

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

“Elaboración de una nueva dieta con la inclusión de sangre bovina deshidratada, como fuente de hierro y como equilibrador de perfil aminoacídico para alevines de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss)”, Tandayapa, Cantón Quito, Provincia de Pichincha, Ecuador.

HUGO BAUTISTA ESPINOSA

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO
DE INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA

SANGOLQUÍ-ECUADOR

2007

RESUMEN

El Ecuador es una nación privilegiada en diversidad climática y biológica, de manera especial en lo que a recursos acuícolas se refiere; por esto la investigación y desarrollo en la piscicultura es de mucha relevancia en la actualidad. Se deben aprovechar los recursos naturales existentes y a la vez complementarlos con herramientas científico-tecnológicas como la Biotecnología, de tal manera de que en un futuro a corto plazo seamos más competitivos en producciones intensivas y extensivas.

En esta investigación se elaboraron tres balanceados experimentales, con diferentes niveles de inclusión de sangre deshidratada como fuente de aminoácidos biodisponibles. El tratamiento N°1 lleva un cinco por ciento, el N°2 diez por ciento y el N°3 veinte por ciento.

Todos los tratamientos empleados en este trabajo arrojaron datos valiosos tanto en costos de producción como en rendimientos corporales de los alevines de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en condiciones determinadas.

La mejor ganancia diaria de peso la presentó el el tratamiento N°1 con un valor de 0,36 g/día, y la menos favorable el tratamiento N° 3 con 0,23 g/día .

La mejor conversión alimenticia fue la del tratamiento N°1 con 0,903, y quien menor conversión alimenticia presentó fue el tratamiento N° 3 con un valor de 1,233.

En cuanto a longitud se refiere el tratamiento N°1 obtuvo los mejores promedios, sin embargo, la diferencia entre el tratamiento N°2 y tratamiento N°3 no manifiesta rangos representativos ($p>0,05$). Con respecto a la relación ancho - largo no hubo diferencias significativas ($p>0,05$).

Los potenciales beneficiarios de este y otros diversos trabajos científico-pragmáticos en lo que a nutrición de salmónidos se refiere, son las futuras generaciones enfocadas a productos balanceados, piscifactorías y piscicultura en general.

Con los datos obtenidos en el presente trabajo investigativo se concluye, que con el nivel de inclusión de la sangre deshidratada al cinco por ciento se superó el incremento de longitud, peso y conversión alimenticia total obtenido con el balanceado comercial BIOMIX, esto a causa de su perfil de aminoácidos óptimo.

ABSTRACT

The Ecuador is a country with many natural benefices in biotic and unbiotic resources, specially in the area of hydrous with couples facilities to the development of researches and development of trout culture and aquaculture. We need optimized of the natural sources and improve actually scientific tools how to the Biotechnology engineering, them we'll obtain in a short time a good products of aquatic sources to an intensive and extensive exploitations.

In this research three kinds of food stuff were elaborated, with different levels of include for the biodisponible source of dried blood amino acids. The dried blood is a product of good nutrition's facts, because of the strong nutrition's qualities, all of them with higher amino acid components. The treatment N°1 has five per cent, N°2 has ten per cent and N°3 twenty per cent of dried blood.

The better results of weight conversion has the N°1 treatment with value 0,36 g/d and the bad results treatment N°3 with 0,23 g/d.

Them, the better food conversion has the N°1 treatment with 0,903 more of than N°3 treatment with 1,233 index.

About size parameter, the treatment N°1 obtained a major results, more of less, that difference of N°2 and N°3 diets were not significantly different ($p > 0,5$).

Due to this issue this job is many important for this time and the next generation with views of nutrition facts, aquatic farms and general aqua culturing.

The information of this job conclude with the better level of dried blood in the diets is the five percent, more or less a commercial diet BIOMIX, with correct results in size, weight and morphological conditions.

CERTIFICACIÓN

El presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. HUGO BAUTISTA ESPINOSA. Como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA.

Octubre, 2007

Ing. Acui. Juan Ortiz , MSc.

DIRECTOR

Ing. Marco Luna

CODIRECTOR

DEDICATORIA

A la memoria del Ing. MSc. Hugo Bautista Herrera, mi Padre y mi amigo.
Autor de lo que soy, inspirador de lo que quiero ser.

AGRADECIMIENTO

A mi amada Madre Dra. Sonia Espinosa y mi Hermano Carlos, por su apoyo incondicional en todo momento.

Al Dr. Fabio Sala y por su intermedio a BIOMIX-PARAISO DEL PESCADOR, por su valioso apoyo y colaboración con la presente investigación.

Al Agr. Walter Ubidia Castillo y su familia, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias; haciéndome sentir un miembro más en su Hogar.

A los Ingenieros Juan Ortiz y Marco Luna por su oportuna guía y apoyo durante la realización de la presente investigación.

A todos y cada uno de vosotros muchas gracias

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Págs.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA	6
A. CULTIVO DE TRUCHA ARCO IRIS (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	6
1. <u>Generalidades</u>	6
2. <u>Manejo</u>	8
3. <u>Ciclo reproductivo</u>	9
4. <u>Crecimiento</u>	10
5. <u>Componente agua y osmoregulación</u>	11
6. <u>Componente oxígeno y respiración</u>	13
7. <u>Potencial hidrógeno (pH)</u>	18
B. ALIMENTACIÓN DE LA TRUCHA ARCO IRIS (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	19
1. <u>Introducción</u>	19
2. <u>Requerimientos nutricionales de la Trucha arco iris</u>	20
a. <u>Proteínas</u>	20
b. <u>Energía</u>	25
c. <u>Lípidos</u>	27
d. <u>Carbohidratos</u>	28
e. <u>Vitaminas</u>	29
f. <u>Minerales</u>	31
C. CARACTERÍSTICAS DE LA SANGRE DESHIDRATADA	33
1. <u>Subproductos sanguíneos</u>	33
2. <u>Sangre deshidratada, Fuente de aminoácidos y proteínas</u>	33
3. <u>Sangre deshidratada, Fuente de hierro hemínico</u>	41

D. ALIMENTOS BALANCEADOS	45
1. <u>Piensos para trucha</u>	45
2. <u>Formulación</u>	49
3. <u>Línea de proceso</u>	51
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	52
A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	52
1. <u>Características meteorológicas</u>	52
B. MATERIALES	53
C. MÉTODOS	54
1. <u>Factores en estudio</u>	54
2. <u>Tratamientos</u>	55
3. <u>Diseño experimental</u>	56
a. Tipo	56
b. Características de las unidades experimentales	56
c. Análisis de varianza	59
d. Esquema del análisis de varianza	59
e. Análisis funcional	60
f. Análisis económico	60
4. <u>Parametros de evaluación</u>	60
a. Análisis bromatológico	60
b. Peso	61
c. Ancho	61

d. Longitud.....	61
e. Relación ancho – largo.....	61
f. Mortalidad	61
g. Conversión alimenticia	62
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
A. PARAMETROS ABIOTICOS	63
1. <u>Temperatura</u>	63
2. <u>pH</u>	64
B. PARAMETROS COMERCIALES	64
1. <u>Peso</u>	64
2. <u>Ancho</u>	66
3. <u>Longitud</u>	67
C. PARÁMETROS PRODUCTIVOS.....	70
1. <u>Porcentaje de mortalidad</u>	70
2. <u>Conversión alimenticia</u>	71
3. <u>Relación ancho - largo</u>	73
D. ANÁLISIS ECONÓMICO	74
VI. CONCLUSIONES.....	75
VII. RECOMENDACIONES	77
VIII. BIBLIOGRAFÍA	78
XI. ANEXOS.....	84

LISTADO DE CUADROS

	Págs.
Cuadro 1. Análisis bromatológico de sangre deshidratada.....	35
Cuadro 2. Composición de los balanceados experimentales.....	55
Cuadro 3. Descripción y nomenclatura de las dietas en estudio	56
Cuadro 4. Peso final promedio	64
Cuadro 5. Análisis de varianza variable peso.....	64
Cuadro 6. Test de Duncan para variable peso	65
Cuadro 7. Ancho final promedio	67
Cuadro 8. Análisis de varianza de variable ancho.....	67
Cuadro 9. Composición de los balanceados experimentales.....	68
Cuadro 10. Análisis de varianza variable longitud.....	68
Cuadro 11. Test de Duncan para variable longitud	69
Cuadro 12. Mortalidad promedio	70
Cuadro 13. Análisis de varianza de mortalidad.....	70
Cuadro 14. Conversión alimenticia promedio.....	71
Cuadro 15. Análisis de varianza de conversión alimenticia.....	71
Cuadro 16. Relación ancho/largo	73
Cuadro 17. Análisis de varianza de relación ancho/largo	73
Cuadro 18. Beneficio Bruto, costo variable y beneficio neto de las dietas en estudio.....	74

LISTADO DE GRÁFICOS

	Págs.
Gráfico 1. Elaboración de balanceados fábrica BIOMIX S.A,	51
Gráfico 2. Temperatura vs. tiempo (semanas).....	63
Gráfico 3. Piscícola “El Paraiso del pescador”	66
Gráfico 4. Pesos vs tratamientos	66
Gráfico 5. Longitudes vs tratamientos.....	70

LISTADO DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Consumo de oxígeno de la trucha en relación a diversos factores.....	14
Tabla 2. Composición típica de varias clases de agua, en milimoles/kg de agua.	19
Tabla 3. Requerimientos de aminoácidos esenciales para salmónidos.	22
Tabla 4. Patologías nutricionales inducidas por deficiencias.	23
Tabla 5. Energía metabólica en salmónidos.	25
Tabla 6. Materia seca y grasa en los alimentos y el cuerpo del salmón.	27
Tabla 7. Vitaminas necesarias en la dieta de los salmónidos.	30
Tabla 8. Efectos de la deficiencia de vitaminas en salmónidos.....	31
Tabla 9. Requerimientos de minerales para trucha arco iris.....	32
Tabla 10. pH de la sangre y punto de congelación.....	34
Tabla 11. Composición de la sangre.....	34
Tabla 12. Nutrientes disponibles en sangre fresca de ganado.	37
Tabla 13. Puntuaciones basadas en la comparación entre las necesidades medias de aminoácidos esenciales de la trucha	38
Tabla 14. Relación porcentual de digestibilidad y fósforo, partiendo de fuentes energéticas variadas.	40
Tabla 15. Sitios de absorción para algunos minerales traza en peces.	45
Tabla 16. Tamaño de partícula de alimento para trucha arco iris	48
Tabla 17. Proporción de proteína para cada etapa de desarrollo de trucha arco iris.	49
Tabla 18. Parámetros nutricionales necesarios en cultivo de trucha arco iris	50

I. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es una nación favorecida por su ubicación geográfica en la zona ecuatorial; la cordillera de los Andes, la influencia de las corrientes marinas en nuestras costas, la presencia de las Islas Galápagos, las 200 millas de mar territorial continental e Insular, la variedad de regiones climáticas y zonas de vida. Todo lo antes mencionado nos lleva a afirmar que la diversidad biológica de nuestro país es una de las más ricas a nivel mundial y especialmente en lo que a recursos acuícolas se refiere, por tanto se hace imperativo el desarrollo e implementación de sistemas agro-pecuarios de vanguardia, es decir aprovechando los recursos naturales existentes y a la vez complementándolos con herramientas científico-tecnológicas como la Biotecnología, de tal manera de que en un futuro a corto plazo seamos más competitivos en producciones intensivas y extensivas.

Es de conocimiento mundial, que a medida que transcurre el tiempo, nos enfrentamos con el fenómeno de que los peces en su hábitat natural van mermando su población peligrosamente, esto se debe a que se ha roto el equilibrio en el ambiente por efecto de la interacción antrópica; Conrad, Blanco y muchos otros investigadores afirman que es indispensable continuar buscando nuevas fuentes nutricionales que cubran la demanda en la formulación de balanceados, ya que las fuentes de proteína y aminoácidos disponibles son cada vez más limitadas (Rodríguez, 2004).

Según Thompson *et al.* (1999), la nutrición en toda especie animal es de vital importancia tomando en cuenta que muchas veces determina el éxito o fracaso de la explotación.

La adecuada selección y tratamiento de materias primas e insumos en alimentos balanceados constituye uno de los principales factores de éxito en la explotación comercial de especies acuícolas (FAO,1999).

La industria acuícola y sus exportaciones se han desarrollado favorablemente en la última década, siendo la actividad pesquera uno de los puntales de la economía nacional y la generación de divisas (Instituto Nacional de Pesca, 2006).

Las producción pesquera en el Ecuador se encuentra en galopante desarrollo, puesto que después del petróleo esta actividad ocupa el segundo lugar en las exportaciones (Instituto Nacional de Pesca, 2006).

Hace algunos años se viene proponiendo a la sangre deshidratada como un compuesto para suplementación de hierro; se piensa que dada la estructura de la misma, se constituye en un protector de hierro contra los inhibidores de la absorción presentes en el tubo digestivo y propicia que el hierro llegue en forma de grupo hemo intacto a la pared de las células de la mucosa donde es absorbido (Conrad, 1993).

Para formular raciones, al igual que en otras especies de producción intensiva, la energía y la proteína o mejor dicho los aminoácidos, son las dos variables más importantes a balancear y la energía es con frecuencia el más costoso de suministrar (FAO,1999).

La energía, esencial para mantener una serie de reacciones vitales, es un atributo extremadamente importante contenida en los enlaces químicos de los alimentos (Schmidt-Nielsen, 2003).

En el cultivo intensivo de especies acuícolas, se obtiene una excelente tasa de crecimiento; así un salmón aumenta 2,500 veces su peso en el período de engorde, es decir desde alevín de saco vitelino hasta trescientos gramos de peso corporal. Esta particularidad nos induce a emplear en su producción dietas de alta densidad energética (FAO,1999).

Los factores metabólicos de la estimulación del apetito en los peces no están claramente definidos, lo que si esta establecido es que en algunas especies mientras más bajo es el nivel de glicemia después de una comida más intensa es la ingesta (Blanco, 1995).

En salmónidos, esta situación no sucede debido a que estas especies de por si, no tienen la capacidad fisiológica (bajo número de islotes de Langerhans) para regular el nivel de glucosa por medio de la insulina, de hecho en términos generales las truchas son consideradas insulina deficientes. El nivel plasmático de aminoácidos libres (a.a.l.) pareciera jugar un rol bastante importante en la sensación de apetito de los peces en especial si estos resultan ser carnívoros, ya que se ha observado que existe una relación directa entre el nivel de a.a.l. del alimento, con la ingesta de este (Ince *et al.*, 1982).

Con lo antes mencionado podemos dimensionar parcialmente las virtudes y también las limitaciones a las que se enfrentan los piscicultores tanto a nivel industrial como artesanal.

Es así que la presente investigación nace de la necesidad imperativa de proponer alternativas para optimizar recursos en la alimentación y correcta nutrición de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en las diferentes etapas de su desarrollo.

Los potenciales beneficiarios de este y otros diversos trabajos científico-pragmáticos seremos las futuras generaciones enfocadas a productos balanceados, piscifactorías y piscicultura en general.

I. OBJETIVOS

A. GENERAL

Elaborar una nueva dieta con la inclusión de sangre bovina deshidratada, como fuente de hierro y como equilibrador de perfil aminoacídico para alevines de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss).

B. ESPECÍFICOS

- Establecer los niveles adecuados de inclusión de sangre bovina deshidratada, para la formulación de una nueva dieta (balanceado experimental) para alevines de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss).
- Determinar la palatabilidad de los balanceados experimentales en base a sangre bovina deshidratada en la etapa de alevinaje de la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss).
- Establecer similitudes y/o diferencias entre el balanceado comercial y las dietas experimentales, a fin de evaluar rendimientos en el cultivo intensivo de alevines.

METAS DEL PROYECTO

- Estructurar una dieta con mayor cantidad de aminoácidos biodisponibles para trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss).
- Colaborar con la industria de alimentos balanceados en la elaboración de dietas balanceadas de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) al obtener mejores réditos con su formulación.

- Incrementar la productividad en el cultivo intensivo de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) por medio de nuevas estrategias nutricionales y con costos competitivos.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. CULTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS

1. Generalidades.

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) es originaria de la vertiente del Pacífico de Norteamérica, vive en los cursos de agua de la cadena costera, desde Alaska hasta la baja California (Blanco, 1995).

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino:	<i>Animal</i>
Subreino:	<i>Metazoa</i>
División:	<i>Gnastomata</i>
Phylum:	<i>Chordata</i>
Subphylum:	<i>Vertebrata</i>
Superclase:	<i>Pisces</i>
Clase:	<i>Osteichtyches</i>
Subclase:	<i>Actinopterygii</i>
Superorden:	<i>Teleostei</i>
Orden:	<i>Salmoniformes</i>
Suborden:	<i>Salmonide</i>
Familia:	<i>Salmonidae</i>
Género:	<i>Oncorhynchus</i>
Especie:	<i>mykiss</i>
Nombre común.	Trucha arco iris

Según Blanco (1995), la trucha arco iris se caracteriza por tener un cuerpo alargado, con su piel cubierta por pequeñas escamas, salpicado todo el cuerpo por manchas negras; con reflejos multicolores a lo largo del cuerpo.

Del Valle y Núñez (1990) afirman que son peces de tamaño grande y vientre redondeado, con el cuerpo cubierto por numerosas escamas pequeñas. Provistos de una aleta adiposa por detrás de la aleta dorsal y anal de base corta. Aleta caudal recta o ligeramente cóncava. Boca grande con dientes cónicos en las quijadas y paladar.

La trucha arco iris es una especie carnívora, que se guía por su vista para comer, ya que el movimiento de la presa promueve los reflejos de atracción y captura por lo que se adapta a la alimentación y tiene un crecimiento rápido y se alimenta de anélidos, larvas de insectos, insectos, crustáceos y peces pequeños (Blanco, 1995).

Al ser un animal poiquilotermo, no tolera cambios bruscos de temperatura, es necesario disponer de agua limpia con variaciones de temperatura mínimas, siendo el óptimo de 15 – 18 °C (Rodríguez , 2004).

Las hembras construyen nidos, cavando el fondo donde depositan los óvulos para ser fecundados indirectamente por el macho. Posteriormente, el nido es cubierto por grava y abandonado.

Su alimentación es muy variada y consiste principalmente de invertebrados. Se adapta por su rusticidad y tolerancia a cualquier tipo de ambiente (Del Valle y Núñez, 1990).

2. Manejo.

En el tratado de Piscicultura amazónica (1996), se afirma que los niveles del uso del alimento natural, número de peces sembrados por metro cuadrado, recambio de agua, tipo de producción, nivel de manejo y tecnología aplicada; la acuicultura se la puede considerar como intensiva, semi intensiva y extensiva; siendo descritas en la fuente mencionada de la siguiente manera:

- Acuicultura intensiva: Está considerada la producción en estanques y jaulas flotantes.
- Acuicultura semi intensiva: Aquella en que se trabaja con estanques no tan sofisticados, en donde la característica fundamental es la impermeabilidad del suelo. El alimento balanceado es complementario al natural, producidos por efectos de la fertilización.
- Acuicultura Extensiva.- Se la practica como una actividad complementaria a labores pecuarias. Por ejemplo cuando se construye una represa con fines de riego, turismo, producción de energía eléctrica, etc, se siembran peces con fines recreativos o de alimentación. No reciben alimento complementario, y se alimentan de la producción natural del aguas, las densidades de carga en estas condiciones es baja, y las tareas están limitadas a la siembra y cosecha de los peces.

A nivel comercial la trucha arco iris se cultiva de manera intensiva, en unidades de producción de reducida superficie donde se mantienen elevadas densidades de carga. Múltiples factores actúan como son el medio ambiente (temperatura, cantidad y calidad del agua, suelos, etc.); característica genéticas (líneas de crecimiento rápido, rusticidad

y resistencia a enfermedades, aptitud para altas densidades de confinamiento); y la técnicas de manejo (Blanco, 1995).

Se realizan clasificaciones periódicas con énfasis en los períodos de cría inicial teniendo: cigoto o huevo; saco vitelino; alevín que comprende los animales de 3 a 5 cm (siembra); juvenil de 8 a 20 cm; y engorde de 20 cm en adelante (Blanco, 1995).

3. Ciclo reproductivo.

La trucha arco iris se puede considerar sexualmente madura después de los dieciocho meses de edad aproximadamente. Deben eliminarse como reproductores después de los 6 años, pues generalmente a partir de esta edad comienza a declinar su potencial genético. Una trucha resistente al manejo, fuerte y vigorosa, presenta signos positivos para escogerla como reproductor (Valle, 1990).

Cuando se aproxima la fecha de maduración de los machos y las hembras, las características sexuales secundarias se hacen más acentuadas. En el macho la banda irisada se hace más brillante y la mandíbula inferior se vuelve más pronunciada hacia arriba, características que mantienen durante toda su vida (Blanco, 1995).

Una vez alcanzada la madurez sexual, las hembras presentan el vientre abultado y el orificio genital aparece hinchado y con una coloración rojiza. Desde el punto de vista comercial es más importante obtener hembras, puesto que representan un mayor peso y por ende una mayor ganancia, esto a causa que el desarrollo de las gonadas maculinas se produce antes que el de las femeninas (Del Valle y Núñez, 1990).

La forma comercialmente más adecuada de reproducción de trucha arco iris es el seco, ya que se consigue una mayor y casi total fecundación. Este consiste en recogiendo los

huevos de 4 ó 5 hembras en un recipiente bien seco y limpio, depositando sobre ellos el semen del macho y sólo después de la fecundación se les incorporará agua, este método se lo conoce como “seco” (Del Valle y Núñez, 1990).

4. Crecimiento.

Según Bastidas y Cartagena (2002) el desarrollo biológico de la trucha consta de cuatro etapas, las cuales son:

- **OVAS.-** Son los huevos fecundados que permanecen durante 30 días promedio, para luego desprenderse y convertirse en alevines.
- **ALEVINES.-** Son peces pequeños que miden de 3 a 10 cm, con un peso que oscila entre 1,5 a 20 gramos.
- **JUVENILES.-** Son peces que miden de 10 a 15 cm, cuyo peso es generalmente de 20 a 100 gramos .
- **COMERCIALES.-** Es la etapa especial, donde los peces han recibido el proceso de engorde para ser comercializado, estos miden 15 a 22 cm con un peso de 100 a 200 gramos.
- **ADULTOS.-** Son los peces que han llegado a un desarrollo gonadal adecuado y poseen características morfológicas marcadas, siendo en promedio a los 2 años y pesan generalmente un kilogramo.

El alimento a suministrar va desde alimento granulado a nivel de iniciadores hasta seis milímetros de diámetro con la variante para el período de engorde final, al ser necesario agregar los componentes de pigmentación de cataxantina que es suministrado 45 días antes del faenado con el objetivo de dar coloración rosada a la carne. Esta etapa dura de 2 a 4 meses y se aconseja a los productores monitorear la cantidad de oxígeno en sus

caudales, ya que la falta de este elemento hará que se acumulen peces en la entrada de la piscina (Blanco, 1995).

5. Componente Agua y Osmoregulación.

La trucha en condiciones naturales, es un pez que vive a temperaturas acuáticas comprendidas entre 0 y 25 grados centígrados. Sin embargo los límites industriales en lo que a rangos climáticos se refiere, corresponden a 9 grados centígrados como límite inferior y a 17 grados centígrados como límite superior. La temperatura más adecuada para la trucha arco iris en producción cárnica, en la que sus funciones fisiológicas se realizan de forma óptima, es de 15 grados centígrados (Blanco, 1995).

Del Valle y Núñez (1990) señalan que las necesidades de oxígeno disponible deben ser de mínimo 6 ppm en el agua , siendo lo óptimo 10 miligramos por litro.

Osmoregulación

La regulación osmótica es realizada por el riñón, las branquias y la piel (barrera). En cuanto al balance de agua y iones los peces tienen un problema en particular ya que las branquias y la mucosas orales son permeables tanto al agua como a las sales (Schmidt-Nielsen, 2003).

Por lo anterior es necesario describir las diferencias entre los peces de agua dulce, los de mar y aquellos que conviven en ambos medios.

Peces dulceacuícolas.

En los peces de agua dulce la presión osmótica interna es mayor que la del agua por lo que esta tiende a entrar por las membranas permeables en las branquias, las mucosas

bucales y el intestino. Aunque también entran pequeñas cantidades por la piel (Schmidt-Nielsen,2003).

Para compensar esta entrada constante de agua los peces de agua dulce producen una orina abundante y altamente diluida que es hipotónica con relación al pez. Por lo que el mayor trabajo del riñón en los peces de agua dulce es la excreción de agua. También se pierden sales ya que los peces son hipertónicos con respecto al medio, lo cual es compensado por absorción selectiva de sales a través de las branquias y a la toma de la comida (Schmidt-Nielsen,2003).

Peces marinos

En contraste con los anteriores los peces marinos viven en un medio que es hipertónico, por lo que tienden a perder agua y ganar sales a través de sus membranas osmóticas. Para suplir la pérdida de agua los peces marinos toman agua y así aumentan la concentración de sales interna. Mientras que la deshidratación se previene con este mecanismo, el exceso de sales debe ser eliminado. Este mecanismo homeostático es complejo y costoso energéticamente. En este caso el volumen de orina es muy reducido.

Los peces óseos marinos eliminan su exceso de sales que provienen de la comida y de la ingestión de agua a través de las branquias y el intestino. Las células de sal en los peces marinos eliminan el exceso de iones de cloro mientras que en los de agua dulce estas mismas lo toman. Estas células se han encontrado en las bases de las lamelas de las branquias, en las mucosas bucales y hasta en la cabeza (Schmidt-Nielsen,2003).

Peces diádromos.

Son aquellos peces que a causa de factores ambientales y estacionalidad se mueven entre el agua dulce y marina en diferentes épocas del año.

Cuando una anguila alcanza el agua dulce en su ruta de migración, se encuentra con el problema de diferencia de concentraciones al enfrentar un medio hipertónico y por tanto a excesiva hidratación en comparación con la tendencia opuesta del medio de donde venía. Un salmón joven tiene el problema inverso (Schmidt-Nielsen,2003).

Por lo que los peces diádromos deben ser muy versátiles en su ajuste osmótico, estos poseen riñones, branquias y mucosas bucales capaces de soportar tanto el ingreso como la secreción de algunos iones contra los gradientes de difusión (Schmidt-Nielsen,2003).

Experimentos con la anguila sugieren que las células de sal pueden funcionar tanto para segregar como para absorber sales de cloro. Los ajustes fisiológicos a los cambios de salinidad son genéticamente determinados.

Los cambios en la actividad endocrina son generalmente simultáneos o preceden los cambios en los mecanismos de balance; la glándula pituitaria, la tiroides y las gónadas son las que están a cargo de los cambios fisiológicos al respecto, previos o durante la migración. Un aumento en la actividad tiroidea ha sido reportada en el salmón en la migración río abajo, posiblemente para facilitar los procesos energéticamente costosos de excreción de sal en el agua marina, entre otra funciones (Schmidt-Nielsen,2003).

6. Componente Oxígeno y Respiración.

El oxígeno disuelto en el agua también juega un papel importante en el desarrollo de la trucha, afirma Imakai (1987), ya que los peces aspiran el agua con el oxígeno disuelto por la boca, se realiza el intercambio gaseoso en los filamentos branquiales, y eliminan el gas carbónico por los opérculos. A este fenómeno fisiológico en el que se lleva a cabo el intercambio gaseoso se conoce con el nombre de la "respiración", por consiguiente la obstrucción de los filamentos branquiales ocasionan la muerte de los peces por asfixia.

La cantidad de oxígeno que consumen los peces varía mucho, dependiendo de los factores que se presentan a continuación.

Según Imaki (1987), los factores que determinan el contenido de oxígeno y las necesidades en los peces son:

Tabla 1. Consumo de Oxígeno de la trucha en relación a diversos factores.

Factor	Condición	Consumo de Oxígeno
Temperatura	Alta	Mayor
	Baja	Menor
Tamaño del pez	Grande	Mayor
Recambio de agua	Intenso	Menor
Estímulo	Grande	Mayor
Alimentación	Hambre	Menor
	Estómago lleno	Mayor

Fuente: Imaki (1987).

Según Stevensons (1985), el nivel de saturación del agua también se ve afectado por la altitud, siendo menor la cantidad de oxígeno disuelto en el agua a grandes altitudes.

Cameron, citado por Blanco (1995) sostiene que con cifras inferiores a 5 mg/L de oxígeno la trucha tiene gran dificultad para extraer, por así decirlo, el oxígeno del agua y transportarlo a través de las branquias al torrente circulatorio.

Son en extremo importantes la densidades de cultivo de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss), teniendo que para el desarrollo de la trucha arco iris se necesita una densidad de 20 kg por metro cúbico, con un ritmo óptimo de cambio de agua al 1,25 veces por

hora. Con aireación, la densidad puede ser incrementada dentro de un límite razonable hasta 25 kg por metro cúbico o más (Imaki,1987).

Respiración Branquial.

El requerimiento de oxígeno en la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss), se justifica al analizar la respiración branquial de los peces; para que los peces puedan desarrollar sus actividades vitales (desplazarse, crecer, reproducirse), deben recibir un aporte importante de energía. Este aporte lo obtienen mediante la nutrición y la posterior ruptura química de las grasas y carbohidratos que ingieren. Esta ruptura o degradación, que se denomina oxidación y ocurre a nivel celular, consume oxígeno y produce bióxido de carbono (CO₂) (Randall, 1968).

Para satisfacer esos requerimientos energéticos es imprescindible que los peces absorban oxígeno y lo distribuyan a lo largo de su cuerpo, en todas las células. Por su parte el CO₂ producido por las células debe ser recogido y desechado en el medio ambiente. Esto no es otra cosa que el mecanismo de respiración que les es común a todos los animales(Schmidt-Nielsen, 2003).

Siendo el agua uno de los medios menos apropiados para obtener oxígeno, las diversas familias de peces han debido resolver esta dificultad mediante la elaboración de formas de respiración muchas veces dispares entre sí (San Marcos , 2001).

Si tenemos en cuenta que el agua (bien aireada) tiene 25 veces menos oxígeno que el aire, podemos comprender que hacen falta mecanismos muy especializados para obtener una buena oxigenación en la sangre y posibilitar la oxidación a nivel celular (Randall, 1968).

Algunos peces han evolucionado en formas muy diferentes que otros en lo que hace a la respiración. El caso de los anabántidos y los silúridos es particularmente ilustrativo pues su sistema ha evolucionado en el sentido de extraer el oxígeno directamente del aire atmosférico, a cuyo efecto utilizan un órgano denominado “laberinto”. En ese laberinto se almacena el aire, el cual posteriormente se comprime en la cámara suprabranquial y se introduce por presión en los capilares sanguíneos. Para que esto sea posible, los anabántidos deben primero eliminar el aire contaminado con CO₂, lo cual hacen (en forma de una burbuja), poco antes de subir a respirar. Mientras los Betta sp. deben subir a la superficie cada 5 minutos, los Colisa sp., pueden hacerlo cada 70-80 minutos (esto depende de la actividad del pez, de la temperatura, etc) (Schmidt-Nielsen, 2003).

Sin embargo, el más refinado órgano respiratorio son las branquias, que en la casi totalidad de los peces está ubicada debajo de una membrana protectora móvil denominada opérculo (Randall, 1968).

Las branquias constan de una doble fila de filamentos alargados y angostos. Cada filamento contiene varias laminillas transversales planas, cubiertas con células muy delgadas y con abundante provisión de capilares sanguíneos. Estos a su vez corren entre los filamentos aferentes y eferentes (Schmidt-Nielsen, 2003).

Cada branquia es soportada por un arco branquial y su borde interior posee los denominados rastrillos expandidos. De este modo, la escasa cantidad de oxígeno que se encuentra disuelto en el agua, es compensado por la gran cantidad de capilares disponibles para el intercambio de gases. Es decir que en ambos lados del pez existen muchos arcos branquiales que soportan una doble fila de numerosos filamentos, cada uno de ellos posee gran cantidad de laminillas repletas de capilares.

Al respirar, el opérculo se cierra contra el cuerpo y los arcos branquiales sobresalen lateralmente, al mismo tiempo que el agua penetra en la boca del pez, abierta en ese momento. Al cerrarse la válvula oral los arcos branquiales se contraen, los opérculos se levantan y el agua es comprimida contra los filamentos. En ese proceso la sangre de las laminillas entrega el CO₂ y absorbe el oxígeno del agua. Lo importante de este proceso es que la sangre fluye por las laminillas en el sentido opuesto al flujo del agua sobre los filamentos, produciéndose el denominado “flujo contracorriente” (Schmidt-Nielsen, 2003).

En todo este proceso el agua que pasa a través de las branquias pierde el 80% de su contenido en oxígeno, el cual es recogido por el organismo del pez a través de la sangre (Randall, 1968).

Experiencias de laboratorio han permitido demostrar que si se invierte el sentido del flujo del agua a través de las branquias, los peces solamente asimilan el 20% del oxígeno normal, o sea un 16% del oxígeno del agua.

La sangre que posee gran cantidad de oxígeno, fluye a contrasentido del agua, cuyo contenido de oxígeno es alto y su contenido de CO₂ bajo (Schmidt Nielsen,2003).

De este modo se impide que la sangre, altamente oxigenada, entregue el oxígeno al agua por ósmosis, cosa que ocurriría si la concentración de oxígeno en el agua fuera inferior al de la sangre. El mismo proceso, pero en sentido inverso, es el que permite desprender el anhídrido carbónico de la sangre y entregarla al agua que posee una concentración de CO₂ más baja (Schmidt Nielsen,2003).

7. Potencial hidrógeno (pH).

Zamora (1986), sostiene que el piscicultor tienen la necesidad de conocer el pH del agua, así como también la estabilidad e inestabilidad del mismo. La estabilidad del pH está dada por la presencia de lo que se conoce con el nombre de reserva alcalina o sistema tampón que en definitiva, depende de la concentración en las aguas de soluciones de carbonates y bicarbonatos de todos los metales alcalinos y alcalino térreos, que en cierta medida determinan la dureza de las aguas.

En la práctica la reserva alcalina consiste en medir la cantidad de óxido de calcio (CaO) o carbonato cálcico (CO₃Ca) presente en este caso en el agua (Zamora, 1986).

Según Blanco (1995), los valores normales de pH para el cultivo de trucha, varían entre 5 y 9. El pH es por sí solo un factor muy importante en la cría de las truchas, que adquiere una importancia mucho mayor en las piscifactorías muy industrializadas, en donde el agua se aprovecha al máximo mediante procesos de reciclaje.

Es por esto, que en explotaciones industrializadas se necesita de un pH de 6 a 7, pues uno de los productos finales del metabolismo proteico de las truchas es el amoníaco.

El amoníaco es un producto tóxico, con carácter limitante en su forma ionizada (NH₃), la cual, bajo la acción de pH ácido se transforma en Ion amonio (NH₄) forma ionizada, no tóxica, lo que no ocurre en condiciones básicas (Blanco ,1995).

Tabla 2. Composición típica de varias clases de agua, en milimoles/kg de agua.

ION	AGUA DE LAGO (1)	AGUA DE RIO (2)	AGUA DE RIO CAUDALOSO (3)	AGUA SALINA	MAR MUERTO (5)
Sodio	0.17	0.39	6.13	640	1955
Magnesio	0.15	0.21	0.66	6	2028
Calcio	0.22	0.52	5.01	32	481
Potasio	-	0.04	0.11	16	219
Cloruros	0.03	0.23	13.44	630	7112
Sulfatos	0.09	0.21	1.40	54	5.3
Bicarbonatos	0.43	1.11	1.39	3	3.7
1, Lago 'Nipissing, Ontario. 2, Composición principal de los Ríos de Norte América. 3, Río Tuscarawas ,Ohio. 4, Agua sucia, Death Valley, California. 5, Mar muerto, Israel. Esta agua contiene alrededor de 74 mmol/kg de agua de bromuro					

Fuente: (Schmidt-Nielsen, 2003).

B. ALIMENTACIÓN DE LA TRUCHA ARCO IRIS

1. Introducción.

Una de las características importantes en los salmónidos son los altos niveles de proteínas necesarios en su metabolismo, a causa de ser animales eminentemente carnívoros, por tanto sus requerimientos de grasa y almidones son inferiores a los de especies omnívoras o vegetativas como la tilapia (Blanco, 1995).

Los requerimientos de energía en los peces son más bajos en comparación a los animales homeotermos; ya que estos últimos gastan mucha energía en mantener su temperatura corporal, una vez cubierta sus necesidades estructurales, la proteína restante es dirigida al catabolismo (Schmidt-Nielsen, 2003).

Actualmente, en las dietas utilizadas, la principal fuente de proteínas es la harina de pescado, lo cual eleva el costo de elaboración de la dieta ya que proviene de la explotación de los recursos marinos.

El uso de fuentes de proteínas alternativas o la mejora del aprovechamiento de los carbohidratos (Baños *et al.*, citado en Blanco, 1995) son estrategias que podrían

reemplazar o sustituir en parte a la harina de pescado, y así evitar la dependencia de la acuicultura de esta fuente de proteína animal. Con lo anterior, se disminuiría el consumo de especies acuícolas como fuente de proteína, y se promovería el consumo directo de las especies explotadas.

2. Requerimientos nutricionales de la trucha arco iris

a. Proteínas.

Son el principal alimento de los peces en la naturaleza y es a su vez el componente fundamental de su organismo, encontrándose preferentemente en el músculo esquelético.

Son sustancias químicas compuestas por los denominados aminoácidos, que se encuentran unidos unos u otros mediante enlaces químicos, produciendo cadenas diferentes unas de otras, dando origen a una diversidad de proteínas (Blanco, 1995).

Son utilizadas para el mantenimiento, crecimiento, renovación de tejido, formados de nuevas estructuras proteicas (enzima anticoagulante hemoglobina).

Para el crecimiento óptimo es necesario alimentarlas con dietas que contengan niveles altos de proteínas de buena calidad, del orden de 35 - 50% dependiendo del estado fisiológico (Zamora e Higuera, citados en Blanco, 1995).

Aproximadamente el 65 - 75 % del peso de la materia seca de los peces es proteína y la mayor parte de esta se encuentra en el músculo esquelético.

Drummond (1988), dice que el mejor alimento para truchas es aquel que contiene mayor cantidad de proteína de origen animal; un pienso de baja calidad debe contener un 28 a 35 % y uno de buena calidad un 45 a 50%.

Al hábito alimenticio de los carnívoros, se le atribuye el requerir elevados porcentajes de proteínas en sus dietas, y el uso preferencial de proteína de origen animal como fuente de energía en lugar de los carbohidratos.

Estévez (1990), sostiene que no solo es importante la cantidad proteína cruda, sino su calidad (aminoácidos) y su aptitud para ser digerida.

Aminoácidos

Las proteínas por acción de las enzimas digestivas como Tripsina, Quimiotripsina son transformadas en aminoácidos, los mismos que actúan como fuente de energía metabólica, desempeñando un importante papel en el metabolismo celular, en el proceso de degradación y glucólisis por el ciclo de Krebs lípidico y de carbohidratos (Lenhinger, 1987).

MacAllum (1994) , menciona que la carencia de algún aminoácido esencial en las dietas suele ser el motivo de un retraso en el crecimiento del pez.

La digestibilidad de proteínas es afectada cuando existe un mal procesamiento de las fuentes de proteína, esto es, por el uso de altas temperaturas lo que ocasiona la reacción de Mailiard con lo que se afecta la disponibilidad de ciertos Aminoácidos esenciales, las proteínas de un alto contenido de grasas se ven afectadas por factores de peroxidación (Drumond,1988).

La digestibilidad es mayor en los peces de menor edad, ya que las necesidades de crecimiento son mayores y, por lo tanto, su capacidad de absorción es también mayor.

La digestibilidad de la dieta proteica disminuye cuando en la dieta se incluyen glúcidos en grandes cantidades (Blanco, 1995).

Según Blanco (1995), los requerimientos cuantitativos de aminoácidos esenciales en los salmónidos, expresados en porcentajes de proteína son:

Tabla 3. Requerimientos de aminoácidos esenciales para salmónidos.

AMINOÁCIDO	% EN LA DIETA	% PROTEÍNA DIETA
Arginina	2.4	6.0
Histidina	0.7	1.8
Isoleucina	0.9	2.2
Leucina	1.6	3.9
Lisina	2.0	5.0
Metionina	1.6	4.0
Fenilalanina	2.1	6.0
Treonina	0.9	2.2
Triptófano	0.2	0.5
Valina	1.3	3.2

Fuente: Blanco (1995).

Según González (1990), el catabolismo de los aminoácidos tiene lugar en el hígado y el resultado es la producción de energía y , como productos finales, el amoníaco, que es eliminado por las branquias en la fracción iónica tóxica NH_3 y en pequeñas cantidades, en forma de urea, por vía renal, anhídrido carbónico y agua.

Según FAO (1999), la carencia o desproporción de proteínas y aminoácidos en la formulación de balanceados puede ocasionar algunos inconvenientes corporales.

Tabla 4. Patologías nutricionales inducidas por deficiencias.

CONDICIÓN PATOLÓGICA	DEFICIENCIA	TOXICIDAD
Escoliosis/lordosis	Triptófano, magnesio, fósforo, vit. C	Plomo, cadmio, vit. A, aceite oxidado de pescado
Cataratas	Metionina, triptófano, zinc, magnesio, cobre, selenio, manganeso, vit. A, riboflavina	Colina, aceite oxidado de pescado
Erosión de aletas	Lisina, triptófano, zinc, riboflavina, inositol, niacina, vit. C	Plomo, vit. A
Hígado graso	Colina, inositol, ácidos grasos esenciales	Aceite oxidado de pescado
Exoftalmia	Ácido pantoténico, niacina, ácido fólico, vitaminas A y E	Aceite oxidado de pescado
Hemorragia piel	Riboflavina, ácido pantoténico, niacina, tiamina, inositol, vitaminas A, C y K	Aceite oxidado de pescado

Fuente: FAO (1999).

El diagnóstico de deficiencias nutricionales causadas por una mal nutrición proteica o aminoacídica en especies acuícolas y animales, es muy difícil de diagnosticar como consecuencia del estado general de alteración que se evidencia en el animal. Frente a un problema nutricional de este tipo, los principales indicadores que muestra el animal son: un deterioro en la eficiencia de conversión, una reducción en la tasa de crecimiento y una mortalidad mucho mayor que la esperada. Es decir, todos muy inespecíficos. Sin embargo, diversos investigadores han informado de signos, más específicos que causarían en especies acuícolas, deficiencias nutricionales de ciertos aminoácidos en particular (FAO,1999).

Arginina

Las especies acuícolas presentan un elevado requerimiento nutricional de arginina, alrededor de un 6% de la proteína dietaria en salmónidos y 4 a 5% en otras especies de peces.

Lisina

Ketola citado en FAO (1999), en ensayos de alimentación con alevines de truchas arco iris, realizados a nivel de laboratorio, observó una alta mortalidad y marcada erosión en la aleta caudal en los peces alimentados con dietas deficientes en lisina.

Anderson *et al.* citado en FAO (1999), en un ensayo destinado a determinar el requerimiento de lisina en alevines de salmón atlántico no observaron signos específicos de deficiencia nutricional durante los 140 días que duró este ensayo con una dieta deficiente en lisina. Si los peces deficientes evidenciaron un menor apetito, una menor ingesta de alimentos y por lo tanto, un menor crecimiento.

Metionina

Diversos estudios han indicado que la metionina es esencial para el óptimo crecimiento de las especies acuícolas y que la presencia de cistina reduce el requerimiento de metionina dietaria necesaria para un óptimo crecimiento. En truchas arco iris se ha informado que dietas deficientes en metionina pueden causar cuadros caracterizados por cataratas bilaterales. Esta situación la observó Porton *et al.* (1977) citado en FAO (1999), al alimentar truchas cuya principal fuente de proteína era un aislado de soya. Bajo condiciones prácticas dietas con un mínimo de 25% de harina de pescado “especial” para la alimentación de especies acuícolas son más que suficientes para evitar esta situación.

Triptófano

Post (1983) citado en FAO (1999), ha señalado que dietas deficientes en triptófano son también capaces de causar deficiencias nutricionales caracterizadas por lordosis y escoliosis.

Además de los aminoácidos no esenciales, se ha señalado también que determinados aminoácidos esenciales (por ejemplo, la leucina) tienen un efecto tóxico en los peces cuando su contenido en la alimentación es excesivo (Hughes *et al.* citado en FAO,1999). Por ejemplo, entre los signos de toxicidad del exceso de leucina (13,4 %) en la alimentación de la trucha arco iris (*O. mykiss*) figuran la escoliosis, la deformación de los opérculos, la deformación de las escamas, la pérdida de escamas y la espongirosis de las células de la epidermis (Choo *et al.* Citado en FAO, 1999). El resto de aminoácidos por lo general son excretados por el pez aumentando la cantidad de radicales amoniacaes en el agua.

b. Energía

Al formular raciones alimenticias, la energía y los aminoácidos son las dos variables más importantes; siendo el primero el más costoso de suministrar. La energía, esencial para mantener una serie de reacciones vitales, es un atributo extremadamente importante contenido en los enlaces químicos de los alimentos de una dieta (Blanco, 1995).

La energía pueden proveerla las proteínas, grasas o carbohidratos, según Higuera (1998) tenemos lo siguiente:

Tabla 5. Energía metabólica en Salmónidos (Mcal/Kg).

Carbohidratos	1.6
Proteína	3.9
Grasa	8.0

Fuente, Higuera (1998).

La deficiencia de carbohidratos puede inducir efectos perjudiciales en lo que a respuestas fisiológicas se refieren, lo que ha hecho denominar a los salmones como

entes deficientes de insulina. Se ha observado que el empleo de almidones en alimentos de salmones produce acumulaciones patológicas en el hígado de glucógeno, polímero de glucosa que se almacena en hígado y músculo y sirve como metabolito de reserva (FAO,1999).

En la industria de alimentos balanceados, se privilegia la utilización de carbohidratos, por su costo accesible y rendimiento. El problema antes mencionado se evade incorporando almidones poco aprovechables como el afrechillo de trigo, que por estar infiltrado de fibra cruda, tiene baja digestibilidad (Blanco, 1995).

Para el piscicultor la diferencia en calidad de balanceados es difícilmente perceptible ya que por la dificultad de regular el suministro, al real consumo de los peces, normalmente se malgasta mucho alimento quedando confundida la mejor eficiencia (FAO,1999).

La mayor demanda energética se produce en las etapas de alevinaje y en la reproductiva; fenómeno directamente proporcional al requerimientos de proteína, ya que el metabolismo trabaja intensamente en las primeras etapas de desarrollo del pez y también en la etapa de gestación (Schmidt-Nielsen, 2003).

Los que llegan al máximo como eficiencia son los peces bentónicos, que además no gastan energía en moverse, sino cuando de comer se trata. Su limitada movilidad los hace mucho más eficientes en conversión alimenticia en relación a otras especies de cultivo industrial, que gastan 20% o más del alimento que consumen con fines homeostáticos. La elevada conversión energética se explica por la diferencia en el contenido de humedad y de grasa entre los alimentos y el cuerpo de los peces (FAO,1999).

Tabla 6. Materia seca y grasa en los alimentos y el cuerpo del salmón.

	Materia seca	Grasa
Alimento	85-90%	15-30%
Cuerpo salmón	20-40%	5-10%

Fuente: (FAO,1999).

La relación materia seca/grasa del alimento balanceado lo hacen nutricionalmente más concentrado. El efecto inmediato se refleja en el peso corporal e índices de condición del animal.

c. Lípidos

Los lípidos tienen las funciones de fuente de energía metabólica (ATP) en kcal/kg produciendo más 100% de agua metabólica; son componentes esenciales de todas las membranas celulares y subcelulares. Sirven como vehículo de absorción de vitaminas liposolubles como A, D, M, ,E, intervienen en la síntesis de hormonas sexuales, son fuente de ácidos grasos esenciales, entre otras (Leningher,1987).

Las truchas digieren bien las grasas dependiendo de su origen, siendo mejor absorbidos los ácidos grasos insaturados, con un menor punto de fusión, en un orden de 85 - 99 %, además, deberemos considerar que a mayor temperatura los lípidos se absorberán de mejor manera y que a menor porcentaje dentro de la dieta, es mejor (Blanco, 1995).

En el caso de la trucha se ha demostrado que necesita ácidos grasos de la familia linoléico para lograr un máximo crecimiento, conversión alimenticia y ausencia de patologías.

Según Lee *et al.* y Watanabe *et al.*, citados en Watanabe (1980), sugieren que el requerimiento de ácido linoléico es de un 20 % del total de lípidos usados en la dieta.

El incremento periódico de la temperatura ambiental incrementa la digestibilidad del componente graso en la alimentación de los animales.

La absorción es menor cuanto mayor es el contenido lipídico en la ingesta. Los peces de mayor edad utilizan mejor, desde el punto de vista digestivo, la grasa dietaria que los más jóvenes (Blanco, 1995).

Observando que al adicionar lípidos de buena calidad en niveles de 5 al 25% no se produce efectos negativos, se aprecia un aumento de grasa a nivel visceral, debido al exceso de energía en la dieta. Ogino *et al.* citado en Watanabe, (1980), confirma que los lípidos del cuerpo están directamente relacionados con la dieta.

Drumond (1988), sostiene que la dieta de las truchas precisa una pequeña cantidad de grasa digestible. La digestibilidad de la grasa depende de que esta tenga un punto de fusión bajo y que es preciso que se encuentre en estado líquido en el estómago, para que pueda ser utilizada.

d. Carbohidratos

Los carbohidratos o glúcidos son componentes habituales de los animales, formando parte de tejidos y líquidos. Los glúcidos químicamente son compuestos que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y forman moléculas denominadas monosacáridos, como la glucosa, o más complejas, como los polisacáridos entre los que el almidón es el más conocido. Los glúcidos son tratados a nivel del intestino por la acción de fermentos pancreáticos o carbohidrasas, descomponiéndolos en monosacáridos. Desde el sistema

porta pasa al hígado, donde se acumula en forma de reserva o glucógeno. A través del glucógeno se mantiene la glucemia o concentración de glucosa en la sangre, de donde la toman preferentemente determinados tejidos como fuente de energía (Zamora y Blanco, 1986).

La hormona que permite la utilización de la glucosa por las células es la insulina, producida en el páncreas. El metabolismo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mikiss*) produce insulina en escasa cantidad, de tal forma que al tener una excesiva ingesta de azúcares, su organismo no logra asimilar correctamente y se producen cantidades elevadas de glucosa en la sangre. Por esto, la incorporación de glúcidos en la dieta deberá ser menor al 12% puesto que dietas ricas en glúcidos son perjudiciales para las truchas, provocando alteraciones metabólicas importantes, con un comportamiento de las truchas netamente diabético, con acumulación en exceso de glucógeno en el hígado, originando hepatomegalia y trastornos patológicos (Blanco, 1995) .

e. Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos requeridos por los peces en cantidades muy pequeñas y obtenidas a partir del alimento suministrado. Las truchas, con respecto a otros peces, son exigentes en vitaminas, estableciéndose hasta un número de quince vitaminas que han sido consideradas como esenciales en estos peces .

La vitamina E se adiciona en los alimentos balanceados por ser un material antioxidante de grasas y vitamina C. Además por su estructura cíclica tiene un efecto reductor de estrés (Higuera, 1987).

Tabla 7. Vitaminas necesarias en la dieta de los salmónidos.

Vitaminas	Cant/Kg de dieta
A	2500 UI
D	2400 UI
E	30 UI
Menadiona	10 mg
Tianina	10 mg
Riboflavina	20 mg
Piridoxina	10 mg
Ácido Pantoténico	40 mg
Niacina	150 mg
Inositol	400 mg
Colina	3000 mg
Ácido Ascórbico	100 mg
Ácido fólico	5 mg
B12	0.02 mg
Biotina	0.1 mg

Fuente: NCR, Citado en FEUGA, (1987).

Según Lovell (1987), los requerimientos vitamínicos cuantitativos de la dieta para salmónidos, dependen de los siguientes factores:

- La especie, Tamaño, velocidad de crecimiento, interrelación de los nutrientes, ambiente (temperatura, calidad del agua).
- La velocidad del consumo del alimento por parte de los animales y que determina la pérdida progresiva, por lavado, de vitaminas hidrosolubles.
- De la tasa de crecimiento y tamaño de los peces.
- Del balance nutricional de la dieta usada.
- Estado de estrés.

Al encontrarse los peces confinados, pueden presentar síntomas de deficiencia, por consumir dietas suplementarias que pretenden un rápido crecimiento, sin cubrir los requerimientos vitamínicos, pudiéndose presentar problemas nutricionales.

Tabla 8. Efectos de la deficiencia de vitaminas en salmónidos.

Vitaminas Liposolubles	Síntomas
A	El exceso produce cataratas, disminución en el crecimiento hematocrito y necrosis en la aleta caudal. También Despigmntación
D	Mal crecimiento, Homeostasis del calcio desequilibrado, tétanos del músculo blanco esquelético
E	Vitamina antioxidante, reduce el hematocrito, también produce mal crecimiento, ascitis y distrofia. Mortandad
K	Produce hemorragia y reduce hematocitos
Vitaminas Hidrosolubles	Síntomas
C	Produce escoliosis, lordosis, hemorragias internas, hematocrito disminuido y anemia
Tiamina (B1)	Nerviosismo, retracción de la cabeza, brillo violáceo, lesiones cerebrales y mortalidad
Riboflavina (B2)	Suspensión completa del crecimiento y cataratas en los ojos
Piridoxina (B6)	Hiperirritabilidad, edema en la cavidad peritonea y convulsiones
Cianocobalamina	Reduce el crecimiento, baja cantidad de hemoglobina y anemia
Biotina	Lesiones en el colon, músculos atrofiados, lesiones en la piel, crecimiento lento y fragmentación de eritrocitos
Colina	Crecimiento lento y hemorragia intestinal
Ácido Nicotínico	Pérdida de apetito, lesión en el colon, edema en el estómago, crecimiento lento
Ácido Pantoténico	Necrosis, atrofia celular, falta de apetito y crecimiento lento
Inositol	Lesiones en la piel, estómago hinchado y crecimiento lento

Fuente: Macallum (1994).

f. Minerales

Los minerales no solo se toman de los alimentos vivos sino que también se absorben del medio a través de las branquias. Los minerales tienen un papel estructural en el organismo, formando parte del esqueleto, cartílagos, etc. Además intervienen en la regulación del metabolismo como activadores enzimáticos, en la actividad neuromuscular, en el balance de ácido básico y formando parte de enzimas, hormonas y vitaminas (Coll, 1983).

Según las necesidades del organismo los minerales pueden dividirse en macro nutrientes y micro nutrientes. Los macro nutrientes se requieren en cantidades que oscilan entre 0.10% y el 2% del peso seco de la dieta. En este grupo se incluye Cl, Na, P, Mg y S que forman parte de estructuras corporales o actúan en la regulación del metabolismo.

Los micro nutrientes se necesitan en poca cantidad, trazas hasta 0.0008% y se utilizan como activadores de enzimas, principalmente son: Co, Fe, Mn, Se, Zn ,etc. (Coll, 1983).

Es importante la interacción entre diferentes minerales; un desajuste en el balance mineral da lugar a alteraciones nutritivas. Esta interacción es importante en el caso del Ca y P la mejor relación Ca/P va de 1:2 para la trucha, 0.34% de Ca y 0.68% de P. Estos minerales forman los huesos y estructuras esqueléticas y mantienen el equilibrio de ácido básico en el cuerpo. Además el calcio interviene como activador enzimático en las rutas metabólicas y el fósforo actúa en el metabolismo de carbohidratos y grasas y forman parte de diversas estructuras celulares (Coll, 1983).

Tabla 9. Requerimientos de minerales para trucha arco iris.

Elemento	Mg/kg de pienso
Macronutrientes	
Calcio	5000
Fósforo	8000
Magnesio	500-1000
Potasio	5000
Micronutrientes	
Hierro	50-100
Manganeso	20 - 50
Cobre	1-4
Zinc	20-120
Cobalto	0.1
Selenio	0.1
Yodo	0.6

Fuente: Coll (1983).

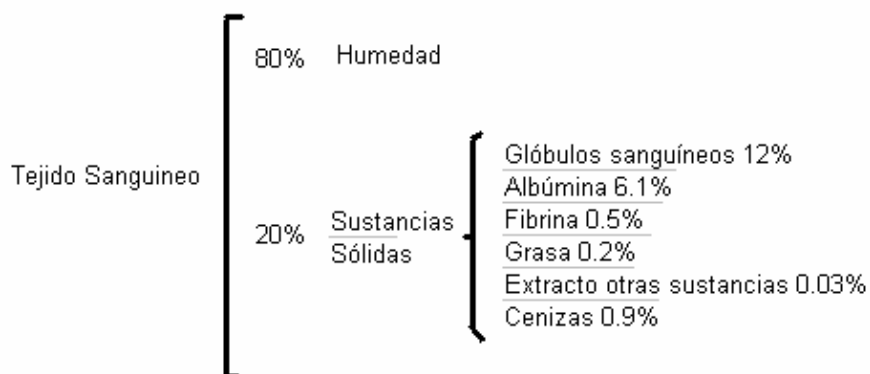
El efecto general que produce la deficiencia de minerales en la dieta es el de un pobre crecimiento, poco apetito, deformaciones en los huesos, raquitismo; falta de Hierro, cobalto y cobre producen anemias y en el caso de magnesio, convulsiones.

Sin embargo, altos niveles de sal en la dieta, de hasta un 12 %, puede afectar el crecimiento y la conversión del alimento en el salmón del pacífico y la trucha (Coll, 1983).

C. CARACTERISTICAS DE LA SANGRE BOVINA DESHIDRATADA

1. Subproductos sanguíneos.

Según Kelley (1993), En base a cifras proximales la sangre se compone de:



Lo ideal para minimizar la actividad del agua para que no exista contaminación microbiana, es obtener un producto final con un 8-10% de humedad (Bastidas, 2002).

Kelley (1993), afirma que la sangre bovina en estado corporal tiene una densidad de 1,05 Kg/dm³. Sus dos principales componentes plasma y glóbulos rojos, tiene una densidad de 1,03Kg/dm³ y 1,09 Kg/dm³ respectivamente.

La sangre es un tejido rico en proteínas, debido a que el plasma y los corpúsculos rojos tienen un elevado contenido de aminoácidos disponibles (Gatnau, 1989). El mismo autor menciona que el ochenta por ciento de los sólidos contenidos en el plasma son proteínas, de forma similar se conoce que el noventa y ocho por ciento de los sólidos contenidos en los glóbulos rojos son proteínas.

En las siguientes tablas podemos observar otros datos de interés respecto a las características del tejido sanguíneo y sus componentes :

Tabla 10. pH de la Sangre y punto de congelación.

MUESTRA	pH (S. cruda)	pH luego de 24 horas	punto de congelación ° C
Tejido Sanguineo	7,2	7,5	0

Fuente: Gatnau (1989)

Tabla 11. Composición de la sangre.

MUESTRA	HUMEDAD	PROTEINA	SUSTANCIAS SOLIDAS
Plasma	91%	7-8%	1-2%
Glóbulos Rojos	62%	34-38%	1-3%

Fuente: Gatnau (1989)

La cantidad de sangre expresada en tanto por ciento respecto al peso vivo de distintos animales se encuentra en los siguientes porcentajes:

- Vacas 3-4%
- Terneros 5-6%
- Cerdos 3-4%
- Ovejas 3-3,5%
- Corderos 3,5-4%

2. Sangre deshidratada, Fuente de Aminoácidos y Proteínas.

La sangre de res fue procesada en un sistema de rota vapor en el camal de Riobamba, con temperaturas de hasta 68.5 °C; Una vez obtenida la sangre deshidratada se la analizó en el Laboratorio de bromatología de la ESPOCH, obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro 1. Análisis bromatológico de sangre deshidratada (%).

Humedad	Proteína	Cenizas	Extracto etéreo	Sólidos totales
10,3	80,2	5,1	1,7	: 89,7

Por lo antes mencionado conocemos que los subproductos sanguíneos están representados por el plasma bovino y las células sanguíneas.

El plasma sanguíneo deshidratado es una fuente de proteína que se ha utilizado para complementar las proteínas de los cereales. Para la obtención de este producto, se evita la coagulación de la sangre mediante la utilización de citrato de sodio y luego se almacena en tanques refrigerados. La fracción del plasma es separada de las células sanguíneas mediante un proceso de centrifugación, para luego ser deshidratada por medio de un sistema de atomización (Gatnau *et al*, 1989).

El plasma deshidratado contiene 70 % de proteína proveniente de albúminas y globulinas. Aunque los productos comerciales pueden contener un 78 % de proteína, 6,80 % de lisina, 1,45 % de fósforo y 0,13% de calcio.

También se ha utilizado como fuente de inmunoglobulinas para lechones recién nacidos y como reductor del problema de diarreas (Gatnau *et al*. 1989 & Rojas *et al* 1994).

Wells (2001), sostiene que la Encefalopatía Espongiforme Bovina no es detectada en la sangre ni en ninguna fracción de ella; así se conoce que la sangre no transmite la BSE, esto a causa de que los priones (entes infecciosos no virales, carentes de Ácidos nucleicos) tienen mayor afinidad por las terminales nerviosas, en el caso de la sangre no se presentan, ya que las células sanguíneas se mantienen en constante renovación.

La sangre deshidratada es una fuente proteínica de alta calidad para dietas de animales jóvenes, porque está libre de factores antinutricionales (NCR,1998).

Lican (2003) sostiene también que la Hemoglobina animal deshidratada es un producto proteínico que posee un excelente perfil de aminoácidos, destacándose por su elevado nivel de lisina, es un polvo fino obtenido del secado por aspersion de la sangre de animales sanos .

La hemoglobina animal deshidratada , aporta importantes niveles de hierro hemínico de alta absorción fundamental para un rápido crecimiento en animales en desarrollo. Su proteína posee un excelente perfil de aminoácidos, puede ser utilizado para la alimentación de animales con altos requerimientos proteínicos. Por su aporte valioso de aminoácidos puede reemplazar total o parcialmente otros ingredientes proteínicos de alta calidad (Lican, 2003).

Para reducir el riesgo de contaminación con tejidos cerebrales, cordón espinal, fluido cerebroespinal, la sangre es colectada inmediatamente después del aturdimiento y antes de la decapitación mientras la carcasa está entera. Inmediatamente después la sangre es colectada, entrando en un sistema cerrado que va desde el área de colección, pasando el procesamiento y un área de almacenaje en tanques que proveen un ambiente frío, mientras espera su embarque y facilitar su procesamiento (Garland, 1996).

El buscar alternativas de utilización de sangre deshidratada es algo importante, no sólo porque se desperdicia un recurso de alto valor nutricional (Moreiras, 1996), sino también por los graves problemas de contaminación ambiental que genera (Pares, 2000).

A continuación se describe la cantidad y variedad de nutrientes que tiene la sangre fresca:

Tabla 12. Nutrientes disponibles en sangre fresca de ganado.

NUTRIENTE	CANTIDAD
Agua (g)	81
Energía (kcal)	81
Proteínas (g)	18
Lípidos (g)	1
Hidratos de Carbono (g)	7
Fibra (g)	0
Ca (mg)	8
Fe (mg)	52
Mg (mg)	10
Riboflavina (mg)	0,15
Ácido ascórbico (mg)	2

Fuente: Garland (1996).

Las relaciones proteína digestible/ energía digestible y aminoácidos esenciales/ energía digestible suponen un gran progreso. Si bien la relación aminoácidos esenciales/ energía digestible no se utiliza todavía en nutrición piscícola, se emplea desde hace tiempo en alimentación avícola y porcina, donde además se selecciona un nivel energético (energía digestible/kg) (FAO, 1999).

En especies terrestres, las necesidades de energía (Kilocalorías) en los piensos, era un parámetro importante en la formulación de alimentos nutritivos, por tanto se incrementaba sus porcentajes de dosificación y a la vez encarecían los mismos. En la actualidad se ha reducido la cantidad energética en las dietas, ya que además de cubrir los requerimientos metabólicos se debe propender a minimizar los efectos nocivos al

ambiente por la excreción de radicales contaminantes como los amonios excretados por los peces (FAO, 1999).

En la siguiente tabla se presenta la puntuación química y aminoácidos esenciales limitantes (AAE LIMIT) de algunas fuentes de proteínas involucradas en la nutrición de salmonidos (FAO, 1999).

Tabla 13. Puntuaciones basadas en la comparación entre las necesidades medias de aminoácidos esenciales de trucha arco iris y carpa común.

ALIMENTO	TRE	VAL	MET	CIS	ISO	LEU	FEN	TIR	LIS	HIS	ARG	TRI	AAE LIMIT
Torta de soja	74	101	46	130	128	115	105	97	76	106	123	176	Met
Huevo entero de gallina	77	125	100	130	132	109	97	98	78	92	96	135	Tre
Carne de pescado	83	98	98	85	108	110	80	117	101	121	97	135	Fen
Harina de pescado (arenque)	76	127	109	78	117	107	80	95	89	96	111	123	Tre
Harina de pescado (blanco)	81	106	104	93	121	109	81	94	90	94	116	129	Tre
Concentrado de proteínas de pescado	83	110	118	63	127	109	85	103	92	90	95	153	Cis
Ensilado de pescado	98	122	72	72	101	129	120	94	98	121	108	59	Tir
Harina de camarón entera	83	97	109	85	112	106	95	105	86	73	134	106	His
Harina de carne y hueso	77	128	59	89	109	113	88	60	86	100	150	88	Met
Sangre deshidratada	69	158	33	52	24	162	124	69	89	214	62	123	Iso
Harina de hígado	76	135	72	89	105	121	109	106	71	98	105	153	Lis
Harina de subproductos avícolas	76	125	81	141	132	123	80	60	71	87	134	112	Tir

Fuente: (FAO,1999).

Las necesidades medias de AAE (expresadas como porcentaje del total de AAE) son las siguientes: treonina 10,6, valina 9,5, metionina 5,4, cistina 2,7, isoleucina 7,5, leucina 3,5, fenilalanina 9,5, tirosina 6,5, lisina 16,8, histidina 4,8, arginina 11,6 y triptófano 1,7 (FAO, 1999).

En acuicultura, sobre todo en los salmónidos, se intenta sacar el mayor beneficio del efecto de ahorro de lípidos, frente a proteínas, ya que añadiendo mas lípidos se disminuye la relación proteína digestible/ energía digestible. La búsqueda de alimentos que ofrezcan al mismo tiempo índices de consumo excelentes y una baja polución, condiciona la elección de niveles energéticos crecientes, por lo tanto, contenidos en lípidos cada vez mayores. En estos alimentos las relaciones aminoácidos esenciales/ energía digestible se encuentran reducidas gracias a la optimización del equilibrio de los aminoácidos esenciales y al empleo de fuentes proteicas muy digestibles. La relación aminoácidos esenciales digestibles/ energía digestible debería ser sensiblemente similar para los alimentos “clásicos“ y “ecológicos “ al contrario que la relación aminoácidos no esenciales digestibles/ energía digestible, que puede ser menor en los segundos, ya que la contribución de los aminoácidos no esenciales al suministro de energía o de carbono, disminuye con aportes elevados de lípidos (FAO, 1999).

Sin embargo la relación aminoácidos esenciales / aminoácidos no esenciales no puede ser muy diferente del valor ideal sin conllevar una ralentización del crecimiento. Este ultimo aspecto requiere investigaciones complementarias para las especies en las que parece mas difícil aprovechar el efecto ahorro de proteínas por lípidos (trucha fario - *Salmo trutta fario* y rodaballo - *Psetta máxima*) (FAO, 1999).

Algo muy importante a nivel de Latinoamérica, es lo que ocurre en Chile, referente en producción de trucha, en donde se emplean altos niveles de harina de pescado en la

fabricación de alimentos para salmones, lo cual redundaría en niveles inconvenientemente altos de fósforo (2%), los que al exceder los requerimientos del pez, son excretados, resultando muy eutrofizantes. Una forma de disminuir dicha concentración es sustituir parcialmente la harina de pescado por otros suplementos de menor contenido fosfórico, como son la sangre deshidratada o el gluten de maíz. Debe buscarse una solución de compromiso que no disminuya demasiado la digestibilidad, por cuanto causaría un aumento en la contaminación por excesiva excreción de elementos no digeridos (FAO, 1999).

Con este propósito se están formulando alimentos experimentales con bajo contenido fosfórico, un máximo de 2% de fibra cruda, un mínimo de 3,5 Kcal/kg de energía metabolizable y de 45% de proteína (FAO, 1999). Al analizar su digestibilidad, se observa que las fuentes de proteína de origen animal (harina de pescado deshuesada y sangre) tienen una mayor digestibilidad que la de origen vegetal (gluten). El caso de la harina de pluma su baja digestibilidad puede explicarse por el alto contenido de queratina de difícil digestión para los peces (Blanco, 1995).

Tabla 14. Relación porcentual de digestibilidad y fósforo, partiendo de fuentes energéticas variadas.

Nuevo insumo	Fósforo %	Digest. %
Harina de plumas	1,3	76,62
Gluten de maíz	1,0	79,62
Harina de pescado deshuesada	1,2	84,18
Sangre Deshidratada	1,3	85,46

Fuente: FAO (1999).

3. Sangre deshidratada, Fuente de Hierro hemínico.

Bastidas y Cartagena (2002) luego de realizar pruebas de campo en nutrición de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) con sangre deshidratada, plantean entre sus recomendaciones dosificar alimentos balanceados comerciales con sangre libre de humedad a manera de suplemento nutricional, ya que en su experiencia al suministrar sangre deshidratada a trucha arco iris sin ningún otro complemento tuvieron problemas de contaminación por hongos y principalmente desequilibrios nutricionales como porcentajes de fibra, grasa, cenizas, etc.

La sangre deshidratada, es una fuente rica en hierro hemínico (bioasimilable), el cual es un nutriente de suma importancia para los animales carnívoros como la trucha, ya que en etapas tempranas constituye de 20 a 30 partes por millón, del cual 47% está asociado a la sangre, 44% en otros tejidos del cuerpo y el resto en órganos donde participa en procesos enzimáticos; la principal función (al igual que en la especie humana) la constituye el intercambio de gases: oxígeno y dióxido de carbono, realizado en los pulmones por la hemoglobina y en músculo por su participación en la mioglobina (Brian, 1997).

El hierro hemínico orgánico (absorción 25% aprox.) es aquel que proviene de seres vivos, el que por su estructura molecular es más fácilmente absorbido que el hierro inorgánico (absorción 10% aprox.) y sucede de diferente manera: la digestión proteolítica de la hemoglobina y mioglobina resultan en la liberación del grupo hemo, que es mantenido en su forma hemo, soluble por los productos de la degradación de la globina, lo que lo hace disponible para su absorción. El hierro entra al enterocito como una metaloporfirina intacta, probablemente por un sistema vesicular endocítico, o por acción de alguna proteína captadora similar a la integrina; luego el hierro es liberado

dentro de la célula por acción de la enzima hemo-oxigenasa, como hierro inorgánico (Fe⁺³) (Brian, 1997).

El hierro es imprescindible para el buen funcionamiento del organismo de todos los vertebrados, pues constituye una parte esencial de la hemoglobina en la sangre y de la mioglobina en músculo, además de su participación en múltiples enzimas de procesos de óxido-reducción tal y como ocurre en el hombre (Brian, 1997).

En la trucha, la importancia del hierro es fundamental, dado que al ser una de las especies animales con un índice de crecimiento rápido, exige una cantidad y variedad de nutrientes mayor y entre ellos de hierro; sobre todo porque la transferencia de este elemento a través de la formación del cigoto o huevo en los peces es escasa, lo que determina depósitos corporales de hierro relativamente bajos en los recién nacidos, lo que podría acarrear anemias ferropénicas en el caso de no suministrar suplementos minerales de hierro por vía oral o parental (Maugenet, 1997).

El hierro entra en el organismo de los vertebrados en forma de sales inorgánicas como el carbonato de hierro, cloruro ferroso, cloruro férrico, óxido férrico y sulfato ferroso, o como sales orgánicas como el citrato ferroso, fumarato ferroso o lactato ferroso (NCR, 1998).

En el estómago, por acción del ácido clorhídrico gástrico, estas sales, primero son descompuestas para que inmediatamente el hierro sea quelado (al parecer con dos radicales uno amino y otro carboxilo, probablemente un aminoácido) y esté en condiciones de solubilidad para su absorción por un mecanismo similar al del ser humano y la mayoría de monogástricos. Al igual que en el ser humano, el hierro

hemínico se absorbe mejor que el no hemínico y de este, el ferroso que el férrico (NCR, 1998).

De manera experimental, el cultivo de células se ha usado con éxito del paso vectorial epitelial y para el estudio de las rutas transcelulares del hierro y tienen un gran potencial en el futuro para la explicación más completa del fenómeno absorbivo del hierro (Lantude, 1998). Cabe destacar que el estómago de los peces tiene una conformación histológica similar a la de los mamíferos; posee cuatro capas: una mucosa, una submucosa, una muscular y una serosa (Gisbert, 1998)

Los Ciegos Pilóricos Histológicamente presentan estructuras de absorción de nutrientes que incrementan el área total de absorción del pez, (Halver, 1989). Semejanzas en la estructura histológica de los ciegos e intestino adyacente de seis especies (trucha arco iris, lubina rayada, esturión blanco, lubina marina, reedfish, robin marino) citadas por Buddington y Diamond, (1987) sugieren una función de absorción de nutrientes.

Deficiencia de Hierro en los vertebrados.

Los mecanismos de transporte cualitativamente son similares para peces y mamíferos(Gisbert, 1998).

La ferropenia ocurre cuando existe ingreso insuficiente de hierro en el organismo, aumento de las necesidades y/o eliminación excesiva del mismo, produciéndose un balance negativo (Castro, 1999).

La falta en el aporte de hierro por la dieta, o porque la dieta está constituida por alimentos que dificultan la absorción del metal, son los factores más comunes que intervienen en la ocurrencia de la ferropenia, si esto se acompaña de situaciones

fisiológicas de crecimiento y desarrollo, gestación, provocarán un incremento en las necesidades de hierro y se tendrá como resultado estados de carencia del metal (Wolf, 1998).

El espectro clínico de la ferropenia varía de sólo una leve disminución de los depósitos de hierro, sin una franca sintomatología, hasta el extremo de una anemia que amenaza la vida, por lo que se ha considerado de utilidad dividir este espectro en tres estadios (Castro, 1999):

- 1) Deplección de los depósitos de hierro.
- 2) Eritropoyesis deficiente en hierro, que se origina a medida que disminuye el aporte de hierro a la médula eritroide.
- 3) Anemia ferropénica, que ocurre cuando la falta de hierro para la producción de eritrocitos produce una disminución significativa del nivel de hemoglobina en sangre y se entiende como la "disminución de la masa eritrocitaria y funcionalmente se expresa como un deterioro en la competencia de la sangre para transportar oxígeno a los tejidos"(Kelley, 1993).

Las consecuencias clínicas y funcionales son manifiestas en virtud de que la carencia afecta a casi todo el organismo. Hay palidez cutáneo-mucosa, atribuible a la disminución del pigmento hemático y a la vasoconstricción cutánea para derivar sangre de la piel a órganos vitales; existe un régimen circulatorio hipercinético compensador de la anoxia que se manifiesta por palpitations, taquicardia, aumento de la presión diferencial; se presenta astenia y adinamia como consecuencia de la deficiencia de enzimas férricas que intervienen en la liberación de energía (Viteri, 1994).

Según Watanabe (1997), en los peces los minerales no solo son absorbidos por la pared intestinal sino que también las branquias cumplen esa función.

Tabla 15. Sitios de absorción para algunos minerales traza en peces.

Minerales traza	Sitio de absorción
Hierro	Branquias-mucosa intestinal principalmente.
Cobre	Branquias-TGI,
Manganeso	TGI principalmente- branquias
Zinc	Branquias principalmente- Intestino anterior –estómago.
Cobalto	Branquias - Intestino-ciegos pilóricos.
Selenio	Branquias –TGI.
Yodo	TGI principalmente en peces de agua dulce- Branquias.
Cromo	TGI

Fuente: Watanabe (1997)

D. ALIMENTOS BALANCEADOS

1. Piensos para trucha.

Generalmente se clasifican los alimentos elaborados para trucha de acuerdo a la humedad, método de fabricación y el tamaño de partícula (Blanco, 1995).

El empleo de piensos secos concentrados y compuestos se ha introducido progresivamente en piscicultura después de haberse desarrollado ampliamente en ganado y en aves de corral. Las normas y técnicas aplicadas en la preparación de los piensos para ganado y las aves, se utilizan también en la preparación de piensos para peces. Los piensos en los peces se preparan de acuerdo a la especie y a los estados de cultivo (Thompson *et al.*, 1999).

Los piensos para trucha son piensos secos, con un máximo de 12 % de humedad, en forma de gránulos o pellets, de textura semidura y de morfología cilíndrica, de diámetros variables según el tamaño de los peces a los que van destinados (distintas granulometrías de acuerdo al tamaño de la boca) (Blanco, 1995).

En los piensos de fabricación tradicional, los gránulos tienen una textura propia del prensado, debido al paso de la mezcla de los ingredientes a través de una matriz, en presencia de vapor seco, luego se añade grasa sobre la superficie exterior del granulo (Rodríguez, 2004).

Los piensos extrusados son utilizados en la alimentación de truchas, piensos de alta energía y digestibilidad, llamados también ecológicos o no polucionantes, por su escasa contaminación acuática (Blanco, 1995). Estos piensos son de granulo regular y homogéneo, poroso y consistente debido a que los ingredientes se comprimen en un potente tubo o cañón, Bajo la influencia de un tornillo sinfín y el rozamiento, con inyecciones de vapor, que lleva la temperatura. El final del tubo es una matriz y la decompresión brutal que se produce a su salida es causa de una hinchazón o expansión típica del granuló (Lovell,1987).

Además de la clasificación acorde a la humedad, tipo de fabricación y tamaño de las partícula; es fundamental especificar la etapa de producción entendida (alevines, juveniles, engorde y reproductores) y el porcentaje de proteína y grasa (De la Lanza , 1998).

Pienso Húmedo.

Empleado con márgenes de humedad que van del 40 al 60%; compuesto de pescado o desperdicios de la pescadería, hígado vacuno macerado, mezclado con harina de soya,

trigo u otros granos, y suplemento de vitaminas y minerales. Esto se usaba durante los años de 1920-1950, al momento está prácticamente erradicado, debido a la actividad del agua y los riesgos de proliferación de microorganismos (De la Lanza , 1998).

Pienso Semi húmedo.

Humedad de 15 a 30%. Es un alimento de textura suave y palatable, que ha dado buenos resultados donde el agua es muy fría (Pons, 1979).

Pienso Seco peletizado.

Humedad de 10 a 20 %. Este es el método actual de fabricación más popular y económica para alimentos de truchas. La prensa puede producir alimentos de varios diámetros de 2.5 a 11 mm. Para alevines de trucha se desmenuza pellets y se separa los gránulos por medio de tamices (Blanco,1995).

Pienso Seco extruido.

Humedad de 10 a 12%. Tiene la ventaja de ser más durable con menos desperdicios de finos polvillos, más estabilidad en el agua, puede contener más grasa, puede ser flotante y el almidón es mas digestible. La desventaja es que cuesta más para su elaboración debido a las condiciones de humedad y temperaturas altas. Durante el proceso hay más destrucción de vitaminas(De la Lanza , 1998).

Pienso Mixto

Utiliza en su composición la mezcla de dos tipos de alimento; fresco y seco (este último en forma de diversas harinas). Es también un método bastante antiguo de alimentación de peces (Del Valle, 1990).

Piensos de iniciación o piensos para alevines; se comercializan en tres tamaños de partículas. Normalmente presentan un contenido de proteína total y de proteína animal más alto que los piensos granulados para truchas mayores. Un pienso para alevines razonablemente bueno debe presentar un contenido proteico de un 50% del cual el 75% como mínimo debe ser proteína de origen animal. Se utiliza hasta que las truchas alcanzan unos 5 cm de longitud (Rodríguez,2004).

Según Paiva (1981), la utilización de alimentos balanceados en "pellets" presenta ventajas importantes como son

- Menor pérdida de alimento.
- Ingesta más uniforme y mejor.
- Aumento de la eficacia alimenticia.
- No se separan los ingredientes.
- Menor contaminación por microorganismos.
- Reducción en gastos de manejo.

Acorde a lo mencionado en el párrafo anterior, el tamaño de los pellets se dosifica de la siguiente forma:

Tabla 16. Tamaño de partícula de alimento para trucha arco iris (*O. mykiss*).

ETAPA	PELLETS	TAMAÑO (mm)
Alevines	Harinas	0,08
Dedinos (5cm longitud)	Migajas	0,25- 0,4
Juveniles	Granulados	2,5 - 4 -6

Fuente : Paiva (1981).

Pigmentación

La trucha como otros salmones tiene como característica la carne de tonalidad rosa. En los reproductores los parámetros más sobresalientes son su piel y ovas de tonalidad rojiza.

La trucha silvestre obtiene los pigmentos necesarios (principalmente astaxantina) al alimentarse de crustáceos (genero *Gammarus* sp), mientras que la trucha cultivada (*Oncorhynchus mykiss*) adquiere estas características debido al ingreso de los pigmentos carotenoides en su dieta balanceada; ya que el pez no tiene la habilidad de sintetizarlos por si mismo (Del Valle, 1990).

3. Formulación.

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en cultivos intensivos, depende principalmente del alimento balanceado, sumado a ello, los sistemas de producción han variado notablemente en los últimos tiempos, introduciéndose nuevas técnicas que se han traducido en altas tasas de crecimiento y mayores requerimientos nutricionales (Blanco, 1995).

Autores como Garcías (1985), Imaki (1987) y Estévez (1990) , concuerdan en señalar la proporción de proteína requerida para cada etapa de desarrollo de trucha arco iris(*Oncorhynchus mykiss*), la cual responde a los siguientes valores:

Tabla 17. Proporción de proteína para cada etapa de desarrollo de trucha arco iris.

ETAPA	Proteína %
Alevines	45-55
Juvenil	40-50
Engorde	37-45
Reproducción	40-50

Fuente. Paiva (1981).

Watanabe (1986) y Del Valle (1990), coinciden en que los elementos necesarios para una dieta de alevines van en las siguientes proporciones:

Tabla 18. Parámetros nutricionales necesarios en cultivo de trucha arcoiris (O. mykiss).

Tipo de Alimento	Proteína % mín.	Fibra	Met.+Cist.	Fósforo %	AGN-3 % mín.	AGN-6 % mín.	Grasa % Mín.	Lisina % mín.	Calcio % mín.
		% max.	% mín.	mín.					
Inicio granulado	45	3.0	1.5	1.0	1.0	1.0	10.0	3.0	2.0
Inicio II	45	3.0	1.5	1.0	1.0	1.0	10.0	3.0	2.0
Crecimiento I	45	3.5	1.4	1.0	1.0	1.0	10.0	2.5	2.0
Crecimiento II	42	4.0	1.4	1.0	1.0	1.0	10.0	2.5	1.5
Acabado Simple	39	4.5	1.3	1.0	1.0	1.0	10.0	2.5	1.2
Acabado con Pigmento	39	4.5	1.3	1.0	1.0	1.0	10.0	2.5	1.2
Reproductor Simple	40	4.5	1.3	1.0	1.0	1.0	10.0	2.5	1.5
Reproductor con Pigmento	40	4.5	1.3	1.0	1.0	1.0	10.0	2.5	1.5
Energía Digestible : 3,5 Mcal/kg.									

Fuente: Watanabe (1986)

Las necesidades de vitaminas y minerales en ésta etapa son esenciales para el desarrollo normal y el metabolismo del alevín. Para dicho propósito, se incluye una premezcla de vitaminas y minerales traza (Premix).

La fábrica de alimentos balanceados BIOMIX, emplea componentes cien por ciento orgánicos, por tanto el presente proyecto se convierte en una alternativa interesante al emplear sangre bovina deshidratada como elemento rico en hierro quelatante y aminoácidos disponibles; además se debe hacer hincapié en que la formulación de los balanceados, tanto los disponibles en BIOMIX como los experimentales aquí propuestos, no existe adición de antibióticos sintéticos, siendo un trabajo favorable a las nuevas normativas internacionales que se preocupan por la trazabilidad de los balanceados.

4. Línea de procesos.

BALANCEADOS BIOMIX Macro Procesos

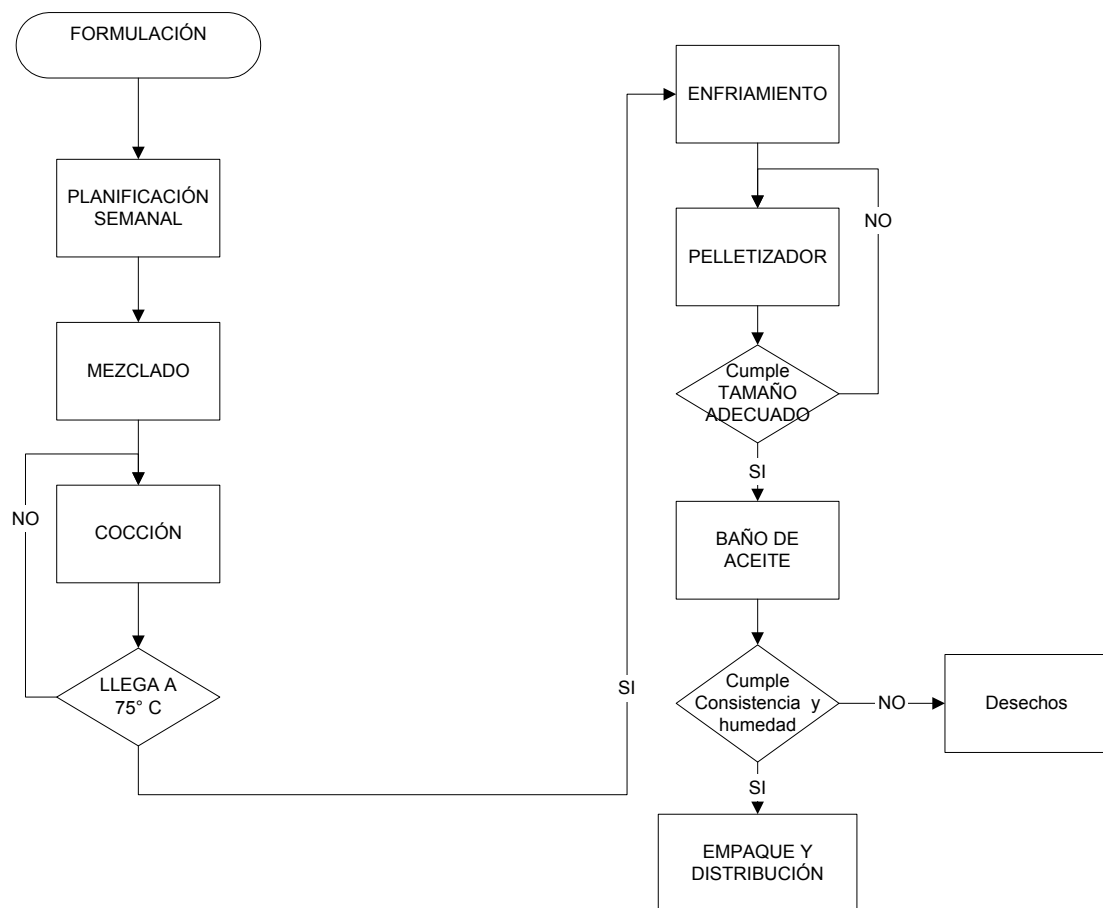


Gráfico 1. Elaboración de balanceados fábrica BIOMIX S.A,

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La presente investigación se efectuó en las instalaciones de la Granja Piscícola “El Paraíso del Pescador” Tandayapa, en el Km 52 vía Calacalí-Nanegalito, Cantón Quito, Provincia de Pichincha.

1. Características meteorológicas.



Gráfico 2. Piscícola “El Paraíso del pescador”

Campo experimental y condiciones agro climáticas.

Temperatura ambiental media :	17 a 18 °C
Temperatura del agua media :	15 a 16 °C
Altitud:	1500 m
Oxígeno disuelto en el agua:	8 a 9 mg/L
ph del agua:	7
Fuente hídrica:	Río Alambí
Caudal promedio (Q):	1,8 m ³ /s

B. MATERIALES

1. Para la fase de laboratorio.

- Sangre deshidratada
- Arroz
- Harina de Pescado
- Pasta de soya
- Gluten de maíz
- Arrocillo
- Colina
- Aceite de Pescado
- Vitaminas
- Minerales
- Antioxidantes
- Antimicóticos
- Pigmento
- Línea de peletización
- Aspersor de aceite
- Balanza
- Desinfectantes

2. Para la fase de Campo.

- Truchas (alevines)
- Piscinas de cemento rectangulares (0,6 m³)
- Balanza
- Costales

- Baldes
- Materiales de manejo de truchas
- Desinfectantes
- Cámara fotográfica
- Libro de campo

C. MÉTODOS

1. Factores en estudio

El factor en estudio en la presente investigación son las dietas experimentales con inclusión de sangre bovina deshidratada, diseñadas para alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). El trabajo realizado se enmarca en condicionales de tiempo espacio acordes a las realidades productivas de la piscícola “Paraíso del Pescador”.

Tipos de balanceados.

Los tres balanceados experimentales al igual que el balanceado testigo; corresponden a la denominación de piensos secos peletizados, en dos tipos diferentes de granulometría que son los correspondientes a la numeración comercial tres y cuatro de BIOMIX, siendo estos de diámetros 0,75 mm y 1,2 mm respectivamente.

Porcentajes de inclusión.

Los tratamientos experimentales constan del cinco, diez y veinte por ciento de inclusión de sangre deshidratada.

2. Tratamientos.

Tenemos un total de cuatro tratamientos con dos repeticiones, lo que da ocho unidades experimentales. El balanceado comercial (testigo) fue el correspondiente a la etapa de alevines de BIOMIX con granulometría correspondiente al # 3 y # 4 de esta fábrica.

Se analizó el perfil aminoacídico y tipología de la sangre bovina deshidratada, para formular los balanceados experimentales, con el fin de determinar qué porcentaje de inclusión es mejor en la dieta de alevines para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

A continuación se presenta la formulación teórico-experimental de los diferentes tratamiento en base a los aminoácidos que varían el perfil nutricional de BIOMIX.

Cuadro 2. Composición de los balanceados experimentales.

Tipo de Alimento	Proteína	Fibra	Grasa	Ceniza	Premix	Met.+Cist.	Lisina	Pigmento	ENERGIA DIGESTIBLE
	% mín.	% max.	% mín.	% max.	% mín.	% mín.	% mín.		kcal/Kg.
TESTIGO									
Biomix #3	50	1.0	10.0	10.0	5.0	1.5	3.0	Astaxantina	4100
Biomix #4	50	1.0	10.0	10.0	5.0	1.5	3.0	Astaxantina	4100
TRATAMIENTO 1									
T1 #3	50	1.0	10.0	10.0	5.0	1.5	3.5	0	4100
T1 #4	50	1.0	10.0	10.0	5.0	1.5	3.5	0	4100
TRATAMIENTO 2									
T2 #3	50	1.0	10.0	10.0	5.0	2.0	5.3	0	4100
T2 #4	50	1.0	10.0	10.0	5.0	2.0	5.3	0	4100
TRATAMIENTO 3									
T3 #3	50	1.0	10.0	10.0	5.0	2.4	6.5	0	4100
T3 #4	50	1.0	10.0	10.0	5.0	2.4	6.5	0	4100

Todos los balanceados que se utilizaron en la alimentación de los alevines en esta investigación, tuvieron un 50% de proteína.

En el 50% de proteína global, estuvo incluida porcentualmente la sangre bovina deshidratada, de la siguiente forma:

Cuadro 3. Descripción y nomenclatura de las dietas en estudio.

N de tratamientos	Nomenclatura	Descripción
TESTIGO	T	Fórmula BIOMIX
TRATAMIENTO 1	T1	Inclusión de 5 % de sangre deshidratada
TRATAMIENTO 2	T2	Inclusión de 10 % de sangre deshidratada
TRATAMIENTO 3	T3	Inclusión de 20 % de sangre deshidratada

3. Diseño experimental.

a. Tipo

El ensayo se dispuso en un Diseño completamente al azar; para lo cual se realizaron dos repeticiones por tratamiento.

b. Características de las unidades experimentales.

Población : 1500 alevines

Número de piscinas: Cuatro

Animales por piscina: 375 alevines

Edad de animales : 4 semanas de vida

Tamaño de muestra: 40 alevines por tratamiento

Volumen de la piscina: 0,6 m³

Se aplicaron cuatro tratamientos (uno por piscina), alimentando a alevines de trucha arco iris durante ocho semanas, siendo este período el tiempo en que las truchas

alcanzan los ocho gramos de peso corporal, momento en que el alimento cambia al tamaño de 2,5 mm. Cada repetición se realizó luego de las ocho semanas de aplicación de los cuatro tratamientos descritos y posteriormente se analizaron los resultados de la experimentación.



Cálculo de tamaño de muestra

Nivel de confianza 95%

$z = 1,96$

$n = 100$

$n \text{ total} = nx4 = 1500 \text{ alevines}$

$e = 5\%$

$p = 0,5$

$$n = \frac{z^2 np(p-1)}{e^2 (n-1) + z^2 p(1-p)}$$

$n = 160 \text{ alevines ; Repartidos en } 40 \text{ alevines por piscina.}$

Los animales empleados en la presente investigación derivan de ovas americanas certificadas (Trout Lodge USA), estos tuvieron una edad de veinte y ocho días al inicio de cada repetición. Esta elección de animales es debida al buen factor de crecimiento que tienen y buena tolerancia en lo que a producción intensiva se refiere.

El número de piscinas está determinado por la cantidad de tratamientos (4) detallados anteriormente, y se ha trabajará con 375 alevines por piscina, teniendo una población total de 1500 alevines en cada repetición, misma que es representativa numéricamente y no excede la densidad poblacional media por metro cúbico de agua ($\rho_{max}= 20 \text{ Kg/m}^3$).

Las piscinas disponibles en el "Paraíso del Pescador" tienen carácter netamente experimentales. La forma de cada piscina es rectangular, su caudal de entrada es de 1 L/seg, cuenta con infraestructura de dos caras vistas y dos sólidas, protección en el techo y además de un pediluvio a su ingreso.

La limpieza de los estanques consistió en un desarenado de fondo, diariamente y por las mañanas.

Las dietas se dosificaron acorde a la tabla sugerida por BIOMIX, con periodicidad de seis veces por día, a excepción de períodos en que el agua venía turbia desde la vertiente, motivo por el que se suspendía.

Los estanques se mantuvieron con luz artificial (bombillas de 100 wats) en las noches y en el día bajo un fotoperíodo de acuerdo a la luminosidad ambiental de la zona. El período experimental se llevó a cabo a partir del día Lunes 28 de mayo y el Viernes 29 de Agosto del 2007.

Las desinfecciones se realizaron con el método puntual, en intervalos de 15 días, con sal en grano disuelta al tres por ciento.

c. Análisis de varianza (ADEVA).

El objetivo de emplear un análisis de varianza fué reunir las unidades experimentales en piscinas de tamaño, caudal, temperatura, pH y demás factores involucrados de la manera más uniforme posible; de tal modo que los tratamientos participen por igual de condiciones tan uniformes como sea posible. En consecuencia, las diferencias encontradas entre unidades se deben a diferencias entre tratamientos; la diferencia que no se debe a tratamientos como son precipitaciones fluviales extremas, nubosidad u otros factores no controlables, están removidos por el diseño y forman parte del error experimental, por lo que el presente ensayo se dispuso de un diseño completamente al azar (DCA) con dos repeticiones.

Previa la realización del análisis de varianza para cada variable a estudiar, se realizaron pruebas de homogeneidad y normalidad para validar el modelo estadístico empleado, dado a continuación.

$$Y_{ij} = u + T_i + \Sigma_{ij}$$

Donde :

Y_{ij} = Variable a medir

u = Media general del tratamiento

T_i = Efecto del tipo del tratamiento

Σ_{ij} = Error experimental

d. Esquema del análisis de varianza.

Cuadro 4. Esquema ADEVA

ADEVA	
Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamiento	3
Error Promedio	4
Total	7

e. Análisis Funcional

Una vez encontradas las diferencias entre tratamientos se empleó la prueba de intervalos múltiples de Duncan para determinar diferencias entre tratamientos, declarando más o menos diferencias significativas entre medias de estos.

f. Análisis Económico

El análisis económico a utilizado es el de presupuesto parcial , para lo cuál se tomaron todos los costos variables de cada uno de los tratamientos.

4. Parámetros de evaluación.

a. Análisis bromatológico

Se realizó un análisis bromatológico de la sangre de res deshidratada en la ESPOCH. Mediante este análisis se conoció la cantidad de proteína y demás componentes más importantes presentes, que son: proteína, carbohidratos, minerales y cenizas.

b. Peso .

Es la medida en gramos de la masa corporal de los peces; se trabajó con una muestra representativa de 40 animales por piscina en tandas de 10 animales. Se encerraba la balanza previamente y por diferencia, se obtenía el peso de los ejemplares, para posteriormente calcular la biomasa de las piscinas y su respectivo promedio individual .

c. Ancho

La medida del ancho de los animales se la realizó desde la aleta dorsal hasta la aleta ventral.

d. Longitud

La medida de la longitud de los animales se realizó de la siguiente forma: se introdujo a cada alevín en un tubo de ensayo de diámetro adecuado y con una regla se midió desde la cabeza hasta el final de la aleta caudal.

e. Relación ancho-largo

Es la relación entre el ancho, desde la aleta dorsal hasta las aletas ventrales, con la longitud. Se representó con la letra R y estuvo dada por la siguiente fórmula:

$$R = A/L$$

Donde: R= Relación ancho-largo A= Ancho L= Largo

f. Mortalidad.

Representa la relación entre el número de animales muertos con el número total de animales. Se representó con la letra M y está dado por la siguiente fórmula:

$$M = \# \text{ animales muertos} / \# \text{ animales totales} \times 100$$

Donde: M= Mortalidad

g. Conversión alimenticia

Es la relación entre el alimento consumido y el peso ganado por el animal. Se representó con C y está dado por la siguiente fórmula:

$$C = W \text{ alimento} / W \text{ animal}$$

Donde : C, Índice de conversión y W ganancia del peso del animal

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A. PARÁMETROS ABIÓTICOS.

Se monitoreó diariamente la temperatura y pH del caudal de ingreso a las piscinas experimentales, información con la cual empezaremos el presente capítulo.

1. Temperatura.

Los valores de temperatura en el agua tuvieron un promedio de $15^{\circ}\text{C} \pm 0,6$, con una mínima de $14,4^{\circ}\text{C}$ y una máxima de $15,6^{\circ}\text{C}$. Medidos a partir de la semana del 28 de Mayo hasta la semana del 27 de Agosto del 2007.

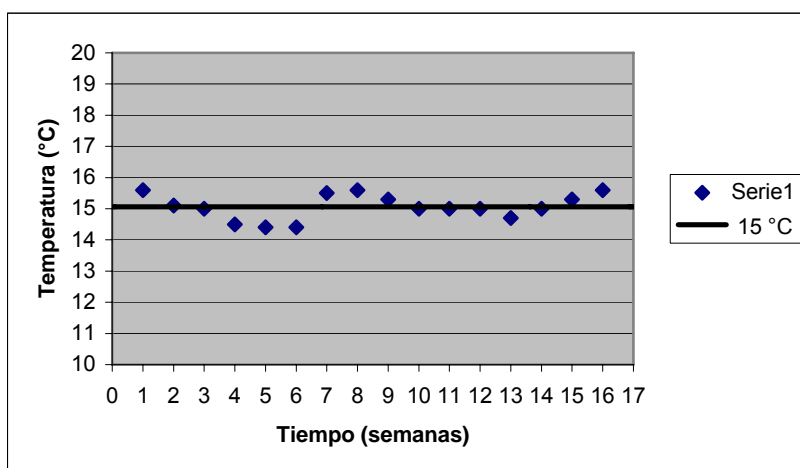


Gráfico 2. Temperatura vs. Tiempo (semanas).

La temperatura media del agua se mantuvo en los quince grados centígrados, siendo una temperatura óptima para el desarrollo de trucha según Estévez (1990). Esto a causa de que el metabolismo de la trucha se acelera en rangos de temperatura de 15 a 17 grados centígrados, además que al dosificar adecuadamente los alimentos balanceados se incrementan los rangos de conversión alimenticia (Rodríguez, 2004).

2. pH.

Este parámetro, está medido por el método colorimétrico, llevándose registros diarios en los cuales se evidencia un carácter neutro en todo momento, siendo este igual a siete.

El pH es uno de los factores que actúan positivamente en los cultivo intensivos, ya que al existir un caudal de caracter de ácido, podría tratarse de excesos amoniacaes o insuficiente recambio hídrico; esto último también se produce si es el pH baja de seis (De la Lanza, 1998).

B. PARÁMETROS COMERCIALES.

1. Peso

Los pesos promedios para cada tratamiento se presentan en el cuadro a continuación.

Cuadro 4. Peso vivo (g) de las truchas por período inicial y final; promedios \pm desviación estándar.

Tratamiento	Peso(g)	
	Peso inicial	Peso final
T1	0,75 \pm 0,04	8,14 \pm 0,30
T2	0,75 \pm 0,04	6,71 \pm 0,25
T3	0,75 \pm 0,04	6,34 \pm 0,22
T	0,75 \pm 0,04	7,41 \pm 0,30

Realizado el análisis de varianza para la variable peso se obtuvo los siguientes valores.

Cuadro 5. Análisis de varianza de la variable peso.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3,770	3,000	1,257	11,162	0,021	6,591
Dentro de los grupos	0,450	4,000	0,113			
Total	4,220	7,000				

Este análisis refleja que existen diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,021$). Por lo cual procedemos a realizar las pruebas de media utilizando los intervalos múltiples de Duncan, el cual nos dió el siguiente resultado.

Cuadro 6. Test de Duncan para variable peso.

Test:Duncan Alfa=0.05					
Error: 0.1126 gl: 4					
TRATAMIENTO	Medias	n			
T1	8,14	2	A		
T	7,41	2	A	B	
T2	6,71	2		B	C
T3	6,34	2			C
Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)					

Analizando estos valores se obtiene que el tratamiento uno es el mejor con un valor de 8,14 gramos, seguido por testigo con 7,41 gramos, luego tratamiento dos con 6,71 gramos y finalmente el tratamiento 3 con 6,34 gramos.

Si de requerimientos proteicos se trata, es necesario considerar la calidad de las proteínas, el contenido de energía y la digestibilidad de los ingredientes (Toledo y Llanes, 2002). Con lo anterior y acorde al cuadro número cuatro se confirma que la inclusión adecuada de sangre deshidratada, brinda un incremento notable del peso de los animales.

Lo descrito en el párrafo anterior deja de suceder al aumentar la cantidad de sangre deshidratada (10 y 20 %) en la formulación del balanceado, similar a lo establecido por Webster (2000) quien manifiesta que al agregar harinas de subproductos a un nivel mayor del 10% en la dieta para salmón chinook (*Oncorhynchus tsawytscha*) se observó una reducción del crecimiento en relación al testigo (0% inclusión). El mismo autor señala, que aumentan las diferencias nutritivas en harinas de subproductos cárnicos

debido a la procedencia, métodos de procesamiento y la cantidad en inclusión de estos en los piensos; dichos datos concuerdan con lo concluido por Dong (1993), quien encontró diferencias en la composición proximal y en la digestibilidad de la proteína en salmonidos.

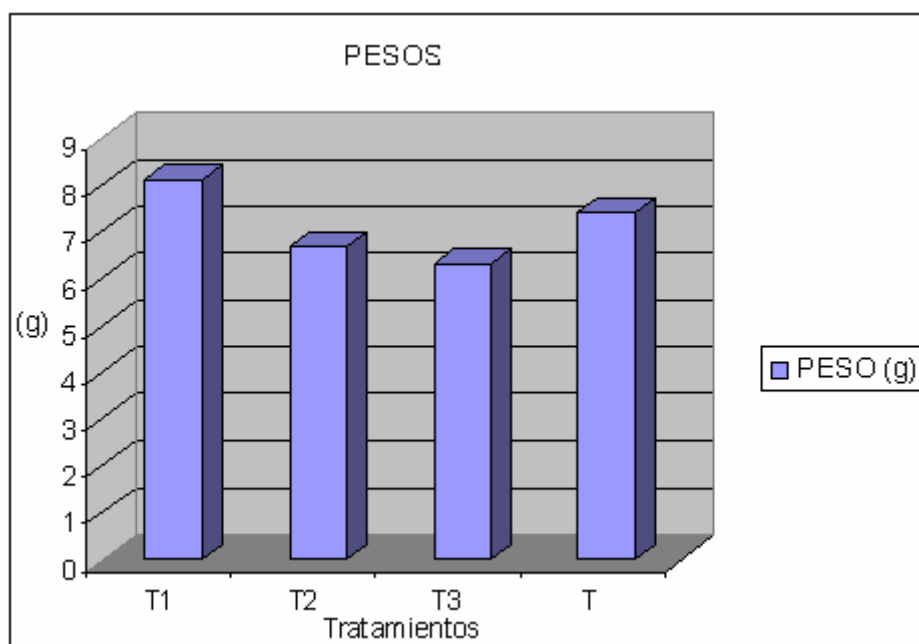


Gráfico 4. Peso (g) vs Tratamientos

2. Ancho

El ancho promedio en los tratamientos se presentan en el cuadro a continuación.

Cuadro 7. Ancho (cm) de las truchas en período inicial y final; promedios \pm desviación estándar.

Tratamiento	Ancho (cm)	
	inicial	final
T1	0,88 \pm 0,02	2,17 \pm 0,06
T2	0,88 \pm 0,02	1,95 \pm 0,25
T3	0,88 \pm 0,02	1,95 \pm 0,25
T	0,88 \pm 0,02	2 \pm 0,25

Realizado el análisis de varianza para la variable peso se obtuvo los siguientes valores.

Cuadro 8. Análisis de varianza de variable ancho.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,062	3,000	0,021	4,505	0,090	6,591
Dentro de los grupos	0,018	4,000	0,005			
Total	0,081	7,000				

Los anchos promedios al establecer el análisis de varianza del ancho de los animales en las cinco evaluaciones bajo el efecto de cuatro tipos de alimentación no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos de todas las evaluaciones ($p=0,09$).

Según Gisbert (1998), el ancho del pez generalmente es un indicador de excesos de depósitos de grasa en el animal; por esto no es raro que las longitudes del animal no varíen en forma directamente proporcional al ancho, especialmente en etapas tempranas de desarrollo. Con lo anterior se comprueba que no existen diferencias significativas en el ancho de los alevines, pese a que sí las hay entre longitudes.

3. Longitud

La longitud promedio para cada tratamiento se presenta en el cuadro a continuación.

Cuadro 9. Longitud (cm) de las truchas en período inicial y final; promedios \pm desviación estándar.

Tratamiento	Longitud (cm)		Ganancia longitud (cm)
	inicial	final	
T1	3,36 \pm 0,03	8,95 \pm 0,35	5,59
T2	3,36 \pm 0,03	8,41 \pm 0,24	5,05
T3	3,36 \pm 0,03	8,38 \pm 0,32	5,02
T	3,36 \pm 0,03	8,45 \pm 0,30	5,09

Realizado el análisis de varianza para la variable longitud se obtuvo los siguientes valores.

Cuadro 10. Análisis de varianza variable longitud.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,435	3,000	0,145	53,461	0,001	6,591
Dentro de los grupos	0,011	4,000	0,003			
Total	0,446	7,000				

Este análisis nos indica que existen diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,001$).

Por esto se procede a realizar las pruebas de media utilizando los intervalos múltiples de Duncan, el cual nos dio el siguiente resultado.

Cuadro 11. Test de Duncan para la variable longitud.

Test:Duncan Alfa=0.05			
Error: 0.0335 gl: 4			
Tratamientos	Medias	n	
t1	8,95	2	A
t	8,46	2	A B
t2	8,41	2	B
t3	8,15	2	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)

Estos valores indican que el tratamiento uno es el mejor con un valor de 8,95 cm, seguido por testigo con 8,46 cm, luego tratamiento dos con 8,41 cm y finalmente el tratamiento tres con 8,15 cm.

Una vez más se sostiene que la dosificación del cinco por ciento en la dieta de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), brinda un incremento representativo en la longitud del pez.

Efecto contrario se dio al incrementar la cantidad de sangre en los balanceados, además coincide con FAO (1999), quien sostiene que el exceso de aminoácidos como la lisina y la metionina, provoca un desajuste en el sistema digestivo en el animal y por tanto no permite una óptima formación de tejido óseo y muscular.

Tales diferencias antes mencionadas, se producen en parte, debido a la formulación de las dietas (10% y 20% sangre deshidratada), las cuales exceden los requerimientos de Metionina (entre 15 – 23 por ciento) en el perfil de aminoácidos, lo cual según Heen (1993) provoca altos contenidos de elementos nitrogenados en la orina , mayor al 15% por ciento sugerido como límite máximo de inclusión en la dieta para salmonidos.

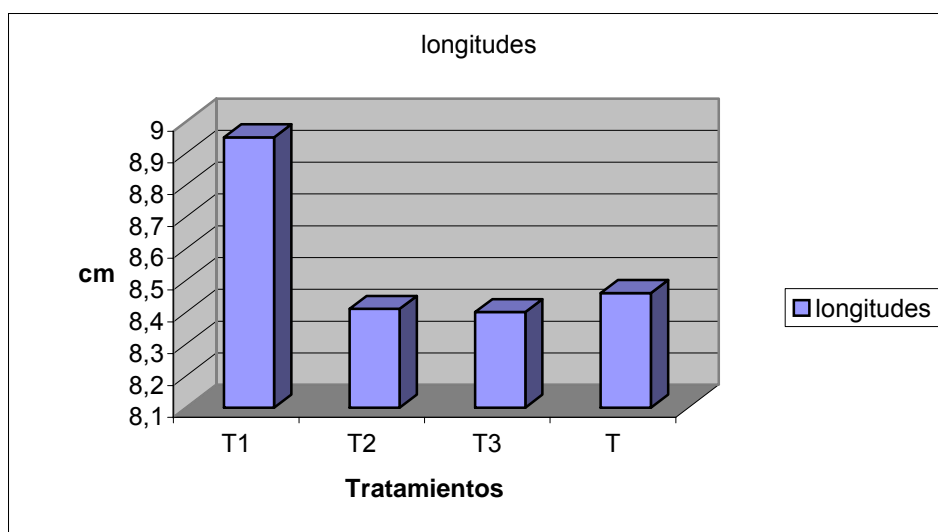


Gráfico 4. Longitudes (cm) vs Tratamientos

C. PARÁMETROS PRODUCTIVOS

1. Porcentaje de mortalidad.

La mortalidad promedio de los tratamientos se presentan en el cuadro a continuación.

Cuadro 12. Mortalidad (%) de las truchas período inicial, final y total.

Tratamiento	PERIODOS		TOTAL
	INICIAL	FINAL	
T1	0,04	0,89	0,93
T2	0	1,60	1,60
T3	0	2,13	2,13
T	0	1,73	1,73

Realizado el análisis de varianza para los pesos se obtuvo los siguientes valores.

Cuadro 13. Análisis de varianza de mortalidad.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	30,5	3	10,16666667	0,625	0,635	6,5914
Dentro de los grupos	65	4	16,25			
Total	95,5	7				

Al establecer el análisis de varianza con la mortalidad de los animales en las cinco evaluaciones bajo el efecto de cuatro tipos de alimentación no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($p=0,635$).

2. Conversión alimenticia.

La conversión alimenticia promedio de los tratamientos se presentan en el cuadro a continuación.

Cuadro 14. Conversión alimenticia promedio, \pm desviación estándar.

Tratamiento	CA	
	DÍA 10	DÍA 41
T1	0,8 \pm 0,065	0,78 \pm 0,34
T2	0,92 \pm 0,065	0,92 \pm 0,33
T3	0,96 \pm 0,065	0,96 \pm 0,33
T	0,84 \pm 0,065	0,81 \pm 0,35

Realizado el análisis de varianza para la variable peso se obtuvo los siguientes valores.

Cuadro 15. Análisis de varianza de conversión alimenticia.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,045	3	0,015	0,173	0,909	6,5914
Dentro de los grupos	0,349	4	0,087			
Total	0,394	7				

Al establecer el análisis de varianza de la conversión alimenticia de los animales en las cinco evaluaciones bajo el efecto de cuatro tipos de alimentación no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos de todas las evaluaciones ($p=0,909$).

La conversión alimenticia con valores inferiores a uno se dió principalmente a causa de dos fenómenos. El primero es el contenido de humedad de las dietas experimentales; según Mcdonald (1999), los piensos secos al tomar contacto con el agua incrementan su volumen (+/- %), de tal forma que el pellet ingerido por el animal tiene mayor tamaño del que normalmente ingeriría si fuese un alimento extrusado, fenómeno que se produjo en este bioensayo (pellet de humedad menor al 11%).

El segundo factor está estrechamente ligado a la propiedad del agua de disociar las moléculas orgánicas como proteínas y aminoácidos, es decir que al ingresar el pellet hidratado al animal, incrementa la asimilación del alimento; lo que coincide con lo descrito por Lehninger (1987) al describir a las macromoléculas proteicas y su asimilación : "Siempre en solución se asimila mejor y en especial si se trata de moléculas orgánicas complejas".

La cantidad disponible de Lisina y Metionina brindada por la sangre deshidratada en las dietas en estudio, provocaron diferencias en los índices de condición; de manera especial en lo referente a conversión alimenticia, lo que coincide con lo descrito por Cheng (2002), quien afirma: "Algunas variedades de insumos utilizados en alimentos

pecuarios corresponden a harinas de subproductos, -grado alimento balanceado refinado (70,1 por ciento proteína cruda)-, mismas que al ser evaluadas en trucha arco iris presentaron una óptima eficiencia alimenticia de 83,1; 84,8 y 87,1 por ciento”. Este autor al igual que Ongino (1980) indican que la adición de Lisina en porcentajes de 1,7 a 2,1 conducen a optimizar la conversión alimenticia de trucha arco iris y minimiza la descarga de nutrientes al ambiente, valores que se asemejan a la disponibilidad de lisina y metionina del tratamiento uno en el presente estudio.

El valor de conversión de este estudio para las dietas T2 y T3, 0,92 y 0,96 respectivamente; pese a ser los más bajos en comparación al resto, son favorables si los relacionamos a los resultados obtenidos por Mwachireya (1999) y Cheng (2002), quienes determinaron 1,2 y 1,5 respectivamente en trucha. Los valores obtenidos en el presente bioensayo son igualmente superiores con respecto al 1,82 y 2 obtenidos por Carter y Hauler (2000) en S. salar y por Allan (1997) en perca dorada.

3. Relación ancho largo.

La relación Ancho Largo promedio de los tratamientos se presentan en el cuadro a continuación.

Cuadro 16. Relación Ancho/Largo .

Tratamiento	A/L	
	inicial	final
T1	0,24 ± 0,23	0,24 ± 0,24
T2	0,24± 0,22	0,235± 0,23
T3	0,24± 0,21	0,235± 0,22
T	0,24± 0,24	0,24± 0,25

Realizado el análisis de varianza para la variable peso se obtuvo los siguientes valores.

Cuadro 17. Análisis de varianza de Relación Ancho/Largo.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5E-05	3	1,66667E-05	0,222	0,877	6,5914
Dentro de los grupos	0,0003	4	7,5E-05			
Total	0,00035	7				

Al establecer el análisis de varianza de los anchos promedios de los animales en las cinco evaluaciones bajo el efecto de cuatro tipos de alimentación no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos de todas las evaluaciones ($p=0,877$).

Los datos de relación ancho-largo presentaron un comportamiento diferente al de peso y longitud, tal situación contrasta con Phillips (1986) y Pons (1979), quienes encuentran diferencias significativas en la relación ancho-largo de los peces, al mantener invariables los porcentajes de grasa de las dietas y variar las fuente de proteína animal en los balanceados para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

D. ANÁLISIS ECONÓMICO.

Se establecieron los beneficios brutos que corresponden a los pesos de los 1500 animales por el precio de cada kilogramo; por otro lado, se establecieron todos los costos variables.

Colocando los beneficios en forma decreciente junto a los costos variables, se realizó un análisis de dominancia donde el tratamiento dominado es aquel que al igual o menor beneficio neto presenta un mayor costo variable.

Cuadro 18. Beneficio Bruto, costo variable y beneficio neto de las dietas en estudio.

Tratamientos	Beneficio Bruto	Costo variable	Beneficio neto
T1	169,4	54,621	114,779
T2	126,784	49,419	77,365
T3	117,768	45,7776	71,9904
T	140,42	57,7422	82,6778

Por lo tanto, el único tratamiento no dominado constituye el tratamiento 1 y es por esto, que se convierte en la única alternativa económica sin necesidad de establecer el análisis marginal.

VI. CONCLUSIONES

La dieta Control, fue evidentemente mejorada en términos de requerimientos nutritivos de la especie en que fue evaluada (Oncorhynchus mykiss), tras la incorporación del cinco por ciento de sangre deshidratada.

El tratamiento con la inclusión de sangre deshidratada al cinco por ciento se convierte en la única alternativa económicamente representativa ya que su beneficio neto es el mejor y se obtiene más ganancia.

Las dietas cifradas como tratamiento dos y tres, con inclusión de sangre deshidratada del diez y veinte por ciento respectivamente, se presentaron similares en las evaluaciones, mas no brindaron los mejores resultados a causa de su perfil de aminoácidos (lisina y metionina en exceso). Con lo cual se manifestaron descompensados en relación al tratamiento uno y el testigo.

La mejor ganancia diaria de peso la presentó el T1 (inclusión 5% sangre deshidratada) con un valor de 0,36 g/día, y la menos favorable el T3 (inclusión 20% sangre deshidratada) con 0,23 g/día .

La mejor conversión alimenticia la arrojó el T1 con 0,903, y la conversión alimenticia menor fue la del T3 con un valor de 1,233.

En cuanto a longitud, el tratamiento uno obtuvo los mejores promedios ($p \leq 0,05$), sin embargo, la diferencia entre el T2 y T3 es pequeña. La longitud menor estuvo dada por el tratamiento tres lo que consolida que como fuente alimenticia que no consiguió el rendimiento esperado.

En la relación ancho - largo no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$).

La tasa de mortalidad, homogénea entre los tratamientos, se presentó menor al 3%, rango aceptable en piscicultura, mismo que indica que no se perdió la inocuidad con la fuente alimenticia en estudio.

El Tratamiento uno se impuso al arrojar resultados superiores al resto, con lo que directamente acortó los tiempos de producción.

El peso, longitud y conversión alimenticia de los peces fue modificada desfavorablemente a medida que se trabajó con porcentajes superiores al cinco por ciento de sangre deshidratada, dando lugar a una disminución significativa en lo que a biomasa se refiere y por tanto a los beneficios económicos para el piscicultor. Mas no así desde el punto de vista industrial, ya que podría esperarse una disminución de los costos de producción de los balanceados de trucha con la medida que se cubre la demanda neta de proteína y su contenido energético con fuentes alternativas.

Los resultados conseguidos para las dietas con 5,10 y 20 % de sustitución con sangre deshidratada alcanzados en el presente bioensayo, son altos en comparación a lo informado por Gouveia (1993), quien describe valores de crecimiento entre 7,70% y 7,84% tras incorporar 22,2 por ciento de harina de hueso, carne y la misma sangre deshidratada sometida a calor / expansión respectivamente en bioensayos de 60 días.

VII. RECOMENDACIONES.

Acorde a los datos arrojados en la presente investigación, se recomienda la formulación de alimento balanceado para alevines con la inclusión del cinco por ciento de sangre deshidratada.

Se requieren trabajos complementarios para equilibrar los excedentes de lisina y metionina que presenta la sangre deshidratada en porcentajes superiores al cinco por ciento.

Es aconsejable que en futuras investigaciones se trabaje con porcentajes de inclusión de cinco a siete por ciento a intervalos decimales, con el fin de determinar rangos óptimos y límites de formulación con sangre deshidratada para piensos de alevinaje.

En próximas experiencias, se recomienda aplicar la inclusión de sangre deshidratada en formulación de balanceados para etapas juvenil, engorde y reproductiva de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss).

Al ser la sangre deshidratada una fuente de proteína que en el mercado nacional aún no se elabora con regularidad y calidad, es importante que los gobiernos seccionales inviertan en maquinaria e investigación para obtener este producto a gran escala como suplemento alimenticio para varias especies pecuarias.

En próximas investigaciones se recomienda implementar esta experiencia en estudios de elaboración de dietas extruidas para varios salmónidos, ya que los resultados obtenidos con el presente trabajo pueden favorecer mucho a la piscicultura ecuatoriana.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

1. Bastidas F, & Cartagena J, Evaluación del crecimiento de la trucha arco iris en su etapa juvenil, mediante alimentos alternativos, a 2880 msnm. Tesis de Ingeniería Agropecuaria. Escuela Politécnica Del Ejercito, Sangolquí (2002).
2. Blanco M. La trucha "Cría Industrial" , segunda edición, España.(Mundi-Prensa, Madrid 1.995).
3. Borja , R. Y Chavez, R. Comportamiento De La Harina De Retama, Harina De Sangre. (Peru 1976) pp.171-172
4. Buddington, Randal K. and Diamond, Jared. Pyloric ceca of fish: a "new" absorptive organ. En : American Journal of Physiology. Vol. 252, (1987); p. G65-G76.
5. Castro D.P. Metabolismo Del Hierro. 2ed (Barcelona:Masson1999). (139)pp.128-139
6. Cheng, Z.J., Hardy, R.W., (2002) Effect of phytase on apparent digestibility coefficients of nutrients and energy availability of barley, canola meal, wheat and wheat middlings measured in vivo using rainbow trout ,Aquac. Nutr.
7. Coll, J. M. Acuicultura Marina Animal, Ed Mundiprensa, (España 1983). Pp. 670
8. Conrad Me, Umbreit Jm, A Concise Rewiev: Iron Absortion -The Mucin- Mobil Ferrin- Integrin Pathway. A Competitive Pathway For Metal Absorption. (Hematology 1993); pp.(42) 67-73
9. Convenio De Cooperación Técnica Caf- Firba. (1990). Estudio Técnico Económico Para El Establecimiento De Nuevos Centros Piscícolas En La Sierra Y En El Litoral Ecuatoriano. Guayaquil. Pp.10
10. Corporación Gerenciar (1995). Cultivo de trucha. Quito-Ecuador. P 107

11. Cuatin Huera, Harina Proteicas Para Cuyes, en Cayambe Ecuador , Tesis De Doctor en Veterinaria y Zootecnia, UCE(2004).
12. De La Lanza G., Hernández, S. Nutrientes Y Productividad Primaria En Sistemas Acuícolas, (Madrid, España.1998) Pp. 27-66
13. Del Valle, A. E. y Núñez P. Los Peces De La Provincia Del Neuquén. Cean-Jica Informe Técnico N° 1. Editorial Hemisferio Sur S. A., (Buenos Aires 1990) Pp. 86
14. Del Valle, A. E. Y P. Núñez. Evaluación Subacuática De Los Pozones Del Río Chimehuín."Potencial De Pesca Deportiva De Salmónidos". Cean-Jica Informe Técnico N° 3. (Junín De Los Andes 1991) 50 Pp.
15. Drumond, S. Cría de la trucha. Editorial Acribia (Zaragoza, 1988), Pp 67-80.
16. Estévez, M. Manual De Piscicultura. Ed. Universidad Santo Tomas.(Bogota, 1990) Pp. 108
17. FAO-Proyecto AQUILA Ii. The Requirements Of Trout: Technical Review. Rev. Ed. Slough, Commonwealth Agricultural Bureaux Xxii, (England,1999) pp.1250
18. Garcias, J., Tecnología De Las Explotaciones Piscícolas. Ed. Mundi Prensa.(Madrid,1985) pp.254
19. Gatnau, R., P. S. Paul, And D. R. Zimmerman. Spray Dried Porcine Plasma As A Source Of Immunoglobulins For Newborn Piglets . Anim. Sci. 67(Suppl. 1) (England,1989) pp.244. (Abstr.)
20. Gonzalez, Germán, Métodos Estadísticos Y Principios De Diseño Experimental, UCE 2da Ed. (Quito, 1985) pp. 365
21. Gonzales, W. Alimentación Animal. América 1ed. (Caracas Venezuela,1990). Pp.232

22. GISBERT, Enric; RODRIGUEZ, Adriana; CASTELLO-ORVAY, Francesc y WILLIOT, Patrick. A histological study of the development of the digestive tract of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) during early ontogeny. En : *Aquaculture*. No 167, (1998); p. 195-209.
23. HALVER, John. *Fish Nutrition*. 2 ed. San Diego, California : Academic Press, 1989. 798 p.
24. Higuera, M. *Requerimientos De Proteínas Y Aminoácidos En Peces*, 3ed. Vol 1. (Zaragoza, 1987). Pp.454
25. Imaki, A. *Introducción a la crianza de la trucha arco iris*. Agencia De Cooperación Internacional Del Japón. (La Paz, 1987) pp.235
26. Ince, B.W. & A. Thorpe. The Effects Of Starvation And Force-Feeding On The Metabolism Of The Northern Pike, *Esox Lucius L. J. Fish Biol.* (Canada, 1982) pp.8:79-88
27. Kraus J.S. Clinical automated hematology systems. In *Schalm's veterinary hematology*. Lippincot Williams & Wilkins, (Baltimore, 1995). Pp.3-11
28. Kelley L.J. The effects of spray-dried blood meal on growth performance of the early-weaned Pig, *J Anim* (New York, 1993) Pp.28,60-69
29. Latunde, Pires- Bianchi M.L., Dutra –Olivera J.E. On the methods for studying the mechanism and bioavailability of iron. *Nutr. Reviews*,(3): , (EE.UU,1998) pp.76-78
30. LEHNINGER, Albert. *Bioquímica: las bases moleculares de la estructura y función celular*. Barcelona : Omega, 1987.
31. Lincan, R., *Elaboración De Balanceado Para porcinos En Base A Harinas De Sangre*. Tesis De Doctorado En Ciencias Veterinarias Y Zootecnia, UCE (2003).

32. Lindsay A. The Consequences Of Iron Deficiency And Anemia In Pregnancy In Nutrient Regulation. Plenum Press Ed.(New York ,1994) Pp. 127-139
33. Lonita, R Y Ormaechea, M. Peces De Mar Y De Río Bilbao, Urmo S.A (Uruguay,1975) pp.250
34. Lovell, C. Requerimientos Vitamínicos De Los Peces. Nutrición En Acuicultura. Caicyt Ed. Vol.II (Madrid, 1987) Pp.245-247
35. Martínez Córdova, L. (Ed.). Ecología De Los Sistemas Acuícolas. Agt Editorial (México D.F., 1999) pp.227
36. Maugenet C. El Hierro en el Lechón. Anaporc; (Buenos Aires,1997) pp. (169): 74-78
37. Mcdonald *et al.* Nutrición Animal, Editorial Acribia S.A, 5ta Edición, (Zaragoza ,1999) Pp.529
38. Moreiras O, Carvajal A., Cabrera L. Tablas De Composición De Los Alimentos. Ediciones Pirámide, (Madrid, 1996). Pp.110
39. NCR, North Central Branch , Commonwealth Agricultural Bureaux. Xxii, (England,1998) pp. 569
40. Paiva, P. Ciclo Reproductivo y crecimiento de la trucha arco iris. Instituto De Pesca Del Brasil. (Brasil,1981) Pp. 430
41. Parés D, Carretero C. La Sangre De Matadero: Subproductos De La Industria Cárnica. Cárnica 200. (España,2000) Pp. 49-54
42. Phillips, J. Alimentos Y Alimentación de la trucha. Aids Ed. (New York,1986) Pp.540
43. Pons,J. Cría de trucha. Segunda Edición. Gráficas Aragón. (Madrid, 1979) Pp.350

44. Ramos, A. Fundamentos De La Piscicultura Agrícola. Universidad De Caldas. (Manizales, 1972) Pp. 27-35
45. Randall, D.J. Fish Fisiology. Am. Zool (1968) pp. 189
46. Rodríguez, Carolina. Respuesta de la trucha a balanceados en base de quinua y amaranto combinados con aminoácidos de síntesis, En Tandayapa. Tesis De Ingeniería Agropecuaria. Escuela Politécnica Del Ejercito, Sangolquí, 2004 .
47. Rojas J. Hierro En Laboratorio Clínico. Bioquímica: Interamericana Mc Graw Hill; (Madrid,1994) Pp. 177
48. Ruiz, M; Solar, G Y Ganido, A. 1987. Metabolismo De Glúcidos Y Lípidos En Especies Acuícola. Nutrición En Acuicultura. Vol. Ii. Caicyt P 197-127.
49. San Marcos Group. BIOLOGÍA SIGLO XXI. Grupo académico Editorial San Marcos. (Bogotá, 2001) pp.268
50. Secretaria De Pesca De Mexico. Manual de procedimientos para el cultivo de trucha arco iris. (México D.F, 1982) pp.630
51. Schmidt-Nielsen, Knut, Animal Phisiology, Adaptation And Enviroment, 5th Ed, (2003) pp.612
52. Stevenson, J. Manual de cría de la trucha. Editorial Acribia. (Zaragoza, 1985) Pp. 55 – 65.
53. Turli, P. Cultivo de la trucha. Editorial Acribia. (Zaragoza, 1970). Pp.355
54. Thompson, I., White, A., Fletcher, T.C., Houlihan, D.F. Y Secombes, C.J. The Effect Of Estrés On The Immune Response Of Atlantic Salmon (*Salmo Salar* L.). Fed Diets Containing Different Amounts Of Vitamin C. Aquaculture. (1999) pp.114: 1-18.
55. Tratado De Piscicultura Amazónico. Cultivo de la trucha.1 Ed.Norma Quito, (Ecuador,1996) pp. 355

56. Valle, A. Bases Para La Salmonicultura. Agencia De Cooperación Internacional Del Japón. (Buenos Aires, 1990) Capt. III pp.390
57. Viteri Fe, The Consequences Of Iron Deficiency And Anemia In Pregnancy. "Nutrient Regulation"; Plenum Press Ed. (New York ,1994) pp. 127-39
58. Wanatabe, T. Requerimientos De Ácidos Grasos Y Nutrición Lipídica En Los Peces. Nutrición En Acuicultura. Vol.II Caicyt (Madrid, 1986) pp.450
59. Wolf V.R. Notas Sobre La Evaluación Clínica De Alimentos Para Regímenes Especiales. Rev Cub. (Habana, 1988) Pp.120-124
60. Zamora, S Y Blanco, C. Requerimientos Energéticos De Los Teleósteos.IV Congreso Mundial De Alimentación Animal. (Madrid, 1986) Pp. 81-86

IX. ANEXOS