer mes; también se observa que los mínimos resultados de cda de la proteína fue obtenido en el tratamiento 7 que contenía 50% de harina de chocho, sin inclusión de proteasa con 82,04 %; 84,97 % y 87,66 % para el primer, segundo y tercer mes, respectivamente.

Al realizar la comparación de medias de los tratamientos para el cda de la proteína mediante la prueba Tuckey con un intervalo de confianza 95%; se encontró cuatro grupos homogéneos (Tabla N° 12) el primer grupo homogéneo lo conformó el tratamiento 7 con 84,01 % de cda, el segundo grupo homogéneo lo conformaron los tratamientos 8 y 4. Los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento 8 con

87,70 % de cda promedio; en el tercer grupo homogéneo conformado por los tratamientos (4, 1, 5, 2, 9, 3), el tratamiento 3 obtuvo los mejores resultados con 89,07 % de cda. y el cuarto grupo homogéneo conformado por los tratamientos (1, 5, 2, 9, 3, 6), el mejor resultado lo obtuvo el tratamiento 6 con 89,64 % de cda.

En el gráfico N° 01 se presenta los valores del cda. de la proteína de los alimentos elaborados, en la que se observa que los valores de cda. de la proteína se incrementan relativamente durante los tres meses de estudio; de acuerdo a las fases de desarrollo de la trucha arco iris.

La tabla N° 13, muestra la talla promedio inicial, en el primer, segundo y tercer mes de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentadas con el alimento elaborado, de acuerdo a los tratamientos establecidos; en el que se observa que para el primer mes el tratamiento 6 es el que obtuvo los mejores resultados con 7,26 cm. de longitud final, seguido del tratamiento 5 con 7,24 cm. y el tratamiento que obtuvo el menor crecimiento durante el primer mes fue el tratamiento 1 con 7,14 cm; para el segundo mes hay una diferencia un poco más marcada en cuanto a ganancia de talla de las truchas arco iris, siendo el tratamiento 6 el que obtuvo los mejores resultados con 11,34 cm. de longitud final seguido del tratamiento 5 con 10,70 cm. y el tratamiento que obtuvo la menor ganancia de talla es el tratamiento 1 con 10,07 cm. y, para el tercer mes en el que se registró los resultados finales se observa que se mantiene esta tendencia ya que es el tratamiento 6 el que tiene los mejores resultados con 14,31 cm. de talla final para el tercer mes, seguido del tratamiento 5 con 13,56 cm y el tratamiento con la menor ganancia de talla final es el tratamiento 7 con 12,74 cm.

El gráfico N° 02 muestra los resultados de ganancia de talla de truchas arco iris, de cada tratamiento durante los tres meses de estudio. Se observa que la ganancia de talla es mayor durante el primer mes y va disminuyendo en el segundo y tercer.

La tabla N° 14, muestra los resultados de peso promedio de las truchas arco iris durante los tres meses de estudio, de acuerdo a los tratamientos establecidos, se observa que durante el primer mes, es el tratamiento 6 el que obtuvo los mejores resultados con 4,08 g de peso final, seguido del tratamiento 5 con 3,98 g y los tratamiento que obtuvieron la mínima ganancia de peso final durante el primer mes fueron el 1 y 2 con 3,91 g cada uno, para el segundo mes el tratamiento 6 es el que obtuvo los mejores resultados con 13,52 g. de peso final seguido del tratamiento 9 con 12,47 g y el tratamiento que obtuvo la ganancia mínima en peso es el tratamiento 7 con 10,67 g y para el tercer mes en el que se registró los resultados finales se observa que se mantiene esta tendencia ya que es el tratamiento 6 el que tiene los mejores resultados con 27,86 g de peso final para el tercer mes, seguido del tratamiento 9 con 26,01 g y el tratamiento con menor ganancia de peso final es el tratamiento 1 con 22,85 g.

El gráfico N° 03 muestra los resultados de ganancia de peso de truchas arco iris, de cada tratamiento durante los tres meses de estudio. Se observa que la ganancia de peso se incrementa significativamente durante el primer, segundo y tercer mes.

Tabla N° 09. Composición química proximal de materia prima.

Muestra	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Ceniza %	Carbohi- dratos %	Humedad %
Chocho	12,80	7,31	2,05	0,74	3,4	74
Harina de lombriz roja californiana	58,41	7,53	3,09	7,72	14,3	10
Harina de sangre de vacuno	82,84	1,13	---	---	3,73	9

Tabla N° 10. Composición química proximal del alimento elaborado.

Tratamientos	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Cenizas %	Carbohi- dratos %	Humedad %
1	45,20	12,25	3,01	5,82	19,17	13,75
2	45,20	12,25	3,01	5,82	19,17	13,75
3	45,20	12,25	3,01	5,82	19,17	13,75
4	47,8	13,16	4,79	5,98	15,73	12,34
5	47,8	13,16	4,79	5,98	15,73	12,34
6	47,8	13,16	4,79	5,98	15,73	12,34
7	50,10	13,51	5,54	7,21	11,54	12,2
8	50,10	13,51	5,54	7,21	11,54	12,2
9	50,10	13,51	5,54	7,21	11,54	12,2

Tabla N° 11. Coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína del alimento para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) por tratamientos durante los tres meses de estudio.

Tratamientos	CDA (%)		
	primer mes	segundo mes	tercer mes
1	88,05	88,52	88,72
2	88,45	88,78	89,31
3	88,72	88,98	89,51
4	87,45	87,57	88,08
5	88,20	88,58	88,83
6	89,08	89,83	90,02
7	82,04	84,97	85,03
8	84,73	87,19	87,66
9	87,43	89,58	89,88

Tabla N° 12. Grupos homogéneos para el cda promedio de proteína del alimento elaborado, de acuerdo a los tratamientos.

Tratamientos	cda promedio (%)
7	84,01 d
8	86,53 c
4	87,70 c b
1	88,43 b a
5	88,54 b a
2	88,85 b a
9	88,96 b a
3	89,07 b a
6	89,64 a

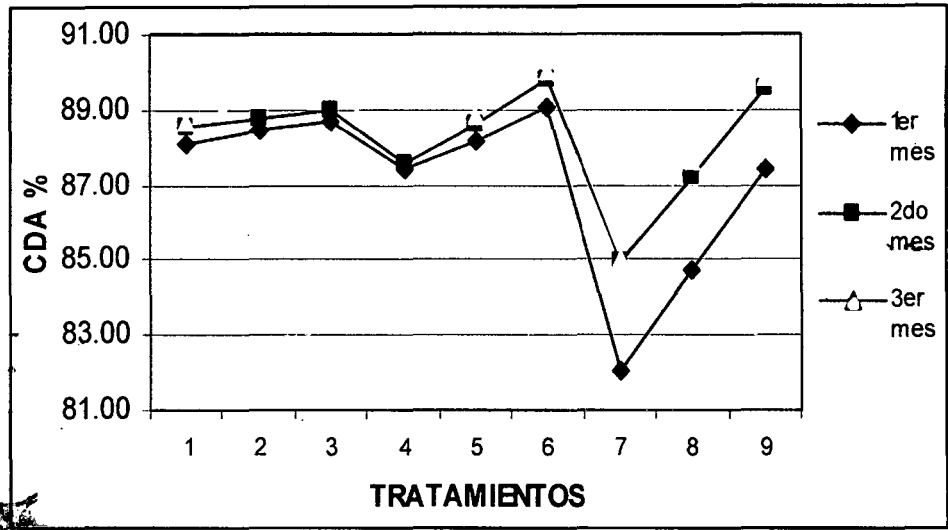


Gráfico N° 01. Coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína del alimento elaborado, por tratamientos durante los tres meses de estudio.

Tabla N° 13. Talla promedio de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), por tratamiento durante los tres meses de estudio.

Tratamientos	Talla (cm)		
	primer mes	segundo mes	tercer mes
1	7,14	10,07	12,80
2	7,20	10,15	12,84
3	7,20	10,13	12,93
4	7,18	10,38	13,17
5	7,24	10,70	13,56
6	7,26	11,34	14,31
7	7,17	10,12	12,74
8	7,16	10,15	13,19
9	7,19	10,36	13,40
10	7,18	10,55	12,96

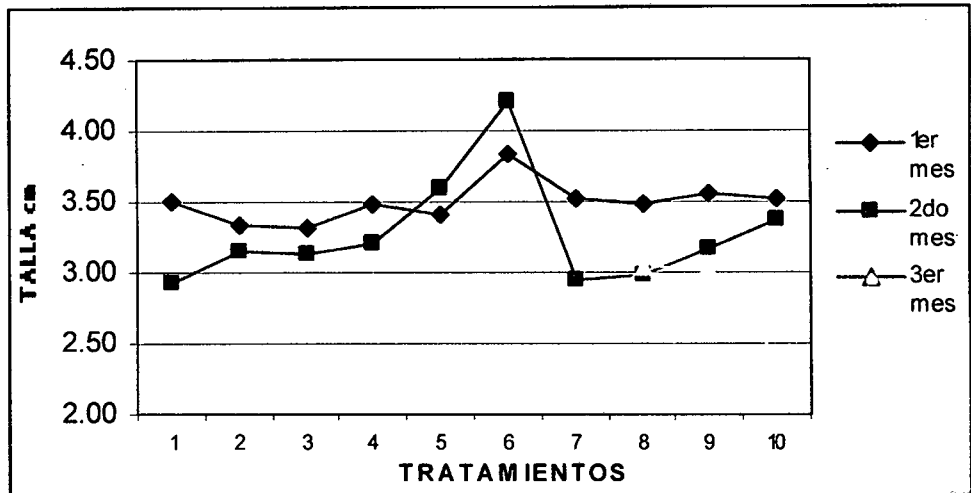
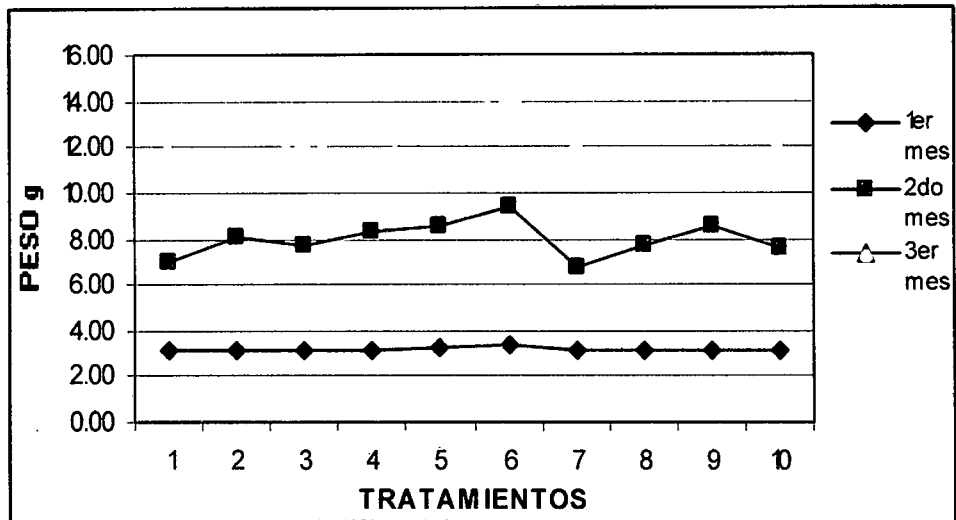


Gráfico N° 02. Ganancia de talla en las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), por tratamiento durante los tres meses de estudio.

Tabla N° 14. Peso promedio de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), por tratamientos durante los tres meses de estudio.

Tratamientos	Peso (g)		
	primer mes	segundo mes	tercer mes
1	3,91	10,90	22,85
2	3,91	11,93	23,23
3	3,93	11,63	23,96
4	3,93	12,20	23,58
5	3,98	12,46	25,62
6	4,08	13,52	27,86
7	3,98	10,67	22,88
8	3,95	11,59	25,15
9	3,95	12,47	26,01
10	3,92	10,73	23,39



Gráfica N° 03. Ganancia de peso en las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), por tratamiento durante los tres meses de estudio.

IV. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación muestra el potencial del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) para ser utilizado en alimentos para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), coincidiendo con resultados bastante satisfactorios obtenidos con el *Lupinus albus* (De la Higuera et al., 1988; Robaina et al., 1995).

En la Tabla N° 10, se muestra los valores de composición nutricional del alimento elaborado en la presente investigación, planteados de acuerdo a la composición nutricional de la materia prima (Tabla N° 09) y los requerimientos nutricionales de la trucha arco iris (Tabla N° 02). En la que se observa que el valor de la proteína está sobre el valor establecido (45%), esta sobre estimación se dio debido a en el balance realizado para este trabajo se tuvo en cuenta sólo el aporte de proteínas de la materia prima, y tal como manifiesta López, (1997) el concepto de proteína bruta en los programas de nutrición animal y en las evaluaciones alimenticias no es un parámetro exacto, encontrándose sobreestimado, por que no todo el contenido nitrogenado de los alimentos proviene de las proteínas del mismo, sino que existen compuestos nitrogenados no proteicos que hacen que se produzca esta sobreestimación.

El cda de la proteína del alimento elaborado mostrados en la tabla N° 11, los tratamientos 1 y 4 tienen un cda. de proteína promedio de 88,43 % y 87,70 % esto a pesar de no tener aporte de proteasa para la hidrólisis de las proteínas de la harina del chocho; lo que se justifica por que la harina de sangre de vacuno tiene una digestibilidad de 99 % , Madrid (1999); al igual que la harina de lombriz roja

californiana que tiene un 73 % de proteína altamente digestible y una gran cantidad de aminoácidos esenciales, Compagnoni y Putzolu, 2001.

Al utilizar enzimas (proteasas) para el hidrolizado de la proteína de harina del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), en el tratamiento 7 al cual no se incluyó proteasa, se observó un cda. de 82,04 %; 84,97 % y 85,03 % durante el primer, segundo y tercer mes; en el tratamiento 9 con 0,45% de proteasa se obtuvo mayores valores de cda. 87,43 %; 89,58 % y 89,88 %, respectivamente. Por otra parte, Carter, 2000 usando dietas donde incluyó 25 % y 33 % de lupino para *salmo salar* L, obtuvo digestibilidades totales de 84,36 % y 85,50 %, resultados similares a los obtenidos en el presente trabajo.

Las proteínas de origen vegetal naturalmente tienen una baja digestibilidad, razón por la cual se aplica proteasas exógenas; efecto que se manifestó en el tratamiento 6 donde se obtuvo un cda. de 89,64 %, resultados similares han sido obtenidos por otros autores (Cho y Slinger, 1979 citado en Palacios, 1993), en las que usando dietas comerciales, obtuvieron coeficientes de digestibilidad proteicas totales de 90% en *Oncorhynchus mykiss* a una temperatura de 12°C.

En el Gráfico N° 01 se observa que los valores de cda de la proteína del alimento se incrementa relativamente durante el transcurso de los tres meses de estudio del presente trabajo de investigación para cada uno de los tratamientos, esto es debido a que la actividad enzimática endógena varía con la edad, y que las actividades proteolíticas y amilolíticas de la trucha arco iris son bajas en las primeras fases de desarrollo que en las fases posteriores. Que por su puesto, afecta los coeficientes de

digestibilidad aparente como lo afirma Kitamikado y Tachino, 1960 (citado en Palacios, 1993).

La Tabla N° 13, muestra los resultados de ganancia de talla en truchas arco iris a través del tiempo, en la que se observa que la ganancia de talla disminuye con respecto al tiempo; ya que el crecimiento de los peces, respecto a su peso corporal, es muy rápido durante la fase de larva y juvenil de su desarrollo, llega a ser del 40% del peso del alevino al día e incluso mayor. La ganancia de talla disminuye a medida que aumenta el peso, de modo que el pez de 1Kg por lo general crece menos del 1% al día (Palacios, 1988).

La inclusión de *Lupinus mutabilis* Sweet en un 40% a 50% en alimento para truchas arco iris no influyó en la talla y peso (Tabla N° 13 y 14); por su parte, Carter y Hauler 2000, al emplear distintas especies de semillas de Lupino, incluyó 40 % sin causar efectos significativo sobre el crecimiento de salmón atlántico.

Al realizar la comparación de medias de los tratamientos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9) con el tratamiento 10 (testigo), la ganancia de peso de las truchas arco iris; analizados mediante la prueba Dunnett con un intervalo de confianza del 95%, se encontró diferencia significativa entre el tratamiento 6 y 10. Esto se debe a que el tratamiento 6 tiene un cda de proteína (89,64 %), siendo estas los compuestos nutritivos más importantes y están directamente relacionados con el crecimiento de peces (López, 1997).

V. CONCLUSIONES

- El efecto de la concentración de la proteasa sobre la proteína de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), consistió en el incremento del coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína del alimento elaborado.
- La concentración de pancreatina a 0,45 % en la proteína del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), mejoró los resultados de la ganancia de peso, talla y cda.
- El tratamiento 6 con 45 % de harina de chocho y 0,45% de proteasa, tuvo el mayor cda de la proteína del alimento, obteniendo un valor promedio de 89,64%.
- El tratamiento 7 con 50% de harina de chocho y 0% de proteasa tuvo el menor cda de la proteína del alimento, obteniendo un valor promedio de 84,01 %.
- El coeficiente de digestibilidad aparente de proteína del alimento para truchas arco iris, se incrementó relativamente durante los tres meses de estudio.
- El tratamiento 6 obtuvo mejores resultados en comparación con el testigo, al ser analizados mediante la prueba Dunnet con un 95% de significancia.

VI. RECOMENDACIONES

- Elaborar alimentos balanceados para las diferentes etapas de desarrollo de truchas arco iris, a mayor escala con los productos y subproductos generados en nuestra región para así satisfacer la demanda regional.
- Realizar una evaluación sensorial y fisicoquímica del filete de truchas arco iris alimentadas con alimento elaborado con productos y subproductos generados en nuestra región.
- Realizar un proyecto para la producción de alimentos balanceados para truchas arco iris, e instalar una planta piloto en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Ya que en nuestra región no existe planta alguna que se dedique a la elaboración de este producto.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, P. 2000. “Reemplazo parcial de la harina de pescado por lupino blanco (*Lupinus albus*) en dietas para salmón del atlántico (*Salmo salar*) cultivado en agua dulce: efecto del tratamiento aplicado al lupino”. Tesis de grado Universidad Católica de Temuco. Chile.
- Aranda, D. 1992. “El manejo de lombrices para la producción de abono orgánico de pulpa de café”. XV Simposio sobre caficultura latinoamericana. IICA / PROMECAFE, 2da Edición. Xalapa, Veracruz, México.
- Ávila G. 2002. “Utilización práctica de enzimas como aditivos para aves. Los avicultores y su entorno”. BM Editores S.A. de C.V. México.
- Blanco, M. 1995. “La trucha: cría industrial”. Segunda Edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid España.
- Brett, J. 1979. Environmental factors and growth. In Hoar, W.S., Randall, D. and Brett J. (Eds.) Fish Physiology, Vol. VIII, Bionergetics and Growth. Academic Press, New York, USA.
- Burel, C., Boujard, T., Corraze, G., Kaunshik, S., Boeuf, G., Mol, K., Vander Geyte, S. and Kühn, E. 1998. Incorporation of high levels of extruded lupin in diets for rainbow trout (*Oncorhyncus mykiss*): nutritional value and effect on thyroid status. Editions INRA-IFREMER. France.
- Burr, G. and Glatin, D. 2005. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish a the potential of prebiotic and probiotics en finfish aquaculture. Journal of the World Aquaculture Society.

- Carter, C. and Hauler, R., 2001. "Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar L*". Ed. The Department of Fisheries, Government of Western Australia.
- Compagnoni, L y Putzolu, G 2001, Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus. Ed. Acribia. España.
- Cowey, C. and Walton, M. 1989. Intermediary metabolism. In: J.E.Halver (Editor), Fish Nutrition, second edition. New York, USA.
- De la Higuera, M., Garcia, M., Sanz, A., Cardenote, G., Suarez, M. and Moyano, F. 1988. Evaluation of lupin seed meal as an alternativa protein source in feeding of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Western Australia.
- Drawrosky, K. 1984. The feeding of fish larvae present 'state of art' and perspectives. *Reprod. Nutr. (Eds), Fish Nutrition in Practique, Biarritz, France.*
- García de Jalón, D., Mayo, M., Hervella R., Barceló,C. y Fernández,C. 1993. "Principios y técnicas de gestión en la pesca de aguas continentales". Ediciones Mundi- Prensa. Madrid. España.
- Hettich, C. 2004. Evaluación de la digestibilidad de dietas en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*): sustitución parcial de harina de pescado por tres niveles de harina de lupino blanco (*lupinus albus*). Facultad de Acuicultura y Cs. Veterinarias Escuela de Acuicultura. Chile.
- Houlihan, D., MacMillan, D. and Laurent, P. 1986. "Growth rates, protein synthesis and protein degradation rates in rainbow trout: effects of body size". *Physiol. Zool. Firts Ed. PNS-Kent, Boston, USA.*

- López, J. 1997. Nutrición Acuícola. Universidad de Mariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Editorial Universitaria. Colombia.
- Madrid, A. 1999. “Aprovechamiento de los subproductos cárnicos”. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Makridis,P., Martins, S., Tsalavouta,M., Catalo, D., Kotoulas,G., Magoulas, A. and Dinis, M. 2005. Antimicrobial activity in bacteria isolated from Senegalese sole, *Solea senegalensis*, fed with natural prey. *Aquaculture Research*.
- Matrokalo C., 1999. “Cultivo de truchas en los andes”. Ciclo de conferencias La Oroya- Junín. Ediciones FONDEPES. Perú.
- Mendoza, R., 2004. “Producción de *Oncorhynchus mykiss Walbaum*. trucha arco iris en jaulas flotantes en la laguna lagunillas – Puno” Ediciones FONDEPES. Perú.
- Montgomery, D. 1998. “Diseño y análisis de experimentos”. Segunda Edición Limusa Wiley. México.
- O’Sullivan, M., Thorton, G., O’Sullivan, G and Collins, K. 1992. Probiotic bacteria: Myth or reality? *Trends of Food Scientist Technology*.
- Palacios, R. 1993. “Nutrición de peces comerciales en estanques”. Editorial Limusa S.A. España.
- Palomino, A. 2004. “Manual de cultivo de trucha arco iris en jaulas flotantes”. Ediciones FONDEPES. Perú.
- Rivera R. 1995. “Cultivos andinos en el Perú investigación y perspectivas de su desarrollo”. Editorial Minerva. Lima- Perú.

- Robaina, L. 1998. Utilización nutritiva de fuentes de proteína alternativas a la harina de pescado en dietas de engorde para dorada (*Sparus aurata*). Informes técnicos Instituto Canario de Ciencias Marinas. México.
- Sanz F. 1999. “La alimentación en piscicultura”. XVII Curso de especialización FEDNA. TROUW ESPAÑA S.A.
- Universidad Nacional Agraria La Molina, 2003. alimentos balanceados para truchas. Programa de investigación y proyección social en alimentos. Lima Perú.
- Villacrés E., Peralta E. y Álvarez M. 2003. “Recetario chochos en su punto” INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Primera Edición. Quito Ecuador.
- Ville, A. 1991. Biología. Editorial Interamericana., S.S. de C.V. Séptima Edición. México D.F.
- Yañez, E., Ivanovic, D., Owen, D., Ballester, D. 1983 Chemical and Nutricional Evaluation of Sweet Lupines. Annals of Nutrition and Metabolism. French.

ANEXOS

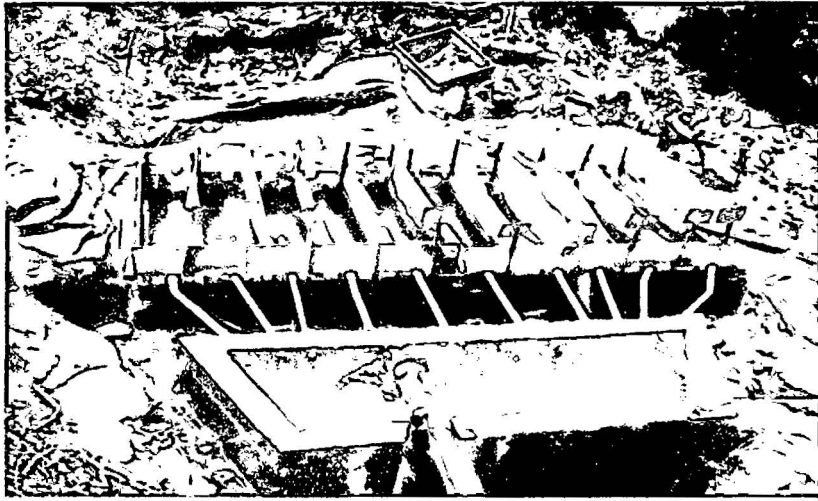


Foto N° 01: Vista general de los estanques



Foto N° 02: Elaboración del alimento



Foto N° 03: Control del peso de truchas arco iris.



Foto N° 04: Control de la talla de truchas arco iris



Foto N° 05. Obtención de las heces por el método de presión abdominal.

Tabla N°. 01. Tasa de alimentación para las truchas arco iris con diferentes tallas mantenidas en aguas a diferentes temperaturas.

T° DEL AGUA	N° de Peces/Kilogramo										
	> 5302	5302 a 668	668 a 104	104 a 88	88 a 43	43 a 26	26 a 16	16 a 11	11 a 7,7	7,7 a 5,5	< 5,5
	Talla promedio en cm										
	<2,5	2,5 a 5	5 a 7,5	7,5 a 10	10 a 12,5	12,5 a 15	15 a 17,5	17,5 a 20	20 a 22,5	22,a 25,0	>25
5,0	3,3	2,0	2,2	1,2	1,4	1,1	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5
5,5	3,5	2,3	2,4	1,3	1,4	1,3	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
5,1	3,6	3,0	2,5	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
6,9	3,8	3,1	2,5	2,0	1,5	1,3	1,0	0,9	0,8	0,8	0,6
7,2	4,0	3,3	2,7	2,1	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
7,8	4,1	3,4	2,8	2,2	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
8,3	4,3	3,6	3,0	2,3	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,9	0,7
9,2	4,5	3,8	3,1	2,4	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
9,4	4,7	4,0	3,2	2,5	1,9	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
10,0	5,2	4,3	3,4	2,7	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9
10,6	5,4	4,5	3,5	2,8	2,1	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9
11,1	5,4	4,5	3,6	2,8	2,1	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9
11,7	5,6	4,7	3,8	2,9	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,1	1,0
12,2	5,8	4,9	3,9	3,0,	2,3	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1	1,0
12,8	6,1	5,1	4,2	3,2	2,4	2,0	1,6	1,4	1,3	1,1	1,0
13,3	6,3	5,3	4,3	3,3	2,5	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0
13,9	6,7	5,5	4,5	3,5	2,6	2,1	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1
14,4	7,0	5,8	4,6	3,6	2,7	2,2	1,9	1,6	1,4	1,3	1,2
15,0	7,3	6,0	5,0	3,7	2,8	2,3	1,9	1,7	1,5	1,3	1,2
15,6	7,5	6,3	5,1	3,8	3,0	2,4	2,0	1,7	1,5	1,4	1,3
16,1	7,8	6,5	5,3	4,1	3,1	2,5	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3
16,7	8,1	6,7	5,3	4,3	3,2	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	1,4
17,2	8,4	7,0	5,7	4,5	3,4	2,6	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4
17,8	8,7	7,2	5,8	4,7	3,5	2,7	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5
18,3	9,0	7,5	6,1	4,0	3,6	2,8	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5
18,8	9,3	7,8	6,3	5,1	3,8	2,9	2,3	2,0	1,9	1,6	1,6
19,4	9,6	8,1	6,6	5,3	3,9	3,1	2,4	2,1	1,9	1,7	1,6
20,0	9,9	9,4	6,9	5,5	4,0	3,2	2,5	2,1	2,0	1,8	1,7

Fuente: Palomino, 2004

Tabla N° 02. Formato de registro de longitud de las unidades experimentales.

Fecha	Longitud promedio de 10 unidades experimentales por cada tratamiento (cm)										OBSERVACIONES
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	

Tabla N° 03. Formato de registro del peso de las unidades experimentales.

Fecha	Masa promedio de 10 unidades experimentales por cada tratamiento (cm.)										OBSERVACIONES	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		

Tabla N° 04. Determinación del coeficiente de digestibilidad aparente de proteína del alimento, por tratamientos para el primer mes.

Tratamientos	Proteína en alimento (%)	Proteína en heces (%) *	CDA (%)
1	45,2	17,3	88,05
2	45,2	16,9	88,45
3	45,2	16,6	88,72
4	47,8	19,8	87,45
5	47,8	18,2	88,20
6	47,8	16,2	89,08
7	50,1	25,1	82,04
8	50,1	21,4	84,73
9	50,1	17,4	87,43
10	---	---	---

* Las heces en las truchas constituyen el 30% del alimento suministrado.

Tabla N° 05. Determinación del coeficiente de digestibilidad aparente de proteína del alimento, por tratamientos para el segundo mes.

Tratamientos	Proteína en alimento (%)	Proteína en heces (%)	CDA (%)
1	45,2	17,3	88,52
2	45,2	16,9	88,78
3	45,2	16,6	88,98
4	47,8	19,8	87,57
5	47,8	18,2	88,58
6	47,8	16,2	89,83
7	50,1	25,1	84,97
8	50,1	21,4	87,19
9	50,1	17,4	89,58
10	---	---	---

Tabla N° 06. Determinación del coeficiente de digestibilidad aparente de proteína del alimento, por tratamientos para el tercer mes.

Tratamientos	Proteína en alimento (%)	Proteína en heces (%)	CDA (%)
1	45,2	170	88,72
2	45,2	16,10	89,31
3	45,2	15,80	89,51
4	47,8	19,00	88,08
5	47,8	17,80	88,83
6	47,8	15,90	90,02
7	50,1	25,00	85,03
8	50,1	20,60	87,66
9	50,1	16,90	89,88
10	--	---	---

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO FACTORIAL 3A 3B CON DBCA.

Para el coeficiente de digestibilidad aparente (cda)

Factor A: concentración de harina de chocho

Factor B: concentración de proteasa

Bloques: tiempo

Intervalo de confianza = 95.00%

Tabla N° 07. ANOVA para coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína del alimento de las truchas arco iris en un diseño factorial 3A3B con DBCA.

Factor de variación	G. L	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabla	
Bloques	2	10,09	5,04	13,16	3,63	*
Tratamientos	8	72,33	9,04	23,58	2,59	*
A	2	29,24	14,62	38,13	3,63	*
B	2	28,38	14,19	37,01	3,63	*
AB	4	14,72	3,68	9,60	3,01	*
Error	16	6,13	0,38	1,00		
Total	26	88,55	3,41			

* Indica una diferencia estadísticamente significativa para un 95% de confianza

La comparación de medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba Tukey.

Hipótesis

$H_0: \mu_i = \mu_j$ Los tratamientos son iguales

$H_1: \mu_i \neq \mu_j$ Los tratamientos son diferentes

Tabla N° 08. Prueba de Tukey para el coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína del alimento de las truchas arco iris.

Tratamiento	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
7	3	84,01	1,798109	d
8	3	86,53	1,798109	c
4	3	87,70	1,798109	c b
1	3	88,43	1,798109	b a
5	3	88,54	1,798109	b a
2	3	88,85	1,798109	b a
9	3	88,96	1,798109	b a
3	3	89,07	1,798109	b a
6	3	89,64	1,798109	a

Se identifican 4 grupos homogéneos.

Tabla N° 09. ANOVA para ganancia de talla de las truchas arco iris en un experimento factorial 3A3B con DBCA.

Factor de variación	G. L	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabla	
Bloques	2	2,15	1,07313	18,7825	3,63	*
Tratamientos	8	0,75	0,09423	1,6492	2,59	ns
A	2	0,38	0,18934	3,3139	3,63	ns
B	2	0,24	0,11936	2,0891	3,63	ns
AB	4	0,14	0,0341	0,5969	3,01	ns
Error	16	0,91	0,05713	1		
Total	26	3,81	0,1467			

* Indica una diferencia significativa.

Para comparar los tratamientos contra el tratamiento testigo se realizó la prueba Dunnet, por lo cual se realiza una nueva tabla ANOVA con los 10 tratamientos.

Tabla N° 10. ANOVA para ganancia de talla de las truchas arco iris en los 10 tratamientos.

Factor de variación	G. L	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabla	
Bloques	2	2,7342467	1,3671233	23,40178	3,55	*
Tratamiento	9	0,7747867	0,0860874	1,4736041	2,42	ns
Error	18	1,0515533	0,0584196	1		
Total	29	4,5605867	0,1572616			

* Indica una diferencia significativa.

Tabla N° 11. ANOVA para ganancia de peso de las truchas arco iris en un experimento factorial 3A3B con DBCA.

Factor de variación	G. L	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabla	
Bloques	2	402,38	201,191	492,964	3,63	*
Tratamientos	8	7,79	0,97407	2,38668	2,59	*
A	2	2,78	1,38934	3,40419	3,63	ns
B	2	4,06	2,02969	4,97319	3,63	*
AB	4	0,95	0,23862	0,58468	3,01	ns
Error	16	6,53	0,40813	1		
Total	26	416,71	16,0271	39,27		

* Indica una diferencia significativa.

Para comparar cada uno de los tratamientos contra el tratamiento testigo se realizó la prueba Dunnett, es por ello se que se realiza una nueva tabla ANOVA con los 10 tratamientos, incluyendo el tratamiento testigo.

Hipótesis:

$H_0: \mu_T = \mu_j$ Los tratamientos son iguales al tratamiento testigo.

$H_1: \mu_T \neq \mu_j$ Los tratamientos son diferentes al tratamiento testigo

Tabla N° 12. ANOVA para ganancia de peso de las truchas arco iris en los 10 tratamientos.

Factor de variación	G. L	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabla
Bloques	2	440,42942	220,21471	586,70585	3,55 *
Tratamiento	9	8,2111236	0,9123471	2,4307157	2,42 *
Error	18	6,7561365	0,3753409	1	
Total	29	455,39668	15,703334		

* Indica una diferencia significativa.

Tabla N° 13. Prueba de Dunnett para ganancia de peso las de truchas arco iris.

Tratamiento comparados	Recuento	$ \tilde{y}_i - \tilde{y}_j $	ALS (DN)	Significancia
10 y 1	3	1,470668	0,18	ns
10 y 7	3	1,470668	0,16	ns
10 y 2	3	1,470668	0,05	ns
10 y 4	3	1,470668	0,07	ns
10 y 3	3	1,470668	0,20	ns
10 y 8	3	1,470668	0,59	ns
10 y 5	3	1,470668	0,75	ns
10 y 9	3	1,470668	0,88	ns
10y 6	3	1,470668	1,50	*

Se obtiene diferencia significativa entre los tratamientos 10 y 6.