



SAFE TRACK
THINK DIFFERENT AND WE DO IT



PROGRAMA NACIONAL
DE INNOVACIÓN EN
PESCA Y ACUICULTURA

MANUAL DE CAPACITACIÓN: Alimentos Balanceados para Truchas

Marcelino Jorge Aranibar Arabinar



2021

MANUAL DE CAPACITACION: Alimentos Balanceados para Truchas

Marcelino Jorge Aranibar Arabinar

MANUAL DE CAPACITACION: Alimentos Balanceados para Truchas

Autor Editor

Marcelino Jorge Aranibar Arabinar

Jr. Mariscal Miller N° 320 Urb. 27 de Julio Alto Puno

Primera edición: enero 2021

Edición y corrección:

Enrique Ruiz Tapia

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú

N° 2021-01169

Tiraje: 250

Impreso en Perú, enero del 2021

En Jupiter Impresores

De: Julio César Humpire Flores

RUC. 10294142300

Jr. Carabaya N° 106 - Telf. 051-621465

Puno - Perú

PRESENTACIÓN

La crianza de peces en forma intensiva requiere de un manejo cuidadoso de varios factores influyentes; calidad del agua, línea de peces, bioseguridad y sanidad, los alimentos y la alimentación. Uno de ellos y muy importante es la utilización eficiente de los nutrientes del alimento concentrado, debido a que no tendrán acceso a alimentos naturales que provienen del medio acuático.

Para lograr un máximo crecimiento y rendimiento de los peces, es importante conocer los nutrientes que conforman los alimentos concentrados, debido a que tienen que cumplir los requerimientos nutricionales en cada fase de desarrollo.

Es decir, los peces tienen requerimientos en energía para sus funciones vitales, la energía proviene principalmente de los lípidos y de los carbohidratos, en situaciones de deficiencia de energía de la ración, los peces pueden utilizar energía a partir de las proteínas.

Mientras que los requerimientos en proteína, deben ir acompañados de un nivel óptimo de aminoácidos esenciales, muy importantes para el desarrollo del tejido muscular y órganos. La carencia de algunos de los aminoácidos obliga al metabolismo intermediario a direccionar gran cantidad de nitrógeno por orina y branquias.

Tanto los minerales como las vitaminas se requieren en pequeñas cantidades, pero cumplen funciones muy importantes en la estructura y metabolismo de los peces.

Entonces para obtener un rendimiento óptimo de los peces en crecimiento y conversión alimenticia, los nutrientes deben estar en niveles óptimos en la ración concentrada que entregamos día a día. Consecuentemente truchitas bien nutridas y bien manejadas tendrán un sistema inmune fortalecido, con lo cual se reducirá al mínimo la mortalidad.

Este manual de capacitación no pretende ser un texto guía de alimentos balanceados para truchas, por el contrario considera experiencias prácticas y está redactado en lenguaje sencillo para una mejor comprensión. Esperamos haber contribuido con un granito de alimento en este mundo fascinante de la nutrición y alimentación de la truchas. 

Puno, enero 2021

MJ. Aranibar

INDICE

Cap TEMA

PRESENTACION

I	ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL TRACTO DIGESTIVO DE LA TRUCHA.....	07
	El tubo digestivo de la trucha. Fisiología de la digestión de la trucha. Factores que influyen en la digestibilidad de los nutrientes.	
II	NUTRIENTES Y CALIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS	13
	Nutrientes. Calidad de las materias primas. Adulteraciones e impurezas en las materias primas.	
III	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	17
	Comparación de los requerimientos de la NRC (1993) y (2011) Diferencias en los requerimientos nutricionales según la edad de los peces	
IV	FORMULAS ALIMENTICIAS: INICIO, CRECIMIENTO Y ENGORDE.....	23
	Balanceo de raciones y formulas alimenticias con varios ingredientes. La calidad de un alimento elaborado depende de la calidad de sus insumos. La proteína y la energía en la ración y su relación con el rendimiento productivo de las truchas. Uso de pigmentos en los alimentos de engorde	
V	EQUIPAMIENTO DE LA PLANTA DE ALIMENTOS.....	27
	Planta procesadora de alimentos balanceados; infraestructura y equipamiento óptimo. Sugerencias de mejora de la planta de alimentos.	
VI	ELABORACIÓN DE ALIMENTOS: MOLIENDA, MACRO Y MICRO-DOSIFICACIÓN, MEZCLADO.....	33
	Tamaño de partícula de las materias primas. Procesamiento y producción de alimentos para truchas. Temperatura de extrusión y calidad del alimento. Determinación de los puntos críticos en la fabricación de los alimentos. Definición de las fórmulas alimenticias a mínimo costo y eficientes para las truchas Capacidad de producción de alimentos .	
VII	PROCESO DE EXTRUSIÓN VERSUS PELETIZADO EN PLANTA	37
	Procesos de extrusión y peletizado en planta, Extrusores. La extrusión y la producción de gránulos flotables. Peletizadores. El peletizado y la producción de gránulos densos y duros.	
VIII	SECADO Y ENGRASADO DEL ALIMENTO.....	39
	Enfriado y secado. Engrasado del alimento.	
IX.	GRANULOMETRÍA Y CONTROL DE CALIDAD.....	41
	Granulometria. El control de calidad. Evaluación por tacto. Sabor fresco. Usando la vista. Usando el olfato. Escuche el ruido de los granos. Pruebas simples.	
X	MANIPULACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.....	45
	La manipulación de los alimentos debe ser mínima. Los alimentos deben conservarse en lugares frescos y secos.	
XI	COSTOS DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	49
	Capacidad productiva y registros. Costos de producción. Linea de producción.	
XII	PARAMETROS PRODUCTIVOS DE LA TRUCHA	53
	Introducción: Biometria de las truchas. Relación costo-beneficio por alimentación.	
XI	 BIBLIOGRAFIA REVISADA	57

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Precio y contenido de nutrientes de los alimentos utilizados para Truchas (Rainbow trout) NRC (1993)	15
Tabla 2. Premezcla vitamínico-mineral "Premix acuicultura DSM Nutritional Products".....	16
Tabla 3. Requerimientos nutricionales de la trucha según etapa productiva	17
Tabla 4A. Requerimientos nutricionales de la trucha arco iris (NRC, 1993)	18
Tabla 4B. Requerimientos nutricionales de la trucha arco iris (NRC, 2011)	18
Tabla 5. Formula alimenticia para truchas en engorde (productores).....	23
Tabla 6. Formula alimenticia para truchas en engorde (version mejorada)	24
Tabla 7. Formula alimenticia para truchas en engorde (version de alta energia).....	24
Tabla 8. Tamaño de gránulos recomendados para la trucha arcoiris (dietas extruidas).....	41
Tabla 9 Identificación del color de la materia prima.....	43
Tabla 10. Calculo del costo del alimento de engorde por cada 100 kg y 1000 kg elaborados.....	50

INDICE DE FIGURAS

Fig 1. Anatomía externa de la trucha arco iris	08
Fig 2. Anatomía interna de la trucha arco iris	09
Fig 3. Anatomía del tubo digestivo de una trucha juvenil.....	09
Fig 4. Corte trasversal del intestino de trucha, se observan las vellosidades intestinales y la pared intestinal formada por la musculatura lisa (HE-10X). En el borde de las vellosidades se aprecian las células globosas (círculos blancos)	10
Fig 5. Vellosidad intestinal (centro), en el borde se observan los núcleos basales y el citoplasma de los enterocitos. Las células globosas (círculos blancos) producen sustancias mucoides que protegen y lubrican el intestino (HE-40X)	10
Fig 6. Tejido hepatico de trucha, se observan tres venas centrales que son parte de los lobulillos hepaticos. Los hepatocitos estan formando los cordones hepaticos (HE-10X).....	10
Fig 7. Zona de un lobulillo hepático, en la parte superior se observa la vena central (endotelio) y en la parte inferior se aprecian los hepatocitos formando los cordones hepáticos y entre ellos los sinusoides (espacios vacíos) (HE-40X)	10
Fig 8. Diagrama de proceso productivo de la elaboración de alimentos concentrados	28
Fig 9. Elevador de cangilones, (vista lateral).....	30
Fig 10. Elevador de cinta transportadora con separadores	30
Fig 11. Línea optima de los equipos para la producción de alimentos para truchas (IAP – Puerto Maldonado)	30
Fig 12. Peletizador de alimentos equipado con un acondicionador en la parte superior (California Pellet Mill – USA).....	37
Fig 13. Extrusor de alimentos, equipado con caja reductora (EE-800 Kahl® Alemania).....	37
Fig 14. Alimento extruido localmente.....	37
Fig 15. Alimento extruido localmente.....	38
Fig 16. Alimento extruido comercial	38
Fig 17. Alimento extruido localmente.....	38
Fig 18. Jaulas artesanales de madera y mallas nylon para probar la calidad de los alimentos de truchas.....	52
Fig 19. Colección de residuos sólidos generados por la producción de truchas	53
Fig 20. Camaroncillo del lago (<i>Hyalella sp</i>), mejora la pigmentación de la trucha	53
Fig 21. Determinación de la longitud total de trucha arcoiris utilizando el ictiómetro (trucha anestesiada con Tricaine-S).....	53
Fig. 22. Determinación del peso de la trucha utilizando una balanza digital (trucha anestesiada con Tricaine-S).....	53

CAPITULO I

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL TRACTO DIGESTIVO DE LA TRUCHA

Introducción. Digestivo de la trucha. Digestibilidad de los nutrientes. Velocidad de hundimiento del alimento.

Introducción

A pesar que los productores realizan la crianza de truchas por varios años, muchos desconocen como ocurre el funcionamiento de los órganos digestivos y como se utilizan los alimentos cuando pasan a través del tubo digestivo. Asimismo, también los productores desconocen los factores más importantes que influyen en la cantidad de alimento que se administra a las truchas de acuerdo a su edad, peso y temperatura del agua. Algunos de ellos alimentan a las truchas día por medio, para realizar un ahorro en costo del alimento.

Los productores no consideran o minimizan el impacto ambiental que causa la crianza de truchas por la administración de alimentos y por la generación de residuos que se eliminan al fondo del medio acuático.

Los productores deben conocer la biología más resaltante de la trucha, como las características morfológicas externas e internas de la trucha, así como los factores que influyen en la alimentación eficiente y su relación con el rendimiento productivo y la generación de residuos que se liberan al medio acuático.

Las truchas son peces que viven en agua fría. Sin embargo, temperaturas del agua por debajo de 10 °C reducen el consumo de alimento, mientras que temperaturas por arriba de 15 °C aumentan el consumo y también crecen más rápido las truchas.

Las ovas son de color amarillo de 3.5 a 5.0 mm diámetro. Se consideran larvas de 18 a 20 d, tiempo en el cual ocurre la reabsorción del saco vitelino (pre- alevinaje o primer alevinaje). Cuando los alevinos son mayores a 20 d tienen una longitud de 2.5 cm y pesan 0.115 g. El tamaño de siembra es de 5 cm, aunque es recomendable sembrar con longitudes

mayores a 5 cm para disminuir la mortalidad en esta fase. Después de la siembra es posible lograr pesos de comercialización (250 g) después de los 6 meses de crianza.

Las truchas distinguen los cuatro sabores básicos; dulce, salado, ácido y amargo. Los órganos del gusto están en las células gustativas de la boca y sus alrededores e incluso en la piel. Con el olfato y el gusto, los peces pueden percibir la composición química del agua. Los salmónidos reconocen el olor de su río natal, a donde se dirigen para desovar en temporada reproductiva.

El exterior de las truchas es muy similar al de otros peces, en la cabeza presenta dos narinas que básicamente son dos fosas sin comunicación pero que están equipadas con terminaciones nerviosas para detectar olores. Los ojos laterales le permiten una visión muy amplia hacia adelante y hacia atrás.

Presenta dos opérculos que están cubriendo las branquias y se abren para dar paso al agua que ingresa por la boca. Respecto a las aletas, cuentan con dos aletas pectorales que le sirven para darle estabilidad al nadar, una aleta dorsal que mantiene al pez en posición recta, una aleta ventral y otra anal. La aleta caudal tiene mucha importancia en el impulso de nadar. La aleta adiposa no marca una función importante en el nado. La zona del pedúnculo caudal es importante en masa muscular y mantiene mucha fuerza en el momento del nado.

Sistema digestivo

En el tracto digestivo se reducen de tamaño las partículas de los alimentos, en macromoléculas y luego en moléculas pequeñas. Luego las moléculas pasar la membrana de los enterocitos y llegan a la sangre de los capilares del intestino.

Seguidamente, alcanzan el hígado y algunos se metabolizarán y otros después se distribuirán por el cuerpo, a través del torrente sanguíneo.

Es decir, el tubo digestivo es importante para la captación de los nutrientes que se encuentran en los alimentos. Es allí donde se desdoblán (digieren) y son captados (absorbidos) hacia la sangre, para cumplir funciones vitales en el organismo del animal.

El hígado es un órgano metabólico importante, además produce bilis que almacena en una pequeña bolsa (vesícula) y es de color verde amarillento.

La alimentación representa el costo más alto de la producción (75% del costo total) y las

raciones incluyen materias primas altamente proteicas por la naturaleza carnívora de las truchas. La búsqueda de nuevas materias primas es un desafío que apunta a minimizar el impacto que generan las fluctuaciones en la disponibilidad de recursos del mar, como la harina de pescado.

No todos los alimentos se digieren en la misma proporción en el tubo digestivo. Las truchas digieren mejor los alimentos a medida que su tubo digestivo está más desarrollado (adultos).

El valor nutritivo de las materias primas dentro de un alimento concentrado (comercial) influye sobre la digestibilidad del alimento completa. Generalmente el costo del alimento comercial está directamente relacionado con su digestibilidad.



Fig 1. Anatomía externa de la trucha arco iris.

El tubo digestivo de la trucha es muy corto, inicia en la boca y termina en el poro anal. Es decir, la longitud del tubo digestivo es menor a la longitud total del pez. Esta es una característica muy importante a considerar en el momento de formular una ración para truchas. Debido a que es conocido que entre más corto sea el tubo digestivo de un animal, el alimento a administrar tendrá que ser más rico en nutrientes y de buena digestibilidad, porque tendrá menos recorrido durante su digestión y absorción.

Segmento anterior

Faringe.- Las branqui-espinas o rayos branquiales tienen la función de tamiz. Retiene las partículas del alimento y tritura el alimento.

Esófago.- Tubo muscular recto y corto situado entre la boca y el estómago. Tiene una cubierta interna que contiene células secretoras de moco. El esfínter esofágico impide la entrada de agua durante la deglución.

Estómago

Es la continuación del esófago. Tiene forma de "S" invertida. Comprende desde el esfínter cardial hasta el esfínter pilórico. El recubrimiento interno tiene glándulas gástricas que secretan ácido clorhídrico y enzimas.

Segmento posterior

Ciegos pilóricos.- Son proyecciones tubulares ciegas alrededor del píloro. Son alrededor de 50 en truchas. La estructura es idéntica al

intestino. Funcionan como depósito de alimento accesorio, digestión complementaria a la realizada por el estómago e intestino y tienen enzimas específicas (colagenasa).

Intestino.- Es la continuación del píloro. Es corto, tiene pared muscular gruesa y con una gran capacidad de extensión y termina en el poro anal. Tiene actividad digestiva sobre el alimento. Es el lugar donde ocurre la absorción de los nutrientes.

Glándulas anexas

Hígado.- Es grande con relación al tamaño del

cuerpo. Órgano blando, de color pardo rojizo. Función digestiva, metabólica muy importante. Metabolismo de las proteínas, las grasas y los carbohidratos. La bilis es importante para la digestión de lípidos. La bilis se forma en el hígado y se libera al intestino en la zona posterior al píloro.

Páncreas.- Es oscuro y se sitúa en la zona ventral cubierto por el intestino. Disposición muy difusa, no se ve a simple vista. Formado de lobulillos diseminados entre la masa del mesenterio que fija los ciegos pilóricos.

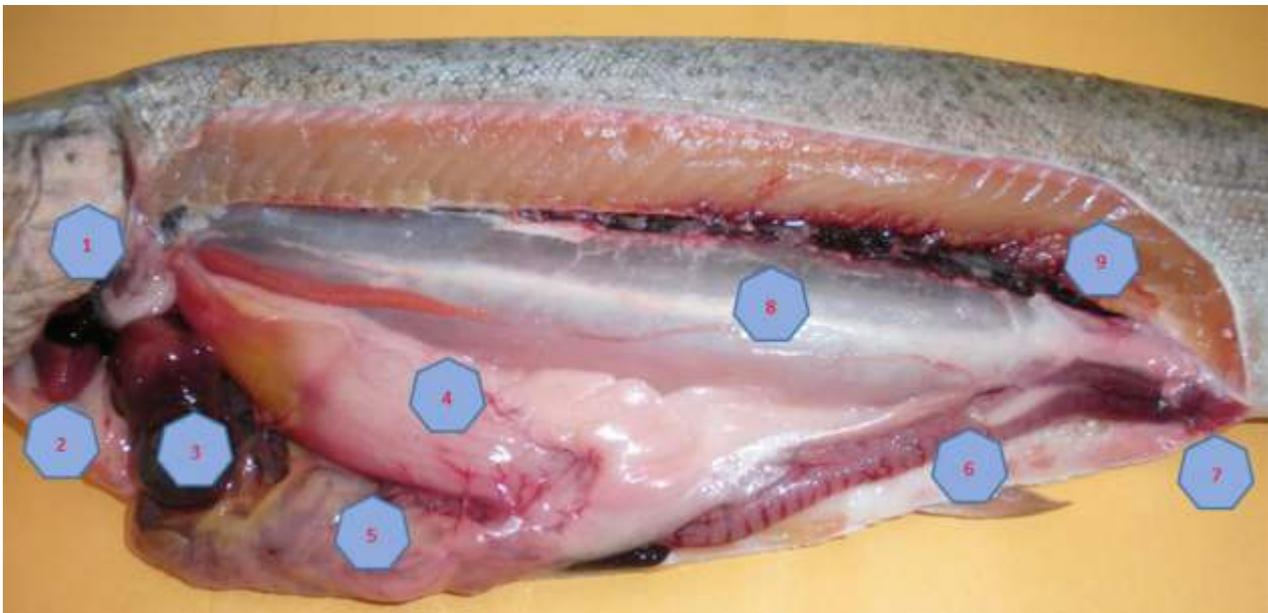


Fig 2. Anatomía interna de la trucha arco iris.

1. Opérculo, 2. Corazón, 3. Hígado, 4. Estómago, 5. Ciegos pilóricos, 6. Intestino, 7. Poro anal, 8. Vejiga natatoria, 9. Riñón.

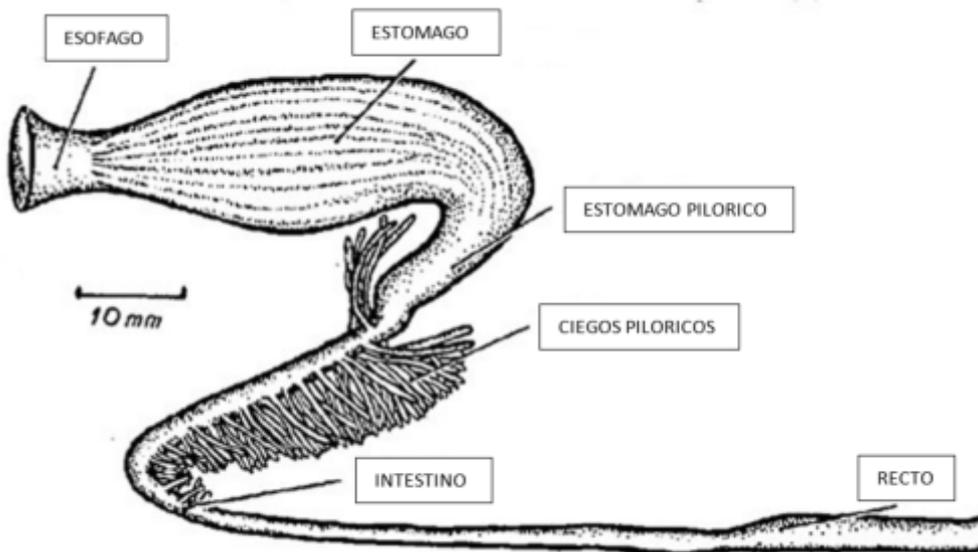


Fig 3. Anatomía del tubo digestivo de una trucha juvenil

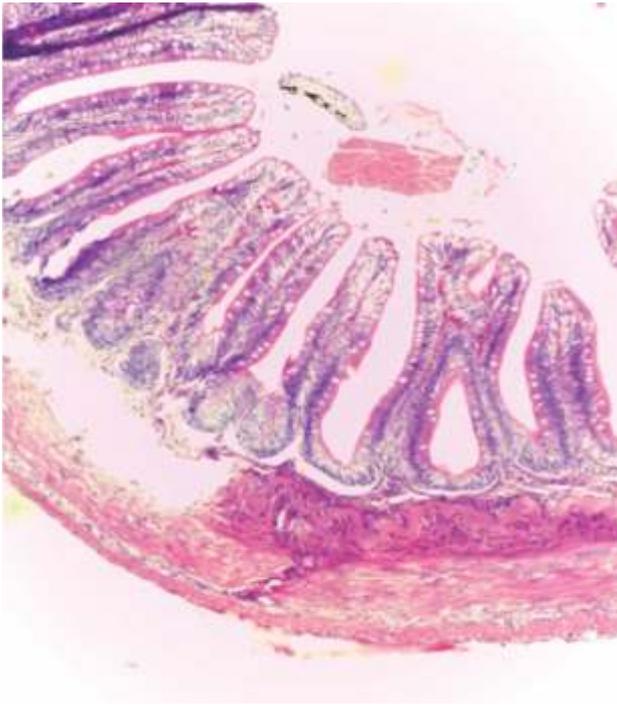


Fig 4. Corte trasversal del intestino de trucha, se observan las vellosidades intestinales y la pared intestinal formada por la musculatura lisa (HE-10X). En el borde de las vellosidades se aprecian las células globosas (círculos blancos).

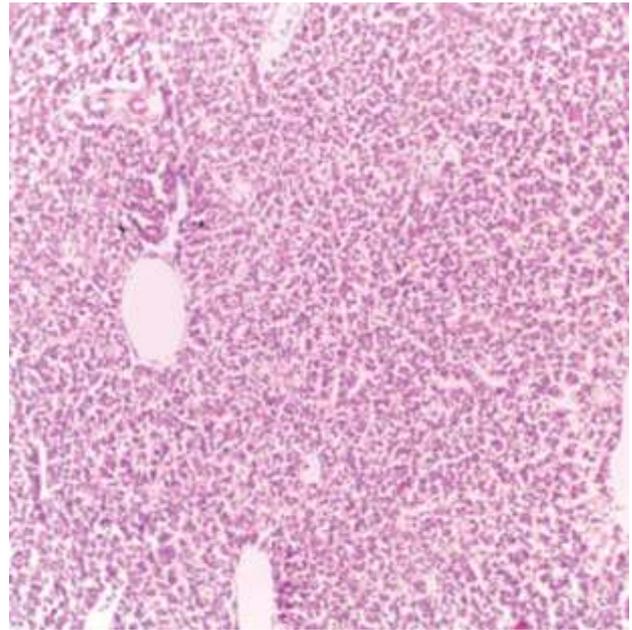


Fig 6. Tejido hepático de trucha, se observan tres venas centrales que son parte de los lobulillos hepáticos. Los hepatocitos están formando los cordones hepáticos (HE-10X).

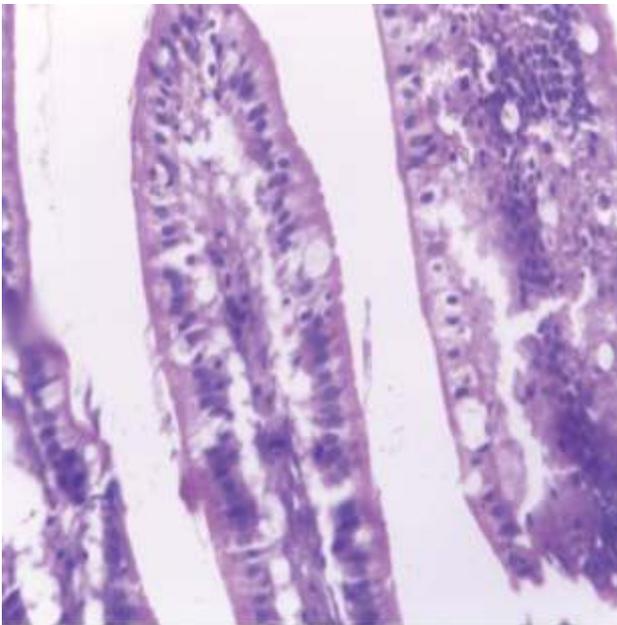


Fig 5. Vellosidad intestinal (centro), en el borde se observan los núcleos basales y el citoplasma de los enterocitos. Las células globosas (círculos blancos) producen sustancias mucoides que protegen y lubrican el intestino (HE-40X).

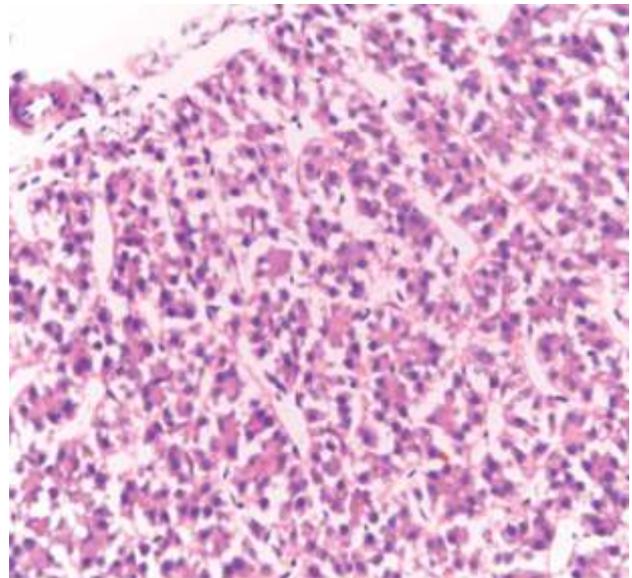


Fig 7. Zona de un lobulillo hepático, en la parte superior se observa la vena central (endotelio) y en la parte inferior se aprecian los hepatocitos formando los cordones hepáticos y entre ellos los sinusoides (espacios vacíos) (HE-40X)

Los nutrientes una vez digeridos en el estómago y ciegos pilóricos serán absorbidos en el intestino y llegarán por sangre al hígado para ser distribuidos luego a todo el cuerpo. La calidad de nutrientes disponibles del alimento será importante para la construcción de los órganos de la trucha y principalmente del músculo que formará el filete.

Nutrientes según la edad de las truchas

Las truchas requieren mayor cantidad de proteína (42%) y menor energía digestible (3600 kcal/kg) al inicio, mientras que cuando están en la fase de engorde requieren menor cantidad de proteína (38% y mayor energía (4200 kcal/kg).

Además, debemos administrar alimentos más digeribles a la edad de alevines y crecimiento I, porque los peces aun no tienen maduro el sistema digestivo, es decir el contenido de fibra cruda de estos alimentos debe ser menor a 3% y los niveles de vitaminas y minerales deben ser más altos.

Peso-talla de las truchas y temperatura del agua

Las truchas tendrán un mayor peso y talla con temperaturas del agua mayores a 16 °C y con un buen alimento. Es decir, temperaturas bajas del agua reducen el metabolismo y por ende el crecimiento de los peces. Temperaturas mayores a 20 °C también pueden afectar negativamente el desarrollo de los peces, por ser animales de agua fría.

Digestibilidad de los alimentos

La digestibilidad se expresa como el porcentaje del alimento retenido por el animal con respecto al total de alimento consumido por el pez.

La digestibilidad de los alimentos es muy importante, porque a mayor digestibilidad de una materia prima, existirá mayor disponibilidad de nutrientes para la trucha.

Para una misma materia prima la digestibilidad es mayor cuando la trucha es adulta y menor cuando es alevín. Es decir,

cuando la trucha tiene el tubo digestivo completamente desarrollado es capaz de obtener mayor proporción de nutrientes que cuando la trucha es aun alevín.

Los alimentos deben tener una flotabilidad lenta de tal forma que demoren un cierto tiempo en hundirse a través de la columna de agua, este valor es de mucha importancia para saber si el alimento será más aprovechado, puesto que si su hundimiento es lento el pez podrá consumirlo, pero si se hunde muy rápido alcanzara el fondo y no podrá ser consumido por la trucha, generando acumulación de residuos orgánicos en el fondo de la columna de agua.

Es importante considerar que en la velocidad de hundimiento interviene el grado de extrusión de los alimentos, es decir a mayor temperatura y presión, los alimentos serán mejor reventados y cocinados, mientras que cuando los alimentos no reciben una alta presión ni temperatura, saldrán solo compactados como si fueran peletizados.

En promedio una velocidad de 10 a 12 cm por segundo es considerada buena para lograr que los peces puedan captar el alimento elaborado. Una situación observada en algunos casos, es cuando los alimentos flotan en la superficie del agua, en general estos alimentos se deslizan hacia fuera de la jaula y no serán consumidos por los peces, lo cual produce peores conversiones alimenticias.

Velocidad de hundimiento del alimento

Los alimentos menos digeribles produzcan mayor proporción de residuos y más sedimentos en los fondos acuáticos. Es importante considerar un sistema de colección de residuos para evitar la formación de sedimentos y aumento de material orgánica en el medio acuático.



CAPITULO II

NUTRIENTES Y CALIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS.

Introducción: Nutrientes. Calidad de las materias primas. Adulteraciones e impurezas en las materias primas.

Introducción:

Cada vez se observa un mayor incremento del costo de los alimentos en la región de Puno. Sin embargo, la elaboración de alimentos concentrados para truchas requiere la disponibilidad de materias primas. En cualquier localidad donde desarrollemos la crianza de truchas siempre habrá alguna disponibilidad de materias primas, lo importante es caracterizarlas nutricionalmente, determinar su digestibilidad y su posibilidad de reemplazar a las materias primas conocidas. Cuando la producción de truchas es gran escala, se requerirá grandes cantidades de materias primas, lo cual puede ser una limitante.

Dentro de las materias primas vegetales, las harinas de lupino y de sachá inchi sin alcaloides (desamargadas, retiro de alcaloides) pueden ser una fuente de proteína y aminoácidos semejante a la soya. Por otro lado, existen algunas fuentes de proteína animal, como los residuos de matadero que pueden ser hidrolizados por calor (harina de sangre, harina Pioval-2®), también los residuos del faenado de truchas pueden hidrolizarse y convertirse en ensilado de residuos de trucha (aunque el reciclado de residuos de la misma especie no ha sido bien aceptado, por el posible riesgo sanitario).

Un problema observable es la utilización de materias primas sin procesamiento previo, por ejemplo, el frejol de soya es molido e incorporado a la ración de las truchas. Como sabemos muchas leguminosas como la soya contienen compuestos anti-nutricionales que reducen la digestión de los nutrientes de la dieta completa. Por lo tanto, no se debe utilizar el frijol de soya sin tratamiento térmico (calor) en las raciones para animales.

Otra situación observada en algunos casos ha sido la utilización de afrecho de trigo en las raciones de truchas. Esta práctica también no es la más adecuada, porque el alto contenido de fibra cruda que tiene el afrecho lo hace indigestible por los peces. Esta materia prima es más recomendable utilizarla en alimentación de rumiantes.

Las materias primas las podemos agrupar en harinas animales (harina de pescado, harina de pota, harina de carne, harina de sangre, harina de plumas, harina Pioval-2 y otros concentrados proteicos como harina de hemoglobina y harina de suero) y harinas vegetales (harina de soya, soya integral - soya integral extruida, pasta de algodón, harina de maíz, harinilla de trigo).

Componentes nutritivos y calidad de las materias primas

Los componentes nutritivos como las proteínas, grasas, fibra cruda, contenido de vitaminas y minerales de una materia prima es importante relacionarlo con su costo. A mayor contenido de nutrientes, generalmente la materia prima es de mayor calidad y de mayor costo.

Proteína.- El contenido de proteína en el alimento es muy importante debido a que pasará a formar parte del cuerpo de la trucha, los niveles requeridos por la truchas son altos. En la etapa de alevinos se requiere alrededor de 45% reduciendo a 40 % en la fase de crecimiento y hasta 38 % en la fase de engorde.

Sin embargo, más importante aún es el contenido de aminoácidos que conforman la proteína. Si consideramos como una pared de casa a la proteína, los aminoácidos serían los ladrillos que la conforman.

Aminoácidos.- los aminoácidos son estructuras que en conjunto forman proteínas complejas. Desde la proteína de la piel, proteína de la sangre, proteína del músculo y muchas más. Debido a que los aminoácidos forman las proteínas y a que las truchas requieren en el alimento altos niveles de proteína, entonces los niveles de los diferentes aminoácidos también deben ser altos en la ración de las truchas. Los alimentos que proporcionan altos niveles de aminoácidos son la harina de pescado, harina de carne y hueso, harina de sangre, harina de plumas, harina de soya, gluten de maíz, pasta de algodón.

Energía.- En un sentido estricto, la energía no es un nutriente, sino más bien un producto de nutrientes. Es decir, la combustión de los nutrientes en el cuerpo de la trucha produce energía. Los carbohidratos que forman los almidones de la harina de maíz, polvillo de arroz, harinilla de trigo, harina de quinua, producen energía. Pero más energía aún producen las grasas y los aceites de soya, aceite de pescado, aceite de girasol, aceite de algodón, y la manteca.

Adicionar aceite a las dietas de truchas es importante, para lograr una buena deposición de la proteína en el músculo. De hecho, los niveles de inclusión de aceite no deben ser inferiores a 15 % y algunas dietas comerciales incluyen más del 20% en la ración, ya que resultados de análisis de los alimentos muestran niveles de grasa total bruta mayores a 25% en alimentos comerciales.

Minerales.- Los minerales son importantes para formar el esqueleto de la trucha (Calcio y Fósforo) y además para regular el buen funcionamiento del cuerpo (Cobre, Zinc, Cobalto, Hierro, Sodio, Cloro,..etc). Los minerales necesarios son aportados con la adición de la premezcla vitamínico-mineral al alimento formulado.

Vitaminas.- Todo un conjunto de vitaminas son necesarias para que la trucha se desarrolle óptimamente. Dentro de ellas destaca la vitamina C, que tiene que ser adicionada en altos niveles a la ración. La colina es un compuesto importante a ser administrado a la ración para mejorar el transporte de las grasas

en el cuerpo de la trucha.

Aditivos.- Son **compuestos** no nutricionales que se **agregan a ración** para mejorar su presentación y durabilidad, estos pueden ir desde arcillas para mejorar la inocuidad de los alimentos hasta pigmentos para mejorar la presentación del músculo de la trucha.

Respecto a la calidad de las materias primas, es importante considerar el contenido de humedad de las mismas, mucha humedad (más del 15%) produce desarrollo de hongos y consecuentemente micotoxinas que afectan el rendimiento productivo de las truchas. El maíz amarillo es una de las materias primas que puede presentar micotoxinas, es recomendable adicionar arcillas locales como el Montchack 3A-T para reducir estos efectos nocivos en las truchas.

El contenido de proteína y su calidad en aminoácidos en una materia prima es muy importante, porque tienen un **efecto** directo en la **composición de la ración** y sobre el rendimiento productivo de las truchas.

Evitar en lo posible utilizar aceites ranciados en la elaboración de raciones, ya que estos contienen peróxidos que causan intoxicación en las truchas, menor crecimiento e inclusive mortalidad. Los peróxidos han demostrado ser cancerígenos, por lo que se debe reducir su consumo al mínimo.

Las harinas de pescado últimamente están presentando adulteraciones, por ejemplo las mezclan con harina de plumas u otras harinas, de tal forma que se recomienda adquirir

Tabla 1. Precio y contenido de nutrientes de los alimentos utilizados.

N	Ingredient	Precio, ns/kg	ED, kcal/kg	PB, %	FC, %	Ca, %	P, %	Lys, %	Met, %	Cys, %	Try, %	Arg, %	Thr, %
1	Alfalfa meal	1.80	513	17.1	24.1	1.40	0.23	0.85	0.27	0.29	0.34	0.77	0.71
2	Blood meal	3.50	4,289	89.2	1.0	0.41	0.30	7.45	1.08	1.24	1.04	3.75	3.76
3	Corn gluten meal	1.80	4,260	60.4	1.5	0.07	0.44	1.11	1.63	1.20	0.43	2.02	2.07
4	Corn meal	1.25	2,850	8.5	2.3	0.03	0.28	0.25	0.17	0.22	0.08	0.43	0.35
5	Corn extrusion cooked	1.45	3,050	8.5	2.3	0.14	0.66	0.65	0.50	0.46	0.10	1.12	0.98
6	Cotton seed meal	0.90	2,474	41.7	11.3	0.17	1.17	1.89	0.50	0.45	0.42	3.97	1.02
7	Fishmeal anchovy	4.40	4,204	65.4	1.0	3.73	2.43	5.04	1.99	0.60	0.75	3.85	2.82
8	Fish oil	3.50	8,500										
9	Sunflower oil	3.60	8,800										
10	Meat meal	3.80	3,350	55.6	2.3	8.27	4.10	2.93	0.66	0.59	0.34	3.60	1.64
11	Meat and bone meal	3.50	3,186	50.9	2.4	9.40	4.58	2.67	0.65	0.50	0.30	3.37	1.65
12	Molasses sugar cane	2.40	1,850	9.6	6.2	0.77	0.08						
13	Poultry feather meal	2.20	2,850	83.3	1.2	3.51	1.83	1.83	0.55	3.70	0.52	5.65	3.79
14	Rice polishings	0.80	2,250	12.8	5.3	0.03	0.27	0.52	0.20	0.13	0.10	0.63	0.34
15	Soybean seed, steam cooked, full fat	1.70	3,809	38.0	5.0	0.20	0.50	2.24	0.46	0.34	0.64	3.39	1.78
16	Soybean meal, solvent extracted	1.50	3,350	44.0	7.3	0.26	0.64	2.85	0.57	0.70	0.64	3.39	1.78
17	Soybean meal solvent extract dehulls	2.20	2,934	48.5	3.4	0.30	0.65	3.08	0.68	0.75	0.69	3.67	1.89
18	Sunflower meal	1.30	2,750	45.5	11.7	0.42	0.94	1.66	0.83	0.74	0.61	3.60	1.61
19	Wheat	1.50	2,250	12.9	2.5	0.04	0.37	0.36	0.21	0.27	0.17	0.64	0.37
20	Wheat bran	0.70	800	16.4	9.9	0.13	1.16	0.58	0.19	0.26	0.25	0.86	0.46
21	Wheat flour	1.70	2,300	11.7	1.3	0.03	0.30	0.30	0.15	0.10	0.10	0.40	0.20
22	Wheat middlings	0.95	2,173	17.0	8.0	0.13	0.89	0.67	0.18	0.22	0.20	0.98	0.54

National Research council (EUA) ED=energía digestible, PB= proteína bruta, FC= fibra cruda, Ca = calcio, P= fosforo, Lys= lisina, Met= metionina, Cys= cistina, Try= triptófano, Arg= arginina, Thr= treonina.

Calidad de los alimentos proteicos, de las grasas y aceites utilizados en las raciones

La calidad de los alimentos es fundamental para lograr un buen rendimiento de los peces. En los alimentos proteicos es importante contar con un buen nivel y balance de aminoácidos. El valor de proteína bruta es referencial, pero no es un indicativo de calidad de las materias primas proteicas.

Los análisis de aminoácidos de las materias primas son indicadores más concretos de la calidad de proteína que contiene una materia prima. Es decir, entre más disponibilidad de aminoácidos esenciales tenga la materia prima, mayor será su valor biológico de esa proteína. Por ejemplo, la proteína de maíz es escasa en el aminoácido lisina, mientras que la harina de soya es escasa en el aminoácido metionina.

Cuando la ración resulte carente en algún aminoácido esencial, es posible adicionar aminoácidos esenciales sintéticos, que se encuentran disponibles en el mercado y a bajo costo.

En la experiencia local se observa que los productores que elaboran sus fórmulas alimenticias para truchas están incluyendo suplementos vitamínico-minerales de ganado.

Lo correcto es adicionar una premezcla vitamínico-mineral. Las diferencias importantes son que los suplementos contienen calcio, fosforo y en general no llevan vitaminas del completo B. Mientras que los premix de acuicultura incluyen en su fórmula altos niveles de vitamina C y cloruro de colina, además del contenido de vitaminas hidroliposubles antioxidantes como el BHT, este último muy importante, dado que las raciones de truchas contienen altos niveles de ácidos grasos insaturados.

Tabla 2. Premezcla vitamínico-mineral "Premix acuicultura DSM Nutritional Products"

Composición por 3 kg de premezcla		x 1 kg	x kg alimento
Vit A, UI	14,000,000	4,666,667	14000
Vit D3, UI	2,800,000	933,333	2800
Vit E, UI	140,000	46,667	140
K3, g	8	3	0.008
B1, g	18	6	0.018
B2, g	20	7	0.020
Niacina, g	150	50	0.150
Ac pantoténico, g	50	17	0.050
B6, g	15	5	0.015
Biotina, g	0.8	0	0.001
Ac fólico, g	4	1	0.004
Ac ascórbico, g	600	200	0.600
B12, g	0.03	0.01	0.000
Cloruro colina, g	600	200.0	0.600
Mn, g	40	13.3	0.040
Fe, g	20	6.7	0.020
Zn, g	20	6.7	0.020
Cu, g	1.5	0.5	0.002
I, g	1.5	0.5	0.002
Se, g	0.3	0.1	0.000
Co, g	0.15	0.05	0.000
BHT, g	120.0	40	0.120
Excipiente, csp	1,331	444	1.331
Total, g	3,000	1,000	

CAPITULO III

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Introducción. Requerimientos de la NRC (1993) y NRC (2011). Diferencias en los requerimientos nutricionales

Introducción

Las truchas son carnívoras por lo tanto sus requerimientos nutricionales son altos. Los niveles de proteína en la dieta pueden alcanzar alrededor de 40 % para truchas en crecimiento. Los niveles de fibra en la ración deben estar por debajo de 3%, debido a que son muy ineficientes en digerir fibra. Poseen un tubo digestivo corto y el intestino grueso no cuenta con ciego. Requieren altos niveles de vitamina C la inclusión de sulfato de colina en la dieta.

Las cantidades de N y P incluidas en la dieta deben ser ajustadas a los requerimientos nutricionales. Los excesos de N y P en la dieta eutrofizan el agua. En la fase de acabado las truchas requieren consumir alimento

pigmentante. En general cuesta 1.0 sol por kg más que las dietas de crecimiento sin pigmento..

Los requerimientos de la NRC (2011) para las truchas son en general mayores a los recomendados por la NRC (1993), más que todo en el % de proteína y de lisina.

Los requerimientos nutricionales de los peces son influenciados por la edad de los mismo. Es decir, cuando están pequeños o de menor edad requieren niveles más altos nutrientes, debido al alto crecimiento que desarrollan. Mientras que los peces más grandes o de mayor edad, requieren menos concentración de nutrientes, aunque el nivel de grasa será mayor en todos los casos.

Tabla 3. Requerimientos nutricionales de la trucha según etapa productiva.

REQUERIMIENTO	ED	PC	FC	Ca	P	LIS	MET	CIS	TRI	ARG	TRE
	(Mcal)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
TRUCHA INICIO	3.500	45.0000	2.0000	1.2000	.7000	2.2000	1.0000	.3500	.3000	1.7000	1.0000
TRUCHA CREC	3.600	42.0000	3.0000	1.1000	.6500	2.0000	.9000	.3000	.2500	1.6000	.9000
TRUCHA ENG	4 200	38.0000	4.0000	1. 0000	.6000	1.8000	.8000	.2500	.2000	1. 5000	.8000

Adaptados de diferentes fuentes. ED= energía digestible, PC=proteína cruda, FC=fibra cruda (no es nutriente, pero tiene límites máximos), Ca=calcio, P=fosforo, LIS=lisina, MET=metionina, CIS=cistina, TRI=triptófano, ARG=arginina, TRE=treonina.

Aunque no es un requerimiento nutricional el nivel de fibra (debe ser restringida), los niveles de fibra cruda en las raciones de truchas deben ser inferior al 3%, ya que debido al corto tubo digestivo que presentan tienen una muy baja capacidad para digerir fibra cruda.

Las formulas son importantes porque nos

indican la proporción de cada materia prima que se debe incluir en dieta. Las formulas se pueden calcular de forma manual o computarizada. Esta última, es mejor porque determina una formula a mínimo costo, con lo cual se logra mayor rentabilidad en la producción de alimentos.

Tabla 4A Requerimientos nutricionales de la trucha arco iris (NRC¹, 1993)

Nutriente:		Microminerales:	
Energía Digestible, Kcal/kg	3,600	Cobre, mg/kg	3
Proteína cruda (digestible), %	38 (34)	Iodo, mg/kg	1.1
Aminoácidos:		Hierro, mg/kg	6
Arginina, %	1.52	Manganeso, mg/kg	3
Histidina, %	0.7	Zinc, mg/kg	3
Isoleucina, %	0.9	Selenio, mg/kg	0.3
Leucina, %	1.41	Vitaminas liposolubles:	
Lisina, %	1.81	A, IU/kg	2
Metionina + Cistina, %	1.01	D, IU/kg	2.4
Fenilalanina + tirosina, %	1.81	E, IU/kg	50
Treonina, %	0.8	K, mg/kg	R
Triptófano, %	0.2	Vitaminas hidrosolubles:	
Valina, %	1.21	Riboflavina, mg/kg	4
Ácidos grasos n-3, %	1.11	Ácido pantoténico, mg/kg	20
Ácidos grasos n-6, %	1	Niacina, mg/kg	10
Macrominerales:		Vitamina B12, mg/kg	0.01
Calcio, %	1	Colina, mg/kg	1
Cloro, %	0.9	Biotina, mg/kg	0.15
Magnesio, %	0.05	Folacina, mg/kg	1.02
Fosforo, %	0.6	Tiamina, mg/kg	0.5
Potasio, %	0.7	Vitamina B6, mg/kg	3
Sodio, %	0.6	Mioinositol, mg/kg	3
		Vitamina C, mg/kg	50

¹ National Research Council (EUA)

Tabla 4B. Requerimientos nutricionales de la trucha arco iris (NRC¹, 2011)

Nutriente:	Cantidad	Funciones
Energía Digestible, kcal/kg de dieta	4,200	<p>Los componentes nutricionales de los alimentos son el combustible para los animales, ellos deben ser digeridos y absorbidos. Sin embargo, algunos componentes del alimento resisten la digestión y pasan a través del tracto digestivo para ser eliminados como materia fecal. La energía digestible (ED) es la cantidad de energía que se queda en el animal después de descontar la energía perdida por fecas.</p> <p>ED = [energía del alimento] – [energía de fecas]</p> <p>La energía fecal representa entre un 15 a 30% de la energía del alimento en peces y camarones.</p>

¹ National Research Council (EUA)

Nutriente:	Cantidad	Funciones
Proteína digestible, %	38	Se considera como proteína digestible a la parte de proteína que el pez obtiene del alimento. Se refiere a una mezcla de sustancias muy diferentes que difieren en términos de su naturaleza bioquímica y valor nutritivo. A medida que incrementa la proteína en el alimento incrementa la demanda de oxígeno por el pez independiente del contenido de energía en el alimento. Es importante considerar las proporciones de energía digestible / proteína digestible (ED / PD) de la dieta (11 kcal/g de proteína).
<i>Aminoácidos:</i>		
Arginina, %	1.5	Aminoácido proveniente de la ración y necesaria para formar proteínas corporales.
Histidina, %	0.8	Es aminoácido esencia, utilizado para la síntesis de proteínas corporales.
Isoleucina, %	1.1	Aminoácido esencial utilizado para sintetizar proteínas. La isoleucina, leucina y la valina forman el grupo de los aminoácidos ramificados.
Leucina, %	1.5	Aminoácido esencial que las células utilizan para sintetizar proteínas.
Lisina, %	2.4	Aminoácido esencial importante para la formación de proteínas musculares. Se tiene en forma sintética para adicionar a la fórmula alimenticia.
Metionina + Cistina, %	1.1	Aminoácido azufrados, muy importantes en la síntesis de proteínas. Metabólicamente la metionina puede convertirse en cistina. Existe metionina sintética para adicionar a la ración formulada.
Fenilalanina + tirosina, %	1.8	Son aminoácidos cíclicos precursores de muchos neurotransmisores (dopamina, noradrenalina, adrenalina), hormonas (tiroxina) y melanina. Metabólicamente la fenilalanina puede convertirse en tirosina.
Treonina, %	1.1	Aminoácido esencial para la formación de proteínas (elastina). Existe en forma sintética para adición a la ración elaborada.
Triptófano, %	0.3	Aminoácido esencial para la formación de proteínas. Muy termolabil. Existe en forma sintética para la adición a la ración elaborada.
Valina, %	1.2	Aminoácido esencial, que debe ser aportado en la ración. Participa en la formación y reparación de tejidos.
Ácidos grasos n-3, %	1	Los nombres de los ácidos grasos a menudo reflejan sus fuentes; ácido palmítico (16: 0) del aceite de palma, ácido oleico (18: 1n9) del aceite de oliva ácido α -linolénico (18: 3n 3) del aceite de linaza. nombres químicos; ácido eicosapentaenoico (EPA; 20: 5n-3) ácido docosahexaenoico (DHA; 22: 6n-3)
Ácidos grasos n-6, %	1	La deficiencia de "ácidos grasos esenciales" reduce el crecimiento y la reproducción. Los PUFAs esenciales son; 20: 4n-6 (ARA, ácido araquidónico) 20: 5n-3 (EPA) 22: 6n-3 (DHA) Por el contrario, los PUFA C18 no tienen funciones metabólicas específicas; ácido linoleico 18: 2n-6 ácido α -linolénico 18: 3n-3 pero pueden servir como precursores de los PUFA correspondientes n-6 y n-3
<i>Macrominerales:</i>		
Calcio, %	NR	Tejidos esqueléticos y permeabilidad de la membrana vs Deterioro del crecimiento y mineralización del tejido duro.
Cloro, %	NT	Equilibrio osmótico vs Crecimiento reducido.
Magnesio, %	0.05	Activador enzimático vs flacidez muscular, tetania.

Nutriente:	Cantidad	Funciones
Fosforo, %	0.7	Tejido esquelético, fosfolípidos vs Crecimiento deficiente, mineralización reducida del tejido duro, deformidades esqueléticas, acumulación de grasa.
Potasio, %	NT	Equilibrio osmótico, base ácida equilibrio vs convulsiones, tetania.
Sodio, %	NR	Equilibrio osmótico, base ácida equilibrio vs Crecimiento reducido.
<i>Microminerales:</i>		
Cobre, mg/kg	3	Metaloenzimas vs crecimiento deficiente y actividad reducida de las enzimas que contiene cobre.
Iodo, mg/kg	1.1	Hormonas tiroideas vs hiperplasia de la glándula tiroides.
Hierro, mg/kg	NT	Hemoglobina vs crecimiento reducido, anemia
Manganeso, mg/kg	12	Matriz organica del hueso vs anomalías, cataratas
Zinc, mg/kg	15	Metaloenzimas vs deterioro del crecimiento, cataratas, anomalías esqueléticas, Reducida actividad de varias metaloenzimas que contienen zinc
Selenio, mg/kg	0.15	Glutation peroxidase vs deterioro del crecimiento, anemia, diátesis exudativa, reducida actividad del glutatió peroxidase.
<i>Vitaminas liposolubles:</i>		
<i>Vitaminas liposolubles:</i>		
A, IU/kg	0.75	Participa en los procesos visuales, estimulando el crecimiento de nuevas células y ayudando en mantener la resistencia a las infecciones. Las plantas contienen carotenoides que pueden convertirse en vit A. El salmón y la truchutilizan astaxantina y una variedad de carotenoides como fuente de provitamina A.
D, IU/kg	40	La 1,25-dihidroxicolecalciferol [1,25 (OH) 2D3] está involucrada en absorción de Ca2 + y fósforo, reabsorción renal de Ca2 + y remodelación ósea. Es posible juegue un papel importante en la respuesta inmune. Los peces no sintetizan vitamina D y depende completamente del alimento para cubrir sus requerimientos. La forma de vit D3 se absorbe mejor que la forma de vit D2.
E, IU/kg	50	Pertencen los tocoferoles y tocotrienoles, donde el α -tocoferol (α -TOH) tiene la mayor actividad biológica. Los aceites vegetales contienen altos niveles y diferentes composiciones de tocoferoles y tocotrienoles, por lo tanto las dietas a base de plantas a menudo contienen cantidades apreciables de vit E. La vit E es inestable y se degrada en el proceso de producción de alimentos. La vit E agregada con mayor frecuencia se encuentra en forma de acetato de α -tocoferilo (α -TOAc), protegido contra la oxidación. La vit E inhibe la peroxidación de lípidos en el cuerpo, transfiriendo los radicales a la vit C, que los transmite aún más. La anemia es el primer síntoma aparente de deficiencia de vit E en el salmón, seguido de la oxidación de los lípidos de la membrana de los glóbulos rojos.
K, mg/kg	R	Coagulación de la sangre y ayuda a la mineralización ósea en los peces. Se produce naturalmente como filoquinona (vit K1) que se encuentra en ingredientes vegetales) y menaquinona (vit K2) que se encuentra en bacterias e ingredientes de origen animal. La menadiona provitamina sintética (vit K3), se utiliza en la alimentación animal.
<i>Vitaminas hidrosolubles:</i>		
Riboflavina, mg/kg	4	Coenzima esencial para el metabolismo energético (oxidadas y reductasas), y actúa en el metabolismo de proteínas, lípidos y carbohidratos. Su deficiencia incluyen cataratas y fotofobia).

Ácido pantoténico, mg/kg	20	Participa en la transferencia de grupos acetilo y acilo en el metabolismo energético. Los tejidos ricos en mitocondrias (división celular rápida tejidos) son sensibles a la deficiencia (hiperplasia de las células epiteliales en las branquias)
Niacina, mg/kg	10	Participa en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y aminoácidos. Su deficiencia produce lesiones en piel y aletas (hemorragias, lesiones, erosiones y dermatitis).
Vitamina B12, mg/kg	R	Es una coenzima que participa en la metilación de homocisteína a metionina y en la producción de succinil-CoA. La deficiencia produce anorexia y anemia.
Colina, mg/kg	800	La colina juega un papel importante en la neurogénesis y en el metabolismo de lípidos. El ovocito de la trucha proporciona al embrión ácidos grasos esenciales para el crecimiento y el desarrollo. La colina, en combinación con la metionina, proporciona componentes esenciales para la producción de donantes de metilo necesarios para las reacciones de metilación del ADN.
Biotina, mg/kg	0.15	Es una coenzima y un portador intermedio de CO ₂ en reacciones de carboxilación-descarboxilación (ácido graso y amino metabolismo ácido). Contenido suficiente en materias primas, cualquier deficiencia en peces, podría deberse a menos digestibilidad y menor crecimiento.
Folacina, mg/kg	1	Participa en el metabolismo de los aminoácidos azufrados como un donante de metilo general en la remetilación de la homocisteína a metionina, y en la biosíntesis de purinas y pirimidinas. Su deficiencia asociada con carencia de B12 resulta en pérdida de apetito, anorexia, reducción crecimiento y anemia megaloblástica.
Tiamina, mg/kg	1	Participa como coenzima fosforilada en las transaminasas (metabolismo de aminoácidos), como parte de las transferasas (metabolismo de lípidos), y es necesaria para la producción de neurotransmisores. Su deficiencia produce signos nerviosos.
Vitamina B6, mg/kg	3	Participa como coenzima fosforilada en las transaminasas (metabolismo de aminoácidos), como parte de las transferasas (metabolismo de lípidos), y es necesaria para la producción de neurotransmisores. Su deficiencia produce signos nerviosos.
Mioinositol, mg/kg	300	Soluble en agua, función coenzimática únicas en el metabolismo celular. Composición de lípidos de membrana.
Vitamina C, mg/kg	200	Epitelios, función en el metabolismo celular Actúa como cofactor en al menos 8 reacciones, muchas relacionadas con la síntesis de colágeno. Su deficiencia produce deformidad de las vértebras (escoliosis y lordosis) por inhibición de la síntesis de colágeno que puede medirse como concentración reducida de hidroxil-prolina.

National Research Council (USA).

R: requerido, pero no determinado. NR: no requerido. NT: no determinado (al parecer son suficientes algunos nutrientes provenientes de ingredientes de proteínas de animales marinos y terrestres, aceite de pescado y agua de dureza al menos media).



CAPITULO IV

FORMULAS ALIMENTICIAS DE INICIO, CRECIMIENTO Y ENGORDE.

Balanceo de raciones y formulas alimenticias con varios ingredientes. La calidad de un alimento elaborado depende de la calidad de sus insumos. La proteína y la energía en la ración y su relación con el rendimiento productivo de las truchas. Pigmentos en los alimentos de engorde.

Introducción

Las formulas alimenticias son desarrolladas para cada edad productiva de la trucha. Los requerimientos nutricionales son más altos en peces jóvenes y más bajos en peces mas adultos.

Las formulas se obtiene con la ayuda de software, los cuales consideran los nutrientes de las materias y el precio para ser incluidos en la ración. En general las materias primas para elaborar alimentos de truchas deben ser alta calidad nutricional y de bajo contenido de fibra.

Cada materia prima contribuye con algunos nutrientes, otras con otros nutrientes, es decir que la mezcla de varias materias primas cumple con los requerimientos de la trucha, esta disposición de cuando de cada materia ingresa en al formula la realiza el software mediante el método de programación lineal. Aunque también existen programas que están usando modelación estocástica para la formulación de raciones.

Balanceo de raciones y formulas alimenticias con varios ingredientes

El balanceo de raciones es importante porque permite conocer la proporción de cada materia prima a incluir en la mezcla. Primero se debe conocer los requerimientos nutricionales y luego realizar la formulación.

Los requerimientos nutricionales son diferentes para cada una de las edades de las truchas. Generalmente son más altas en proteína y más bajas en energía en alevinos de trucha, mientras que en las dietas de crecimiento y engorde tienen más alta energía, pero los niveles menores de proteína.

Asimismo, los niveles de aminoácidos en la ración son más altos al inicio y más bajos al

final de la fase productiva, esto ocurre porque la tasa de crecimiento va disminuyendo con la edad de la trucha.

Generalmente nivel de calcio se mantiene alrededor de 1% mientras que el de fosforo total es cercano a 0.5% mientras que el requerimiento de fosforo disponible esta alrededor de 0.42%. Los requerimientos de minerales y vitaminas quedan cubiertos con la inclusión de premix de acuicultura. Haciendo hincapié que tanto la vitamina C como la colina son los nutrientes más altamente requeridos por las truchas.

Se pueden formular raciones de forma manual y de forma computarizada. La primera utiliza el método de cuadrado de Pearson y la segunda utiliza un programa computacional. La formulación de raciones con computadora facilita obtener raciones a mínimo costo, mientras que en la de forma manual esto no es posible.

Las raciones que incluyen varias materias primas en su composición, generalmente son más completas que aquellas que contienen pocas materias primas. Es decir, a más materias primas utilizadas en la formula, existe más posibilidad de cubrir todos los requerimientos nutricionales de la trucha de forma natural.

Tabla 5. Formula alimenticia para truchas en engorde (productores)

n	Ingredientes	Mezcla, %
1	Harina de pescado	42
2	Harina de soya integral extruida	24
3	Harina de maíz amarillo	16
4	Harinilla de trigo	12
5	Aceite de pescado - llave	4
6	Melaza de caña azúcar	2
7	Sal común	1
8	Sales minerales + vitaminas	0.5
	Total	101.5

En si lo que se busca en la formulación de raciones, es encontrar una fórmula adecuada de ingredientes incluidos en una ración de tal manera que sumados todos conformen el 100 % del alimento formulado. Pero, además deben cumplir con todos los requerimientos de la trucha que se va alimentar y conseguir que sea a mínimo costo.

Tabla 6. Formula alimenticia para truchas en engorde (version mejorada)

N	Ingredientes	Mezcla, %
1	Harina de pescado	22
2	Harina de pota	20
3	Harina de soya integral extruida	24
4	Harina de maíz amarillo	14
5	Harinilla de trigo	10
6	Aceite de pescado	4
7	Aceite crudo de soya	4
8	Sales minerales + vitaminas	2.0
	Total	100.0

Tabla 7. Formula alimenticia para truchas en engorde (version de alta energia)

N	Ingredientes	Mezcla, %
1	Harina de pescado prime	26.00
2	Harina de pota	9.00
3	Harina Pioval-2®	6.90
4	Soya integral extruida	25.00
5	Harinilla de trigo	8.90
6	Harina de maíz	5.00
7	Aceite de pescado	10.74
8	Aceite de soya	7.16
9	Lys HCl	0.08
10	Met 99	0.42
13	Premix acuicultura	0.20
14	Cloruro de colina	0.10
15	Harina de orégano	0.10
16	Arcilla Montchack®	0.40
	Total	100.00

La calidad de un alimento elaborado depende de la calidad de sus insumos.

Un alimento concentrado elaborado es tan bueno como sus materias primas que lo conforman lo son. Es decir, buenas materias primas darán lugar a buenos alimentos formulados y por ende mayor rendimiento en las truchas. Cuando formulamos alimentos es importante realizar análisis nutricional de las materias primas.

En todo caso si utilizamos insumos de calidad en la elaboración de una ración, se obtendrá como producto un alimento elaborado de

calidad. Es decir, que la calidad de un alimento elaborado está influenciada directamente por la calidad de las materias primas que la conforman.

También el nivel de inclusión de una materia prima tiene efecto directo sobre la calidad del alimento elaborado. En otras palabras, si una materia prima está en mal estado y su nivel de inclusión es mayor al 30 % en la ración, entonces influirá grandemente en la calidad final del alimento elaborado.

Es recomendable realizar análisis de los alimentos que se van a utilizar en la ración cada vez que no se tenga la certeza de su composición y calidad. Además, no se debe cambiar frecuentemente de proveedores, porque puede existir mucha variación en los nutrientes de las materias primas y por lo tanto requerirá analizar el contenido nutricional de los alimentos con mayor frecuencia.

La proteína y la energía en la ración y su relación con el rendimiento productivo de las truchas.

Es importante la relación energía/proteína en una ración. Si elevamos la proteína de la ración también debemos subir la energía del alimento, mediante el incremento de grasas o aceites. Esto mejora la utilización de la proteína y evita que parte de la proteína que está en el alimento sea desdoblada para producir energía requerida por el pez.

Es decir, los peces producirán mejor cuando el balance de energía proteína sea el más adecuado, convirtiendo mejor el alimento y además logrando mayor deposición de masa muscular en la trucha. Como consecuencia aumenta el rendimiento de filete en la trucha. Considerando que los requerimientos nutricionales de la trucha son altos en proteína, se debe utilizar ingredientes con alto contenido de proteína. El contenido de proteína de una materia prima es importante para ser considerada en la ración.

Mas importante aún es el contenido en aminoácidos que lleva la proteína de un alimento. Una proteína será mejor mientras tenga la mayoría de aminoácidos y será

deficiente si al menos algunos de ellos es escaso o falta. Por ejemplo, el maíz amarillo duro contiene bajo contenido de lisina, mientras que la harina de soya contiene bajo porcentaje de metionina. La harina de pescado de buena calidad es una materia prima que contiene una proteína de calidad.

En términos estrictos la energía no es un nutriente, sino un producto de la combustión de los nutrientes. Es decir, se obtiene energía cuando se combustiónan los nutrientes en el cuerpo de la trucha.

También el contenido de energía es importante en la ración, generalmente las grasas y los aceites son los que aportan la mayor cantidad de energía en la ración. El contenido de energía en la ración es importante para formación de proteína en el musculo en la trucha. Raciones con bajo contenido de energía eliminan más nitrógeno al agua por la menor utilización de proteína por la trucha.

Pigmentos en los alimentos de engorde

Uso de pigmentos en los alimentos de engorde
La coloración rosada de la carne de trucha es importante para lograr una gran aceptación en el mercado nacional e internacional. El pigmento más usado es la Astaxantina (Carophyll pink) y se adiciona 1 kg por TM de alimento. El tiempo de pigmentación está relacionado con la dosis, es decir dosis más altas pigmentan en menos tiempo, contrariamente dosis más bajas requieren un periodo más largo de pigmentación.

También se pueden utilizar pigmentos naturales como las harinas provenientes de las cutículas de langostinos, cangrejos, y camaroncillos. Las truchas en su vida natural, consumen larvas, gusanillos, pupas, moscas e insectos que caen al agua, además de zooplacton que existe naturalmente en los medios acuáticos. Todos ellos dan esa pigmentación natural a la musculatura de la trucha y que es muy deseada por el consumidor.

Actualmente su costo por kg sobrepasa los 1000 soles, es decir cuando se quiere alimento con pigmento es normal que se deba pagar un sol más por kg comparado a los otros alimentos

sin pigmento.

Es posible concluir que las raciones deben contener varias materias primas, de tal forma que cada una de ellas contribuye con algunos nutrientes específicos en la ración completa. Generalmente raciones con pocos ingredientes deben ser suplementadas con aminoácidos sintéticos o suplementos vitamínico-minerales.

La calidad de las materias primas influye mucho en la calidad del alimento elaborado, este efecto es aún mayor cuando la materia prima ingresa en cantidades elevadas a la ración. Es decir, a mayor porcentaje de inclusión de una materia prima, mayor será su efecto sobre la ración completa que está elaborándose.

Se recomienda que la calidad de la harina de pescado bien analizada, debido a que tiene un efecto directo sobre el crecimiento de las truchas. Harinas de pescado en estado de descomposición tienen abundantes olores fétidos que luego dan un olor a lodo (podrido) a la musculatura de la trucha y además pueden alcanzar cierto grado de intoxicación y menor crecimiento en las truchas.

También la calidad del aceite de pescado o aceite vegetal debe ser determinada, porque aceites con rancidez producen intoxicación en las truchas, reducción en el crecimiento e incluso mortalidad.

Es recomendable que la harina de maíz amarillo sea producida en la planta de alimentos, debido a que existen casos que harina de maíz comprada puede ser que no provenga del grano entero, sino haya sido retirado el germen, con lo cual el contenido de nutrientes es diferente al del grano entero.

Es recomendable reducir el tamaño de partícula de las materias primas a menos de un mm de diámetro, esto mejora el proceso de extrusión y la calidad del granulo. Cuando se tienen materias primas en forma de partículas gruesas en el alimento, se reduce la digestibilidad y empeora el cortado del granulo, obteniéndose alimentos extruidos que producen más finos y gránulos des-uniformes.



CAPITULO V

EQUIPAMIENTO DE LA PLANTA DE ALIMENTOS.

Introducción: Infraestructura y equipamiento. Sugerencias de mejora de la planta de alimentos. Equipos de seguridad del personal.

Introducción

El alto costo de los alimentos extra-regionales ha llevado a muchos productores a instalar sus propias plantas de alimento balanceado, algunos con más aciertos que otros. En la mayoría de los casos las plantas de alimentos locales cuentan con equipos construidos localmente y algunos de ellos no muestran una eficiencia económica en su operación. Sin embargo, estas situaciones pueden ser mejoradas con el funcionamiento y haciendo correcciones de acuerdo a las necesidades de la misma planta de alimentos.

Planta procesadora de alimentos balanceados; *infraestructura y equipamiento* óptimo.

Infraestructura que permite la fabricación de alimentos en condiciones óptimas y de seguridad para los operadores. Deben ser bien ventiladas (bienestar de los operadores). La distribución de los equipos debe ser en forma secuencial de acuerdo a su utilización en el proceso. Se debe reducir siempre el esfuerzo de los operadores. Disponibilidad de energía eléctrica de alta tensión.

Infraestructura de material noble y material metálico. Contar con techos altos, en general más de 5 metros. Techos a prueba de agua (en las materias primas húmedas se forman hongos). Mejorar la ventilación para evitar formación de polvos, los extractores son ideales.

Ambientes prioritarios: Almacén de materias primas (insumos registrados = Cardex) y sala de procesos (pesado de los insumos según fórmula, molienda o remolienda de materias primas, extruido, secado, embolsado y cosido. Almacén productos terminados.

Equipos prioritarios: son el detector de humedad de alimentos. Para el procesamiento (balanza de 0 a 200 kg para insumos macro 

(harina soya), balanza de 0 a 5 kg para insumos micro (vitaminas), molino martillos de 12 HP (diferentes cribas), extrusor secador, embolsado y cosido de sacos. Almacén de productos terminados.

Sugerencias de mejora de una planta de alimentos

Los equipos de la planta de alimentación deben llevar una línea secuencial, puede ser horizontal o vertical. En todo momento se debe evitar equipos de variada capacidad productiva.

En la operación de la planta de alimentos se considerará la eficiencia productiva y energética con la finalidad de reducir/ajustar los costos.

Contar con registros de producción de las fórmulas elaboradas y conservar muestras de alimento de cada lote elaborado durante 90 días. Esto con la finalidad de contar con una prueba de calidad del alimento elaborado.

Los equipos deben guardar relación en tamaño y capacidad. Los equipos deben tener similares rendimientos productivos en la secuencia productiva. Evitar cuellos de botella (equipo pequeño entre equipos grandes, reduce la capacidad productiva de la planta). Hacer la distribución de la operación de la planta. Mejorar la ventilación.

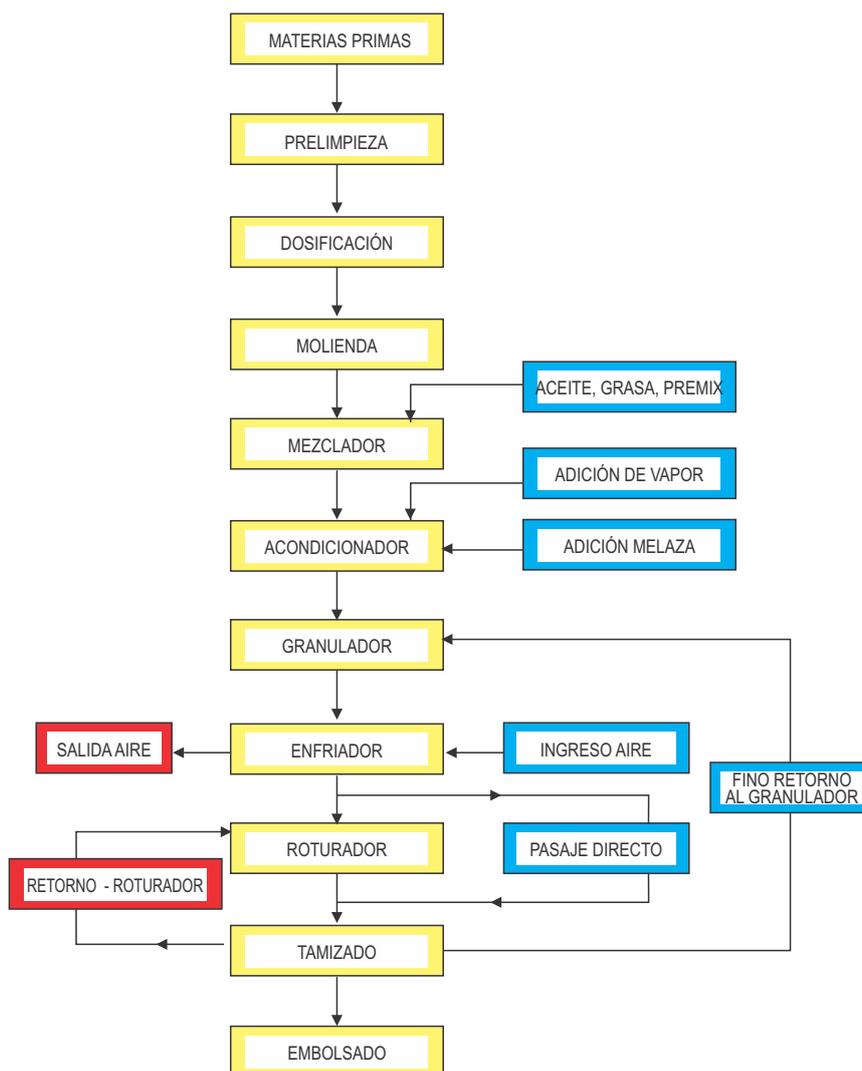


Fig. 8. Diagrama de proceso productivo de la elaboración de alimentos concentrados

Elevador de alimentos

Los elevadores pueden ser de cangilones (copitas) o de cinta transportadora, la elección será dependiente de la pendiente que se pretende elevar. Los cangilones son útiles para elevar verticalmente el alimento en harina, mientras que las cintas transportadoras, elevan muy bien pendientes de 45° el alimento granulado o extruido.

Elevador de cangilones

El elevador de la figura muestra el sistema principal de elevación, el cual consiste de cabeza, bota, pierna, puerta de servicio, y banda/cadena y cangilones.

Cabeza – La cabeza es el componente localizado en la parte superior del elevador. Consiste de una caja de acero que soporta la

transmisión, rueda motriz dentada, motor y el reductor.

Bota – La bota es el componente inferior del elevador. Recibe el material para ser elevado y contiene la banda inferior o rueda motriz. El tensor está localizado normalmente en la bota, y se usa para guiar la banda o correa y tensar la cadena.

Pierna – La caja o envoltura del elevador es manufacturado en secciones. Forma la estructura para soportar la cabeza, la plataforma de servicio, escalera, jaula, etc., provee protección contra el polvo e impermeabilidad contra el agua para la banda del elevador, o cadena y cangilones. La caja puede ser diseño simple o doble. La puerta de servicio es una sección de la caja con paneles removibles para permitir acceso para el mantenimiento a la banda/cadena y

cangilones.

Transición de descarga– Una transición que se usa para adaptar una salida cuadrada a una tubería redonda o distribuidor.

Transmisión del elevador – La mayoría de las cabezas de los elevadores son un motor eléctrico impulsado a través de un eje montado en un reductor. Las unidades más grandes utilizan motores con engranes.

Plataforma de servicio de la Cabeza – Un área de trabajo para efectuar inspecciones de rutina y mantenimiento en la cabeza del elevador, transmisión y motor.

Plataforma intermedia – Un área de descanso para cumplir con normas de seguridad requeridas por OSHA para la compensación de la escalera a cada 30 pies en instalaciones comerciales.

Plataforma de servicio del distribuidor – Un área de trabajo para la conexión de la tubería al distribuidor y para efectuar inspecciones y mantenimiento al distribuidor.

Escalera – La escalera provee acceso a las plataformas de servicio. Soportes son proveídos para instalar las escaleras a la pierna del elevador en secciones de incremento de 5 ó 10 pies.

Jaula de seguridad – La jaula de seguridad es de construcción tubular y proporciona una estructura circundante alrededor de la escalera.

Dispositivo de seguridad para subir – Un cinturón de seguridad que se sujeta a un cable de alta resistencia por medio de una abrazadera de deslizamiento de acero inoxidable. Este dispositivo cumple con los requisitos de seguridad de OSHA y elimina la necesidad de una jaula, plataformas intermedias y escaleras de compensación.

Mensula sujetadora – Abrazaderas alrededor de la pierna del elevador para la fijación de los cables tensores. Un solo conjunto de soporte ofrece cuatro puntos de anclaje para los cables – uno en cada esquina de la pierna del elevador.

Ensamblaje de alzamiento – Es una opción que ofrece un brazo extendido, que gira para ayudar a subir o bajar componentes pesados en la cabeza del elevador durante el mantenimiento.

Bandas y cangilones – El material es llevado desde la bota a la cabeza en cangilones del elevador los cuales están empernados a la banda. Una cadena puede ser utilizada en vez de una banda.

Evitar secar al sol los alimentos recién fabricados (dañan vitaminas). Se debe instalar y operar el secador de alimentos a gas, en base a la generación de aire caliente seco. También se debe incorporar la práctica de la remolienda (harina soya tiene partículas grandes), con la finalidad de mejorar la digestibilidad de los nutrientes.

Después del enfriado/secado de los alimentos, deben pasar por el tamizador para separar los finos y gránulos partidos de los gránulos completos. Al final de la cadena productiva se debe implementar el pesado y cosido de los sacos. Después de la elaboración de los alimentos, estos deben ser almacenados en condiciones óptimas para aumentar la vida útil del alimento.

Equipos de seguridad del personal

El personal que labora en la planta de alimentos debe contar con capacitación en manejo de equipos eléctricos y de riesgos.

Es decir, la manipulación de molinos de martillos acarrea cierto riesgo, así como también la operación de picadoras de materias primas groseras.

Es importante que el personal tenga cierto grado de paciencia durante el trabajo, por ejemplo se ha observado que los mayores errores se cometen durante la adición de premezclas, aminoácidos, o algunas veces por la ligereza de actuar confunden las materias primas y al momento de adicionar al mezclado.

El personal debe contar con los equipos de seguridad, como son guantes, casco metálico, máscara, lentes protectores, mameluco y botas

con punta protectora. También en casos de excesivo ruido de los molinos se debe contar con protectores de oídos.

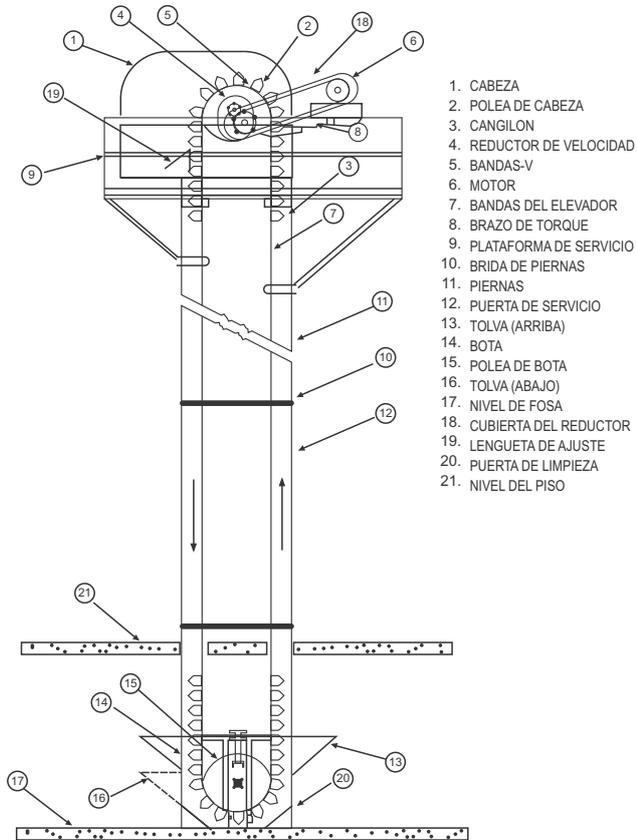


Fig 9. Elevador de cangilones (vista lateral)



Fig 10. Elevador de cinta transportadora con separadores



Fig. 11. Línea óptima de los equipos para la producción de alimentos para truchas (Cortesía del IAP – Puerto Maldonado)

Evitar secar al sol los alimentos recién fabricados (dañan vitaminas). Instalar y operar el secador a gas. Incorporar la práctica de la remolienda (harina soya tiene partículas grandes). Incorporar un tamizador para separar los finos y gránulos partidos de los gránulos completos. Implementar el pesado y cosido de los sacos.

Utilización de equipos de seguridad del personal que labora en planta de alimentos.

Ropa apropiada (mameluco), tapa oídos y casco de protección. Botas punta de acero (evita lesiones en pies por caída de cuerpos pesados). Anteojos y mascarilla (evitar respirar polvos de los insumos, muchos causan alergias y problemas respiratorios). Guantes de cuero. Mejorar la ventilación (bienestar de los operadores).

En conclusión, una buena planta no solo fabrica alimentos de calidad, sino que también cuida el bienestar de los operadores. Las maquinarias instaladas deben guardar relación entre su capacidad productiva para evitar retrasos en la cadena de producción (cuellos de botella). Un operador bien protegido a la larga resultará más beneficioso para todos.

CAPITULO VI

ELABORACIÓN DE ALIMENTOS: MOLIENDA, MACRO Y MICRO DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO.

Introducción: Tamaño de partícula de las materias primas. Procesamiento y producción de alimentos para truchas. Temperatura de extrusión y calidad del alimento. Determinación de los puntos críticos en la fabricación de los alimentos. Definición de las fórmulas alimenticias a mínimo costo y eficientes para las truchas.

Introducción

El procesamiento de los alimentos para truchas es sumamente importante ya que influye en la eficiencia alimenticia de los peces y en la utilización de los nutrientes por los peces. Para que esto ocurra tienen que participar muchos factores que debemos tener en cuenta cada vez que tengamos que fabricar alimento. Desde las materias primas hasta la elaboración del alimento en planta de fabricación.

Por ejemplo, la temperatura de procesado es muy importante, temperaturas bajas o menores de 80 °C no permiten una buena cocción del alimento y por ende la gelatinización de los almidones es mínima. Una buena gelatinización ayuda a que el grano de alimento sea compacto y se mantenga estable. Temperaturas mayores a 120 °C permiten un buen cocimiento del alimento.

También la presión del extrusor que ejerce sobre el alimento es importante y está relacionada con la temperatura. Es decir, las temperaturas serán más altas cuando la presión es mayor. Presiones altas permiten un alimento más reventado y paredes celulares vegetales rotas, con lo cual se liberan los nutrientes internos y permiten una mayor digestibilidad del alimento por los peces.

En general un alimento bien extruido presenta una buena flotabilidad (caída lenta en el agua), estabilidad en el agua (no se separan las partículas), los peces lo utilizan mejor (mayor consumo), mayor digestibilidad (mas nutrientes se quedan en los peces) y por ende mejor conversión alimenticia (mayor cantidad de alimento se convierte en parte del cuerpo del pez).

Tamaño de partícula de las materias primas

Se debe moler lo más fino posible todos los ingredientes que se van a utilizar en la formula, esto mejora el proceso de extrusión y además aumenta la digestibilidad en el tubo digestivo. Partículas grandes (2 mm) pasan íntegras el tubo digestivo sin ser digeridas, por ejemplo, un grano de quinua, con lo cual no es aprovechado ninguno de los nutrientes de esa materia prima.

Entre menor sea el tamaño de partícula mejor será la digestión de los nutrientes y como consecuencia mejor se aprovecharán los alimentos, mejorando aún más la conversión alimenticia de los peces.

El proceso de la molienda influye directamente en la calidad del granulo, siempre la molienda fina será la más adecuada en la nutrición de los peces.

La molienda debe ser gradual, si trabajamos con granos de maíz; primero debemos utilizar un molino de martillos con una malla de 6 mm para romper los granos y luego para lograr una molienda fina se debe utilizar una malla de 1 mm, esto permite que la materia prima se convierta en harina bastante fina.

Partículas en el alimento mayores a 2 mm generalmente serán menos digestibles por las truchas. Esto debido a que las truchas no realizan masticación de los alimentos y además a la corta longitud del tubo digestivo.

También el mayor tamaño de las partículas influye en la calidad del extruido, debido a que no ocurre una buena cocción del alimento. Es decir, partículas grandes no revientan bien en el extrusor y se pueden observar en el alimento

elaborado.

Otro punto no menos importante es que las partículas grandes en el alimento no permiten un buen corte del granulo y hacen que el alimento tenga más finos después del secado.

En todo caso partículas mayores a 2 mm en el alimento, no van a ser digeridas por los peces y se van a observar en las heces como material indigestible y son fuente de incremento de materia orgánica en el agua y en el fondo del lago.

Procesamiento y producción de alimentos para truchas

El procesamiento de las materias primas es importante muchas de ellas como la harina de soya requiere haber sido tratada con calor para destruir sus efectos anti-nutricionales. Nunca debemos usar directamente poroto de soya molido, sin antes realizar un tostado del mismo. También se puede realizar una extruido de solo la soya como poroto y seguida de molienda fina y finalmente mezclar con las otras materias primas para constituir el alimento concentrado. Tampoco se debe incluir en la ración de truchas material fibroso como el afrecho de trigo, ya que contiene fibras vegetales no digeribles por el tubo digestivo de la trucha.

Temperatura de extrusión y calidad del alimento

Es importante que el extrusor trabaje alrededor de los 90 °C de temperatura al momento de extruir el alimento, esta temperatura sumado a la diferencia de presiones entre la cámara del tubo del extrusor y la menor presión que existe cuando el alimento sale del extrusor hace que el alimento reviente, es decir las paredes celulares de las células vegetales se rompen y se libera su contenido, haciendo más digestibles los alimentos.

Determinación de los puntos críticos en la fabricación de los alimentos

Los puntos críticos son los momentos en los cuales la capacidad de producción de una planta procesadora se ve afectada, es decir un punto crítico pone el nivel máximo de

producción. Por ejemplo, un punto crítico puede ser que una planta tenga un mezclador de 100 kg de capacidad por tanda, pero su extrusor es para 400 kg hora y el secador sea de 500 kg por hora. En este caso tanto el extrusor como el secador están alineados a una producción, mientras que el mezclador se convierte en un cuello de botella que no permite obtener una producción de acuerdo a los otros equipos.

Definición de las fórmulas alimenticias a mínimo costo y eficientes para las truchas

Las formulas alimenticias son flexibles y dependerán de la disponibilidad de materias primas en la región. Además, un factor importante que influye en la composición de las formulas es el costo de las materias primas, ya que los programas de formulación utilizan como información la composición nutritiva y el costo de los alimentos además de los requerimientos nutricionales de los peces.

La formulación de raciones se realiza por dos procedimientos: manual (ecuaciones simultaneas, cuadrado de Pearson, vectorial) o con la ayuda de un programa de computadora (Mixit-2®, AEZO-II®, Format®, Brill®, etc.). La formulación manual se puede realizar en los casos que no dispongamos de computadora y en el caso que solo estemos interesados en formular una dieta para cubrir requerimientos nutricionales de los macronutrientes.

Cada vez que trabajamos con el cuadrado de Pearson simple (CPS) podemos formular con solo dos alimentos y para cubrir un nutriente. Sin embargo, cuando trabajamos con el cuadrado de Pearson modificado (CPM) podemos incluir más de dos alimentos y más de un nutriente. Mientras que la formulación con software no solo permite cubrir los requerimientos nutricionales del animal, sino que también formular a mínimo costo.

Previamente se debe conocer: El requerimiento nutritivo de la trucha a alimentar con la ración formulada. La composición de nutrientes de los insumos alimenticios a utilizarse. Las características de los insumos alimenticios a utilizarse para formular la ración.

Todos los programas existentes en el mercado cuentan con su manual de funcionamiento y deben ser revisados minuciosamente para optimizar el balanceo de raciones a mínimo costo.

En la formulación de raciones para truchas se utilizará el programa AEZO- FD II®, por ser un programa disponible y además por presentar una gran facilidad en su manejo.

Este programa cuenta con tres subprogramas de balanceo de raciones. El primer subprograma para balanceo de raciones en aves puede ser utilizado para balancear raciones para peces, el segundo subprograma es para balanceo de raciones en cerdos y el tercer subprograma para balanceo de raciones de rumiantes.

Siempre debemos considerar que una ración alimenticia es tan buena como sus ingredientes incluidos en la misma. Es decir, la composición nutritiva y la calidad de los ingredientes influyen directamente sobre los resultados que producen las raciones alimenticias formuladas.

Una fórmula alimenticia es dada por la proporción de cada ingrediente que se incluye en una mezcla, generalmente se formula para 100% o para 100 kg, pudiendo luego ser llevada la fórmula a 1000 kg o lo que es igual decir 1.0 TM.

Cuando formulamos de forma manual, no es posible considerar el mínimo costo de la ración. Sin embargo, cuando formulamos utilizando un programa de computadora, entonces tenemos la fórmula a mínimo costo y además cumplirá con los mínimos de nutrientes exigidos en los requerimientos nutricionales de acuerdo a la edad de los peces.



CAPITULO VII

PROCESO DE EXTRUSIÓN PELETIZADO

Introducción: Peletizado y extruido de alimentos. Grasas en los alimentos.

Introducción

El peletizado/granulado/empastillado se realiza mediante la compactación y forjadura del alimento en moldes (matriz) que tienen forma cónica, de tal forma que el lado ancho permite ingresar más alimento para que sea presionado al salir por el lado más fino.

Mientras que el Extruido/extrusión se realiza mediante presión en una cámara y luego el alimento es expulsado a través de orificios, el alimento debe tener cierta humedad, para que con la presión y la temperatura se gelatinicen los almidones, al salir al exterior (menor presión) los alimentos incrementan su volumen (revientan las paredes celulares vegetales), reducen el peso específico del alimento y aumenta su capacidad de flotación en el agua.

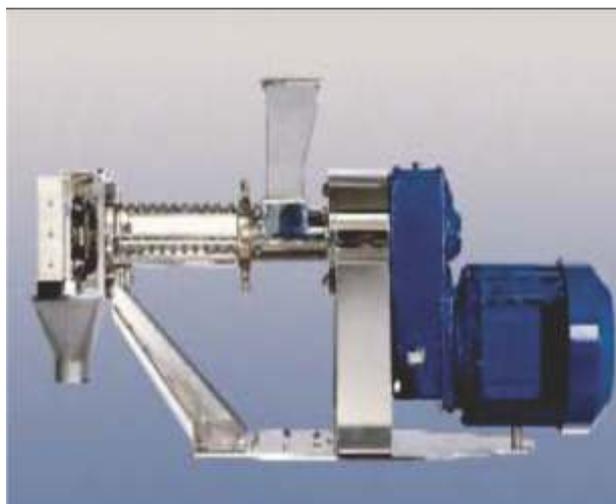


Fig 13. Extrusor de alimentos, equipado con caja reductora (EE-800 Kahl – Alemania)



Fig 12. Peletizador de alimentos equipado con un acondicionador en la parte superior (California Pellet Mill – USA)



Fig 14. Alimento extruido localmente



Fig 15. Alimento para truchas, extruido localmente.



Fig 16. Alimento extruido comercial para truchas



Fig 17. Alimento para truchas extruido localmente

En las figuras anteriores se puede apreciar la diferencia en la forma del alimento entre los elaborados localmente y un alimento comercial. Se debe reconocer que la superficie y forma del granulo de ambos tipos de alimentos son diferentes.

Grasas en los alimentos.

En las grasas se debe tener cuidado con el enranciamiento, es decir grasas ranciadas producen intoxicación en los peces, empeoran la conversión alimenticia, y aumentan la mortalidad. El aceite de pescado sufre enranciamiento muy fácil, porque contiene ácidos grasos muy susceptibles a per-oxidarse. En todo caso es recomendable manejar estos aceites a temperatura baja durante el almacenamiento, evitar que entren en contacto con el aire y además se debe adicionar antioxidantes como la vitamina E, la Etoxiquina o el Butil-Hidroxi-Tolueno (BHT) durante el periodo de almacenamiento.

La calidad de las materias primas se basa en el contenido de sus nutrientes, en estar libre de micotoxinas, en tener moderado tratamiento térmico durante su obtención, entre otros. En el caso de las materias primas vegetales es recomendable que sean descascarilladas para reducir el nivel de fibra en la ración y elevar el contenido de los otros nutrientes. Por ejemplo, la harina de soya integral tiene 37% de proteína, si retiramos el aceite para consumo humano, esta se denominará harina de soya y contendrá alrededor de 44% de proteína, mientras que si la descascarillamos obtenemos una harina de soya con 47% de proteína.

CAPITULO VIII

SECADO Y ENGRASADO DEL ALIMENTO.

Introducción: Enfriado y secado. Engrasamiento del alimento.

Introducción

Cuando el alimento es extruido pasa por el pre-acondicionador que le adiciona vapor de agua. Algunos extrusores pequeños trabajan sin adición de vapor y debe agregárseles agua líquida entre un 8 a 10% dependiendo de la materia seca del alimento. En ambos casos tenemos que retirar esta humedad adicionada después del proceso de granulación.

El principio es retirar el vapor de agua que se tiene en los gránulos calientes al salir del extrusor.

Enfriado y secado

Un procedimiento común en pequeños productores es el secado al aire libre, sin embargo, es un proceso lento y se requiere de espacio bajo sombra. El secado del alimento al sol directo daña la estabilidad de las vitaminas. También se hace difícil manejar grandes volúmenes de alimento.

El enfriado y secado del alimento se realiza mediante corriente de aire caliente y seco. De hecho, los equipos secadores para mejorar el secado, aplican aire caliente y seco (bajo contenido de humedad). Los secadores generalmente son equipos de alto costo y su funcionamiento también es costoso, generalmente usan un quemador a gas como fuente de calor.

Al reducir la humedad del alimento se evita la formación de hongos y por ende de micotoxinas. Es importante reducir la manipulación del alimento durante el secado.

Engrasado del alimento

La incorporación de grasa al alimento tiene dos finalidades: Incrementar el nivel energético de la dieta y mejorar la

palatabilidad.

Actualmente las dietas contienen alrededor de 25 % de extracto etéreo (extracto etereo). Es casi imposible introducir al extrusor un alimento con 25% de extracto etereo debido a que la grasa reduce la fricción y la presión dentro de la cámara de extrusión.

Por ello se adiciona grasa posterior a la extrusión del alimento (seco). La incorporación de grasa al alimento tiene dos finalidades; incrementar el nivel energético de la dieta y mejorar la palatabilidad.

Una forma practica de la elaboración de alimentos para truchas, es dividir en dos la cantidad de aceite de la formula y luego adicionar a la mezcla la mitad y la otra se debe adicionar después de que el alimento extruido este seco.

Conclusiones

Finalmente podemos indicar que después de la extrusión, el alimento requiere ser enfriado y secado. La reducción de la humedad evita la multiplicación de los hongos y la producción de micotoxinas. Después de un correcto secado se debe adicionar aceite para incrementar el nivel de energía del alimento y la palatabilidad del alimento.

CAPITULO IX

GRANULOMETRÍA Y CONTROL DE CALIDAD.

Introducción: Granulometria. El control de calidad. Evaluación por tacto. Sabor fresco. Usando la vista. Usando el olfato. Escuche el ruido de los granos. Pruebas simples.

Introducción

La granulometría trata de los diferentes tamaños de gránulos de los alimentos peletizados o extruidos. La medida es tomada como diámetro del granulo. El control de calidad de los alimentos es importante realizar para determinar el contenido de nutrientes, anti-nutrientes y toxinas. Los alimentos elaborados deben ser analizados con cierta frecuencia.

Granulometría

El diámetro del granulo (extruido o peletizado) es controlado con el tamaño de orificio de la matriz. El diámetro es indicado en mm de longitud. Mientras que el largo del granulo es regulado mediante la graduación del cortador. El cortador del Peletizador es alejado o acercado de la matriz para dar el largo del granulo deseado. El cortador del extrusor es controlado por un variador de velocidad, más velocidad se obtiene granulo más corto y viceversa.

Tabla 8. Tamaño de gránulos recomendados para la trucha arcoíris (dietas extruidas)

Tamaño del granulo	Tamaño del tamiz	Peso del pez, g
Granulo inicio	30 – 40	< 0.23
Granulo N° 1	20 – 30	0.23 – 0.5
Granulo N° 2	16 – 20	0.5 – 1.5
Granulo N° 3 o 1 mm	10 – 16	1.5 – 3.5
Granulo N° 4 o 2 mm	6 – 10	3.5 – 9
Pellets de 3 mm		9 – 38
Pellets de 4 mm		38 – 90
Pellets de 5 mm		90 – 450
Pellets de 6 mm		450 – 1500
Pellets de 8 mm		> 1500

Control de calidad

La producción de piensos es un proceso preciso, pero no siempre exacto. Los ingredientes varían en composición y calidad de un lote a otro. Los niveles de algunos nutrientes esenciales se reducen durante la granulación, el secado y el almacenamiento. Es recomendable formular piensos para suministrar un ligero exceso de proteínas, lípidos y otros nutrientes esenciales para garantizar que estén presentes niveles suficientes de nutrientes esenciales cuando se utiliza el pienso. Se debe conservar muestras de piensos para realizar pruebas de calidad y en caso de que surja alguna disputa sobre la calidad de los piensos después de que los piscicultores los hayan utilizado.

Los alimentos se analizan de forma rutinaria para determinar la composición proximal y el estado de oxidación de los lípidos. Los alimentos para camarones también se prueban de forma rutinaria para determinar la estabilidad en el agua.

Las condiciones inadecuadas de almacenamiento, como la exposición a la humedad o el calor excesivo, o el almacenamiento prolongado más allá de la vida útil recomendada por el fabricante de los alimentos, son las causas principales de los problemas de calidad del alimento en la granja.

Los alimentos que muestren signos de moho tras una inspección visual u oxidación detectada por la producción de calor del alimento en bolsas o por el olor deben descartarse para evitar problemas de salud en los peces.

La adulteración, sustitución o etiquetado incorrecto de los ingredientes de los alimentos, ya sea por accidente o deliberadamente, es una preocupación para los fabricantes de

alimentos. La adulteración se refiere a la adición de material a un ingrediente para aumentar su valor económico sin aumentar su valor nutricional.

Ejem: adición de melamina (66.6 % N) para aumentar el contenido de proteína aparente de un ingrediente. Agregar melamina a un ingrediente alimentario aumenta su contenido de N, lo que lleva a un contenido de proteína inflado cuando se usa nitrógeno Kjeldahl para analizar el contenido de proteína ($N \times 6.25$).

Esta adulteración se detecta fácilmente al realizar un análisis de AAs, porque la suma de aminoácidos no coincidirá con la proteína total en el ingrediente cuando se analice con nitrógeno Kjeldahl.

La adición de cáscaras de soja a la harina de soja, pueden detectarse fácilmente por el contenido de proteína (37 vs 44%). Cuando los resultados del análisis de un ingrediente común son muy diferentes de los valores de la tabla, existe la posibilidad de adulteración, sustitución o etiquetado incorrecto de la materia prima adquirida.

También la microscopía de los alimentos es una forma eficaz, para verificar la calidad de los ingredientes. El control de calidad de las materias primas que se utilizan en la formulación de alimentos balanceados es muy importante, debido a que cualquier adulteración en las materias primas afectan a la formula final. Una combinación de examen de campo y análisis de laboratorio será mejor en el control de calidad, que un solo análisis.

Además, las técnicas de examen de campo también ayudaran en la compra de materias primas y sugerirá el análisis adecuado de laboratorio, ya que realizar todos los análisis de laboratorio no solo es antieconómico, sino también lleva mucho tiempo. Los métodos de examen de campo se basan en una evaluación organoléptica, usando los sentidos de tacto, gusto, visión, sabor y oído.

Evaluación por tacto

1. Introducir la mano en el saco de granos, si los granos están bien secos, no sentirás

diferencias de temperatura entre el interior y el exterior del saco. Si la humedad es alta, los granos en el interior del saco serán más fríos durante el invierno y más calientes durante el verano, que la temperatura externa.

2. Colocar una cuchara de polvillo de arroz, afrecho de arroz o afrecho de arroz desengrasado en la palma de la mano izquierda. Tomar una pisca entre los dedos, si es demasiado curso y rugoso, podría ser que el afrecho este adulterado con cascara de arroz.

3. Presione fuertemente el polvillo de arroz en la mano completa y libere lentamente los dedos. Una buena calidad del polvillo de arroz mostrara las impresiones de los dedos y si esta adulterado se desmoronara.

4. Si un alimento en harina de aves muestra las impresiones de los dedos, indicara que tiene alta humedad, mientras un alimento con humedad normal se romperá fácilmente.

5. La harina de pescado con altos niveles de humedad será caliente, oscura, más flexible húmeda al tacto.

Sabor fresco

1. Cuando el alimento balanceado y las materias primas tienen son frescos, ellos tienen un sabor agradable.

2. Durante el almacenaje, el aceite o la grasa producen rancidez, dejando un gusto indeseable debido a la presencia de ácidos grasos libres.

3. Los alimentos guardados tendrán un sabor rancio y mohoso.

4. Mordiendo y masticando las tortas de oleaginosas (soya, girasol, algodón) podemos definir su frescura, rancidez, mohoso y adulteración de cualquier alimento.

5. En la actualidad la mayoría de tortas de oleaginosas son adulteradas con cascara de arroz (salvado de arroz) y otras materias primas más baratas.

6. Con la microscopia del alimento, masticación, gusto y comprobación del calor y

olor se pueden detectar la mayoría de adulteraciones.

7. Con la lengua y masticando una pequeña muestra de harina de pescado, podemos definir el nivel de sal.

8. El afrechillo de arroz y el polvillo de arroz adulterado con cascará de arroz tendrá un sabor suave o quema la garganta, dejando un deseo de escupirlo inmediatamente.

9. Al morder y masticar granos y oleaginosas será fácil determinar los niveles de humedad. Un alimento seco será crujiente, duro y frágil al morder.

10. Cuando la harina de pescado es adulterada con arena, esta rosara con los dientes haciendo difícil la masticación y forzando a escupirlo.

Usando la vista

Mediante el examen visual podemos examinar los colores naturales, consistencia y presencia de materiales extraños, crecimiento de hongos, formación de grumos, ataque de gorgojos y cualquier otra anomalía.

Los granos mohosos serán verdosos, grisáceos o oscuros descoloridos, especialmente en la zona germinal.

Almacenamientos prolongados inadecuados, o almacenamiento con alta humedad, deja grumos, crecimiento de moho y apariencia de quemado (auto combustión).

La adulteración de tortas de oleaginosas con cascara de arroz y la harina de pescado con restos de langostinos, conchas molidas, arena, puede ser detectado con una cuidadosa examinación visual y mejor con la ayuda de un microscopio.

Entre menos grasa tenga la harina de pescado, se tendrá una mejor calidad en el tiempo.

Cuando los ojos no son suficientes

En estos casos debemos ayudarnos con una lupa para aumentar la visión sobre las partículas de alimento.

Una lupa de 10 aumentos, resulta de gran ayuda para diferenciar pelos, lanas, de restos de plumas hidrolizadas, arena, etc. y con ello detectar posibles adulteraciones de las materias primas y de los alimentos.

Cuando sea posible y estemos en un laboratorio, la microscopía de los alimentos se convierte en una herramienta útil para detectar adulteraciones, cuerpos extraños e impurezas en alimentos molidos y materias primas.

Tabla 9 Identificación del color de la materia prima

Color	Probable ingrediente
Blanco	Piedra, leche en polvo, fosfato bicálcico, otras sales minerales, almidón.
Crema	Harina soya, harina hueso, suero seco, dolomita, cascara, afrecho, roca fosfórica.
Negro	Carbón vegetal, huesos calcinados, harina de sangre, harina de girasol, harina de cuero, harina de carne.
Marrón o rojizo	Harina de sangre, harina de carne, afrecho de maíz, cascara y cascarillas.
Gris	Fosfato bicálcico, roca fosfórica, harina de pelo, harina de cuero, harina de carne y hueso.
Amarillo o naranja	Partículas de maíz amarillo, cascara de semilla de algodón, cascara de soya.

Usando el olfato

Detectar rancidez. - Se desarrolla cuando se almacenan alimentos que contengan grasas en forma prolongada e inapropiada. Ocurre en: polvillo de arroz, aceite de pescado, oleaginosas, harina de carne. Los alimentos rancios causan intoxicación en los peces.

Detectar alimentos enmohecidos. - El olor a moho en los alimentos es un indicador de crecimiento de hongos, estos pueden producir micotoxinas y causar micotoxicosis en los animales.

Adulteraciones. - La harina de carne adulterada con desperdicios de curtiembre, harina de pelo, tendrá un aroma fuerte a cuero de curtiembre o un olor a grasa rancia animal. Estas adulteraciones de harina de carne tendrán una pobre digestibilidad.

Escuche el ruido de los granos

Cuando los granos están secos el sonido en las manos será seco-metálico, mientras que cuando tienen alta humedad producen un sonido suave-mate.

Los alimentos bien secos tienen un flujo libre. El pescado bien seco puede ser molido fácilmente y no suele pegarse. Cuando se manipula harina de pescado y tortas de oleaginosas bien secas tendrán un sonido metálico, mientras que las húmedas darán un sonido suave.

Pruebas simples

Simples reactivos químicos pueden identificar algunos suplementos alimenticios. Por ejemplo, si una solución de 2.5% de molibdato de amonio es adicionado al alimento y no hay precipitación después de agitar, están presentes compuestos como el calcio o carbonato de sodio. Pero si ocurre un precipitado amarillo sin agitación, podrían contener ciertas formas de fosfatos o harina de huesos. Pero si el precipitado amarillo ocurre después de la agitación indicara la presencia de fosfato di cálcico.

La presencia de sal común en un alimento se demuestra con la adición de una solución de 1% de nitrato de plata y la observación de un precipitado blanco. Si no hay precipitado puede ser que la sal esté ausente.

La presencia de productos lácteos en un alimento puede demostrarse cuando con la adición de agua destilada, la solución se torne blanca.

La evaluación de los alimentos en el campo, no solamente es esencial para comprarlos sino también para decidir qué tipos de análisis de laboratorio deben realizarse.

CAPITULO X

MANIPULACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.

Introducción: Almacenamiento. Conservación del producto final. Antioxidantes. Materias primas. Envases. Micromarcadores.

Introducción

Los alimentos deben tener un envase resistente para evitar roturas, perdidas e ingreso de humedad. El almacenamiento debe ser en un lugar seco (baja humedad) y bajo sombra (evitar luz directa). En la conservación de los alimentos elaborados se recomienda adicionar ácidos orgánicos a la dieta.

Para el envasado existen sacos de papel, sin embargo, los más adecuados son los de plástico, debido al alto contenido de grasa que contienen estos alimentos. Evitar que el ingrese humedad al alimento

Almacenamiento

Local muy ventilado. Se debe contar con pallets (tarimas) = parihuelas. Permitir libre circulación del aire alrededor de los sacos. Temperaturas menores a 12 °C son recomendables. Para investigación se indica refrigeración.

Después de que los gránulos se hayan enfriado, secado, tamizado y recubierto, transferir a contenedores para almacenamiento y ensacado.

El alimento se puede entregar a granjas a granel por camión, transferidas por barrena a contenedores de almacenamiento en la granja.

El alimento embolsado o en sacos generalmente se coloca en pallets, envuelto en plástico y seguidamente es enviado a la piscigranja, y enviado. Evitar la manipulación excesiva del alimento, que puede romper los pellets y bolsas. Los gránulos que contienen niveles altos de lípidos son menos duraderos que los de lípidos bajos.

El alimento secado no debe ser arrojado ni pisado. Los sacos no deben almacenarse (apilarse) más de 10 sacos. Es una buena práctica codificar con colores las etiquetas que

se utilizan para identificar los tamaños de alimentación y fórmula.

Conservación del producto final

Las formulas elaboradas están compuestas de nutrientes percederos. Considerar un período de almacenamiento del alimento en almacén antes de su utilización. Proporcionar instalaciones de almacenamiento adecuadas.

Almacenarse en condiciones limpias, secas y ventiladas dentro de una habitación con piso y paredes de concreto. Evitar alta humedad y la luz solar directa.

Utilizar dentro de los dos meses posteriores a la fabricación. Los sacos deben almacenarse en tarimas de madera (pallets, parihuelas), facilita la circulación de aire. Nunca permitir que descansen directamente contra el piso o las paredes de concreto.

El tiempo máximo de almacenamiento de alimentos granulados después de la fabricación depende en muchos factores (Tipo de fabricación, Formulación, Uso de compuestos antimicrobianos, Condiciones de almacenamiento, Origen y calidad de grasa dietética, Los alimentos secos deben usarse dentro 90 d, mayor almacenamiento. Mayor almacenamiento veces puede resultar en pérdida de nutrientes y / o problemas de rancidez.

La vida útil de los alimentos puede reducirse mediante un almacenamiento abusivo de condiciones.

Para máxima vida de almacenamiento, los alimentos secos deben mantenerse en áreas donde las temperaturas no superen los 20–22 ° C y la humedad relativa se mantenga por debajo del 75%.

Los alimentos secos (<12% de humedad) no debe almacenarse en un congelador. Esto

puede parecer contradictorio, pero la congelación puede acelerar el deterioro de alimentos secos. Cualquier signo de moho en un saco de alimento se debe desechar todo el saco. Si un alimento huele a pintura, los lípidos están oxidados y el alimento debe desecharse. Si el alimento se ha mantenido más allá del tiempo de almacenamiento recomendado, debe desecharse.

1. Formación de radicales libres (iniciación).
Afectan una serie de factores, incluida la luz, el calor, la radiación UV y la presencia de cationes divalentes, como el cobre y el hierro, conocidos como pro-oxidantes.
2. Auto-oxidación (propagación), implica la reacción de los radicales libres formados en el paso de iniciación con más dobles enlaces libres en los ácidos grasos, formando una serie de productos secundarios y radicales.
3. Producción de radicales libres se ralentiza y, finalmente, se detiene; varios productos secundarios de la oxidación de ácidos grasos reaccionan de diversas formas para formar productos finales estables.

Cuando los granos intactos son almacenados, estos se mantienen mejor en buen estado. Mientras que cuando se almacena las materias primas en forma de harina, estas se deterioran rápidamente con la humedad y la luz solar.

La presencia de abundantes granos rotos, es un medio para el desarrollo de hongos sobre la superficie de almidones que están expuestos hacia el medio ambiente.

Después de haber elaborado el producto balanceado, debemos pesarlo para determinar la eficiencia del proceso.

Una vez que el producto es terminado seguirá dos caminos, podrá almacenarse o bien suministrarse a los animales de forma inmediata.

Mientras más tiempo sea almacenado el alimento elaborado, este deteriora más, aun cuando se mantenga buenas condiciones ambientales en su almacenamiento.

Local.- se debe contar con un local apropiado para el almacenaje de alimentos, de paredes resistentes y de techo impermeable, en lo posible que eviten el ingreso de humedad, luz solar y contar con cierto grado de ventilación.

1. Debe ser seco y bien protegido para evitar infiltración de agua por techos y paredes.
2. Colocar tarimas (pallets) entre los sacos y el piso, para aislar el alimento de posibles humedades del piso.
3. Evitar el acceso a roedores y pájaros.
4. Control de insectos (gorgojos).
5. Control de la temperatura.
6. Ventilación adecuada.

Alimento.- Para almacenar alimento, se tiene que reducir su contenido de humedad hasta un 10 a 12%.

1. Evitar el calentamiento por humedad. En los procesos de fermentación existe aumento de temperatura de los alimentos.
2. Evitar la formación de hongos. Esto se logra reduciendo el contenido de humedad en el alimento
3. Envasarlo en forma debida. Considerar el peso, tipo de envase, y el cosido del saco.
4. Tipo y calidad del saco. Es importante que el saco sea bastante resistente.
5. Peso del saco (40 vs 50 kg). La tendencia es a reducir el peso de saco. De hecho, algunos alimentos comerciales para truchas vienen en sacos de 25 a 30 kg, esto con la finalidad de reducir riesgos en el manipuleo de los sacos por parte de las personas.
6. Cosido de los sacos. Los sacos son cosidos y etiquetados actualmente con un solo hilo.

Materias primas

Los alimentos de truchas se caracterizan por incluir alimentos muy ricos en proteína y en aceites. De hecho, no sería posible elaborar estas raciones con alimentos vegetales debido a que es un animal carnívoro.

Dos insumos que se utilizan muy a menudo son la harina de pescado y el aceite de pescado. Ambos contienen ácidos grasos de fácil enranciamiento (ácidos grasos ω -3 y ω -6) al entrar en contacto con el oxígeno del aire.

Todos los aceites rancios (con formación de

peróxidos), dependiendo del nivel de inclusión producen intoxicación mayormente de los animales monogástricos, incluidos los peces (truchas, pejerrey, gamitanas, tilapias, etc). Muchas veces no se observa mortalidad, pero el rendimiento productivo está disminuido y la conversión alimenticia incrementada.

Envases

El material de envase es muy importante en la conservación de los alimentos.

El papel es el mejor envase para el almacenamiento de los alimentos elaborados en forma de gránulos que contengan bajos niveles de grasa.

Sin embargo, dado que el alimento para truchas contiene altos niveles de grasa (aceite) no resulta eficiente almacenar estos alimentos en bolsas de papel, debido a que la grasa sería absorbida por las hojas de papel de la bolsa.

En el mercado se observa que todos los alimentos de truchas son comercializados en bolsas de poliuretano.

Es importante que el alimento elaborado al finalizar el proceso y antes del ensacado contenga niveles bajos de humedad (menos del 12%).

Alimentos almacenados con alta humedad se convierten en un medio ideal para desarrollar hongos y bacterias que descomponen el producto.

Lugares muy húmedos, no permiten un buen secado de los alimentos. En época de lluvias en el altiplano no ocurre un secado rápido.

Cuando los alimentos elaborados son almacenados en ambientes húmedos se creará condiciones favorables para el desarrollo de hongos.

Debido a que los alimentos elaborados son nutritivamente completos, estos se convierten en medios de desarrollo para hongos, cuando las condiciones de humedad y temperatura ambiente son óptimas.

La luz solar es otro factor que puede alterar la

composición de los alimentos.

La luz solar no debería dar en forma directa sobre el alimento durante el secado del alimento elaborado.

Cuando la luz solar incide directamente sobre el alimento deteriora grandemente las vitaminas del alimento.

Es importante considerar que la presencia de humedad prolongada en el ambiente permite el desarrollo de hongos que podrían producir micotoxinas.

En todo caso debemos considerar en la formulación la adición de algunos ácidos como el fórmico o el propiónico para reducir el desarrollo de hongos. Podríamos incluir en las fórmulas algunos productos aditivos (Luprosil®) Adicionalmente es recomendable también que las fórmulas contengan algún secuestrante de micotoxinas. En nuestra zona contamos con la arcilla Montchack 3A-T que ha demostrado ser un adsorbente de aflatoxinas.

Micromarcadores

Los microtrazadores son trazadores analíticos que se utilizan para asegurar la calidad de la fórmula (producto alimenticio o en una premezcla de vitaminas, minerales o medicamentos).

Los micromarcadores, sirven para:

Marcar el producto alimenticio y el alimento que lo contiene como patentado.

Permitir análisis exhaustivos por parte del fabricante de alimentos para detectar errores de fabricación.

Determinar la eficacia de la mezcla y la idoneidad de la 'limpieza' de un lote a otro.

Microtracers FS son partículas de acero inoxidable coloreadas con tintes solubles en agua FD&C o la forma de "laca" insoluble en agua de dichos tintes.

Son similares a Microtracer F excepto que pueden ser estables en productos alimenticios

o premezclas durante 5 años o más, un requisito cuando se formulan en productos alimenticios para la salud animal como coccidiostáticos y medicamentos terapéuticos para animales.

Los microtrazadores FS se utilizan principalmente para codificar fármacos de modo que puedan cuantificarse en premezclas y alimentos finales.

Los microtrazadores FS se pueden recuperar magnéticamente de los alimentos a través de una prueba Mason Jar (cualitativa), un detector giratorio (cualitativo o cuantitativo) o una sonda magnética (cuantitativa).

Almacenaje:

Local.- se debe contar con un local apropiado para el almacenaje de alimentos, de paredes resistentes y de techo impermeable, en lo posible que eviten el ingreso de humedad, luz solar y contar con cierto grado de ventilación.

1. Debe ser seco y bien protegido para evitar infiltración de agua por techos y paredes.
2. Colocar tarimas (pallets) entre los sacos y el piso, para aislar el alimento de posibles humedades del piso.
3. Evitar el acceso a roedores y pájaros.
4. Control de insectos (gorgojos).
5. Control de la temperatura.
6. Ventilación adecuada.

Alimento.- Para almacenar alimento, se tiene que reducir su contenido de humedad hasta un 10 a 12%.

1. Evitar el calentamiento por humedad.
2. Evitar la formación de hongos.
3. Envasarlo en forma debida.
4. Tipo y calidad del saco.
5. Peso del saco (40 vs 50 kg).
6. Cosido de los sacos.

CAPITULO XI

COSTOS DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN

Introducción: Capacidad productiva y registros. Costos de producción. Línea de producción.

Introducción

El costo de una planta de alimentos está directamente relacionado a la capacidad de producción por hora. Los costos incluyen; costos de las instalaciones, costos de los equipos (molino, mezclador, extrusor, secador, tamizador y ensacador), depreciaciones, y costos de operación, interés anual, impuestos, seguros, otros costos (administración y supervisión).

Por ejemplo, los costos de molienda se pueden dividir en costos de los equipos (depreciación), costo de la energía y costo de mantenimiento. Capacidad de producción de alimentos y registros de producción.

El procesamiento incluye varios pasos, primero contar con las materias primas óptimas para la alimentación de truchas. Por ejemplo, aunque antiguamente se tenía en las fórmulas de truchas al afrecho de trigo, en la actualidad es una materia prima excluida y solo se utiliza la harinilla de trigo como alimento y aportante de nutrientes y también como un ingrediente que mejora la estabilidad del granulo por la gelatinización de sus almidones.

Las temperaturas óptimas que se deben manejar durante el extruido deben ser mayores a 90 °C, esto permite que el alimento esté en condiciones más digestibles para las truchas.

En las raciones para truchas de engorde generalmente se utilizan niveles de grasa incluida que borden el 15 % de la ración. Esta cantidad no debe ser adicionada a la ración durante el mezclado porque el alimento sería demasiado grasiento y el extrusor perdería su capacidad de reventar el alimento. Lo más recomendable es adicionar la mitad del aceite durante el mezclado y la otra mitad después de

que el alimento este seco en forma de bañado del alimento utilizando el mezclador.

En general se utiliza una mezcla de aceite de pescado con aceite vegetal. Esto debido a que el aceite de pescado proporciona ácidos grasos esenciales para el normal desarrollo de los peces y por otro lado el aceite vegetal de pescado es una buena fuente de energía para mejorar la utilización de la proteína del alimento y su deposición en el musculo de la trucha.

Los alimentos después de pasar por el secador deben recibir un incremento del nivel de aceite. Puede utilizarse un inyector del aceite dentro del mezclador y lograr que los gránulos secos adsorban el aceite. Seguidamente seguirá el ensacado del alimento y finalmente almacenado en condiciones frías, bajo sombra y evitando la presencia de excesiva humedad. Algunas vitaminas se pueden deteriorar con altas temperaturas de almacenamiento y también las grasas se pueden ranciar, produciendo intoxicación de los peces.

La capacidad de producción de alimentos de una planta está sujeta a los equipos disponibles. En general plantas que tienen un mezclador horizontal de 100 kg no podrán fabricar más de 2 TM en 8 horas, aunque el extrusor y el secador sean de mayor capacidad.

La temperatura de extrusión es sumamente importante e influye grandemente en la calidad del granulo y en la digestibilidad del alimento. Generalmente alimentos bien cocidos en el extrusor son más reventados, presentan hundimiento lento y son mejor utilizados por los peces. La temperatura óptima de extrusión oscila entre 100 a 120 °C durante unos pocos segundos dentro el extrusor, temperaturas mayores pueden dañar algunos nutrientes importantes como la vitamina C.

En algunos casos es recomendable poner niveles mayores del nutriente en la ración y de esta forma garantizar las pérdidas que puedan ocurrir durante el proceso. La capacidad de producción de la planta de alimentos está relacionada con la capacidad de rendimiento de los equipos que se tiene y del alimento que se elabora.

La producción de gránulos grandes permite al extrusor mayor producción, mientras que la producción de gránulos pequeños demoran más en el proceso. Es recomendable que los equipos guarden relación en su capacidad productiva para lograr una producción uniforme.

Es importante que la planta de alimentos lleve registros de producción tanto de materias primas como del proceso. Esta información servirá para determinar los costos de producción del alimento.

Registros de producción

Los registros son importantes para llevar un control del alimento fabricado y además de las materias primas que se dispone en el almacén de la planta de alimentos. La importancia de los registros es aún mayor para realizar la proyección de compras de las materias primas, es recomendable que en almacén exista lo justo y necesario que se utiliza, tener guardado materias primas por mucho tiempo es capital dormido. Esto solo se justifica cuando la producción de materias primas es estacional, es decir que la producción sea en una época del año y por lo tanto sus costos son menores comparado a los momentos de escasez donde pueden aumentar hasta el doble del precio estándar.

Los registros de las materias primas son importantes, para determinar la disponibilidad la existencia en almacén y para proyectar nuevas compras. Los registros de fabricación también son importantes. Por ejemplo, se debe guardar una muestra del alimento elaborado (500 a 1000 g) registrando el lote y la fecha de fabricación. Esto podría ser importante más adelante si se requiere determinar alguna deficiencia del alimento mediante su análisis nutricional, o de algún compuesto tóxico.

Los gastos de energía son importantes e influyen directamente sobre el costo del alimento. Por ello se debe optimizar el funcionamiento de los equipos, es decir su operación debe estar sincronizada entre ellos, de tal forma no se debe permitir que operen sin producto procesado.

Es importante manejar los registros de producción en la planta de alimentos para realizar una proyección de la producción y reducir los costos de producción. Por otro lado, se puede recomendar una buena molienda y obtener tamaños de partículas menores a 1 mm para lograr una buena cocción del alimento y mejorar la digestibilidad de los nutrientes. Se recomienda alcanzar altas temperaturas y presión dentro del extrusor para lograr romper las paredes celulares de las células vegetales.

Se recomienda un mantenimiento de los equipos para mantener la presión dentro de la cámara de extrusión y lograr alimentos bien reventados.

Tabla 10. Cálculo del costo del alimento de engorde por cada 100 kg y 1000 kg elaborados

Materias primas	Mezcla, %	Precio, soles/kg	Costo x 100	Costo x 1000
Harina pescado	38.0	4.5	171.0	1710.0
Harina de Pioval - 2	12.0	3.8	45.6	456.0
Soya integral extruida	20.0	1.3	26.0	260.0
Harina maiz	8.0	0.8	6.4	64.0
Harina trigo	8.0	1.2	9.6	96.0
Aceite pescado	6.0	4.0	24.0	240.0
Aceite vegetal	6.0	4.0	24.0	240.0
Montchack 3A-T	1.0	2.0	2.0	20.0
Sal comun	0.5	1.0	0.5	5.0
Premix	0.3	30.0	9.0	90.0
Harina de oregano	0.2	35.0	7.0	70.0
Total	100.0		325.1	3251.0

Costo formulado (S/.)	3.25	kg de alimento
Procesado, agregar un 25% mas	0.81	kg de alimento
Costo de alimento elaborado	4.06	kg de alimento

De acuerdo a la fórmula anterior se requerirán 325.1 soles por cada 100 kg de alimento a elaborar. Sin embargo, si se quiere fabricar 1000 kg entonces serán necesarios 3,251 soles solo en costo de materias primas. En general se debe agregar el 25% del costo del alimento por el proceso de elaboración, esto hará que el

costo del alimento después de elaborado será de 4.06 soles. Es importante considerar que, si deseamos fabricar alimento con pigmento, se requiere adicionar 1 sol por cada kg de alimento elaborado para cubrir los gastos del pigmento Astaxantina comercial.

Es decir, por cada 10 TM de alimento fabricado se requerirá contar con un capital de 32,510 soles para la compra de materias primas, según esta fórmula. Es posible reducir los costos de una fórmula, si se dispone de mayor rango de materias primas disponibles y a menor costo. La experiencia indica que muchas veces reducir los costos de una ración implica también una reducción en la calidad de las materias primas de la misma. En conclusión, no siempre buscar el mínimo costo de la ración es beneficioso.

El presupuesto es influenciado por la fórmula de alimento elaborado, con la fórmula antes mostrada, el presupuesto a disponer para elaborar 100 kg, 1000 kg o 10,000 kg sería el siguiente:

Alimento fabricado, kg	Total, soles
100	325.1
1000	3251.0
10000	32510.00

Además, si el alimento a elaborar es con pigmento (Astaxantina) se debe considerar 1050 soles por cada TM formulada (es el costo de un kg de pigmento comercial).

Las plantas de alimentos pequeñas cuentan con los siguientes equipos:

- 01 molino de martillos con criba de 2 mm y una capacidad aproximada de 5 kg / minuto
- 01 mezclador horizontal de 100 kg /tanda
- 01 extrusor de 300 kg / hora con el dado de 8 mm
- 01 secador de 600 kg/hora de capacidad

Es decir, el cuello de botella de la planta es el molino y el mezclador, mientras que tanto el extrusor como el secador están sobredimensionados para la capacidad de proceso del molino y del mezclador.

Una sugerencia de mejora es la incorporación

de un mezclador mínimo de 250 kg por tanda. Otra sugerencia de mejora es que durante un día se realice el mezclado de las raciones y luego se almacenen antes de pasar por el extrusor, así el extrusor trabajara a su capacidad y el secador también. Otra sugerencia es la reducción de finos del secador, mediante la adición de un aglomerante al alimento, como la arcilla Montchak 3 A-T o cualquier otro aditivo comercial.

Diseño de la Línea óptima de producción de alimentos para truchas en la planta de producción.

La línea óptima consiste en contar primero con el molino de martillos equipado con ciclón (captador) de polvos de esta manera se obtiene partículas micronizadas y las partículas mayores son otra vez remolidas después de este proceso.

Seguidamente el pesado de todas las materias primas, luego el llenado del mezclador, el proceso de mezclado debe ser entre 8 a 10 minutos por tanda. Existen métodos para determinar el tiempo óptimo de mezclado en el mezclador, es a través de marcadores en el alimento.

Después de la mezcla se realiza el proceso de extrusión, agregando una cantidad de agua (generalmente entre 20 a 25% del total del alimento, esto para mejorar el proceso de extrusión y se logre con el calor la gelatinización de los almidones y cocido del alimento.

El siguiente paso es el secado del alimento, se trata de reducir el contenido de agua que tiene el alimento. Es decir, el alimento sale del extrusor cerca a los 90 °C, se enfría en el traslado hacia el secado y en el secador se realiza el secado. Un paso de 5 min por el secador es suficiente para lograr reducir la humedad hasta un 10% a 12%

Finalmente viene el ensacado, pesado de los sacos y cerrado del saco. Es recomendable llenar sacos hasta los 40 kg, y mejor aún completar solo 30 kg se hace más manejable y menos esfuerzo para el personal de planta y personal alimentador de campo, más aún cuando se sabe que existe una gran

participación de la mujer en la producción de truchas en el altiplano.

Es importante determinar los puntos críticos durante el procesado de alimentos en la fábrica de alimentos, esto con la finalidad de prever algunos retrasos en el proceso. Se determina un punto crítico cuando la cadena productiva sufre retrasos en algún equipo o proceso. Esto debería ser solucionado o corregido de lo contrario incrementan los costos de operación y finalmente el alimento resultara más caro.

Una observación minuciosa durante el funcionamiento u operación de la planta es importante para determinar los puntos críticos y poder corregirlos a la brevedad. La capacidad de producción está relacionada con la cadena productiva dentro de la planta de alimentos. Es decir, los equipos deben guardar una relación directa en su capacidad productiva para que la cadena productiva pueda correr sin demoras.

Por ejemplo, se puede realizar moliendas anticipadamente y almacenar el alimento molido para su mezclado. Sin embargo, la capacidad del mezclador deberá estar relacionado con la capacidad del extrusor y con la capacidad del secador. Otra forma de viabilizar la situación es que se trabaje con anticipación el mezclado y se tenga listo el alimento elaborado en harina para su extrusión posterior.

En este caso, debemos tener en cuenta que la capacidad del extrusor deberá estar relacionado con la capacidad del secador. Es importante realizar una planificación de la capacidad productiva de los equipos que se instalaran en la planta de alimentos para evitar en lo posible puntos críticos o cuellos de botella.



Fig 18. Jaulas artesanales de madera y mallas nylon para probar la calidad de los alimentos de truchas.

CAPITULO XII

PARAMETROS PRODUCTIVOS DE LA TRUCHA

Introducción: Biometría de las truchas. Relación costo-beneficio por alimentación.

Introducción

El control de los parámetros productivos de las truchas, es importante para constatar la eficiencia de una ración alimenticia formulada como alternativa. Es decir, que a través de la respuesta productiva de las truchas podemos comprobar el efecto de cualquier modificación que se haga en las formulas alimenticias.



Fig 19 Colección de residuos sólidos generados por la producción de truchas



Fig 20. Camaroncillo del lago (*Hyalella sp.*), mejora la pigmentación de la trucha

Se ha observado que algunas truchas tienen mayor consumo de camaroncillos que ayudan a la pigmentación de su musculatura. En todo caso en un lote alimentado con un concentrado sin adición de pigmento, es posible observar algunas truchas con mayor pigmentación muscular que otras.

Biometría de las truchas

La biometría se define como la aplicación de los métodos matemáticos y hace referencia a las mediciones corporales que se le realizan a una trucha. Dentro de las principales mediciones se encuentra la longitud total (LT), la cual es la distancia comprendida entre el extremo más proyectado de la cabeza y el borde de la aleta caudal; longitud horquilla (LH), que es la distancia comprendida desde el hocico hasta la bifurcación de la aleta caudal y longitud estándar (LS), es la distancia desde el extremo de la mandíbula superior a la base de la caudal o al margen de la última vertebra. Asimismo, incluye los datos de peso total (PT), eviscerado (PE) y de la gónada (PG).



Fig. 21. Determinación de la longitud total de trucha arcoíris utilizando el ictiómetro (trucha anestesiada con Tricaine-S)

Consumo de alimento por día y total

El consumo de alimento es la cantidad de alimento que consume la trucha durante un periodo determinado, este dependerá de la clase de alimento, la calidad del agua, temperatura, el estado y el tamaño de los peces. Para saber la cantidad de alimento que se le debe dar a un grupo de truchas, se debe realizar un muestreo, que consiste en tomar una muestra de las truchas existentes en el estanque para calcular su peso promedio y tamaño, con base en estos y en la temperatura del agua, se determina la dosis de alimentación diaria, basándose en una tabla de alimentación.

Ganancia de peso diaria y total

El crecimiento de los peces se puede expresar en peso y/o longitud. Estas última es más fácil de medir y se ve menos afectada por factores estacionales. El estudio del crecimiento de los peces a nivel de la truchicultura, significa básicamente determinar el tamaño corporal y el peso, en función de la edad. Esta información se puede tomar en un grupo de peces y en base a esta información se puede calcular la ganancia de peso en base al peso inicial y final respectivamente. Un caso práctico: un grupo de truchas iniciaron con un peso de 35 gramos en el periodo de 30 días, lograron un peso de 65 gramos, utilizando la siguiente fórmula podemos calcular el incremento de peso en ese periodo.

$$\text{Ganancia de peso (g)} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

Con los datos anteriores podríamos calcular una ganancia de 30 gramos durante 30 días. 30 d y la ganancia media diaria será de 1 g por día.



Fig. 22. Determinación del peso de la trucha utilizando una balanza digital (trucha anestesiada con Tricaine-S)

Conversión alimenticia (CA).

El índice de conversión de un alimento determinado, suministrado en unas condiciones concretas a unos peces de características conocidas y criados de forma intensiva, es el número resultante de la división entre el peso del alimento suministrado y el peso vivo obtenido durante cierto periodo de tiempo. En el cultivo de truchas arco iris es posible obtener conversiones de 1:1 a 1:1,2 en etapas de crecimiento siendo superior en etapas de acabado. Este valor se puede calcular usando la siguiente fórmula.

$$CA = \frac{\text{alimento ingerido (g)}^*}{\text{peso ganado (g)}^{**}}$$

Factor de condición corporal (K).

La condición corporal de las truchas está afectada por diversos factores uno de ellos es el régimen alimentario ya que a mayor tasa de alimentación las truchas tienen un mayor crecimiento, especialmente en peso. De esta manera se puede observar que la relación longitud-peso corporal se ve afectada por la tasa alimentaria, teniendo la siguiente fórmula para poder calcularla:

$$K = \frac{\text{peso individual (g)}}{\text{longitud total}^3 \text{ (cm)}} * 100$$

Relación costo–beneficio por efecto de los diferentes tipos de alimentos.

El análisis costo beneficio es un proceso por el cual se analizan las decisiones empresariales. Se suman los beneficios de algún proceso o sistema de producción o de una acción relacionada con el negocio, y luego se restan los costos generados por implementar o desarrollar esa acción. La importancia de esta relación es para tener un buen progreso en el desarrollo de la empresa.

El primer paso en el proceso es recopilar una lista completa de todos los costos y beneficios asociados con el proyecto o la decisión. Los costos deben incluir los costos directos e indirectos, los costos intangibles, los costos de

oportunidad y el costo de los riesgos potenciales. Los beneficios deben incluir todos los ingresos directos e indirectos y beneficios intangibles, como el aumento de la producción a partir de la mejora de la seguridad y la moral de los empleados, o el aumento de las ventas.

En lenguaje común, sería evaluar el costo del alimento actual versus el costo del alimento nuevo a incorporar. esta diferencia en los costos de ambos alimentos debería ser devuelta con la mejora en el rendimiento productivo productivo y comercial de las truchas o a través de una menor mortalidad o una reducción en el tiempo de crianza. Solo si tenemos estos beneficios podríamos tomar la decisión de cambiar de un alimento a otro.

BIBLIOGRAFÍA REVISADA

- Adrian J. G. Legrand and R. Frangne, 1988. Dictionary of Food and Nutrition. Ellis Horwood Ltd. Chichester – England. 233p
- Araníbar MJ, E. Calmet y Roque H.B., 2013. Valoración energética de nuevos alimentos para truchas Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). Univ. Nacional del Altiplano Puno. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Rev. de Investigación Altoandina. Vol. 15 Nro. 2: 275-284.
- Araníbar MJ, Roque HB, Portocarrero PHS, Rodríguez HHF, Blanco EMP, Araníbar BHK and Foraquita CS, 2020. Nutritive value and digestibility of macronutrients from sheep and alpaca skin hydrolysates as a new alternative in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feeding. Fisheries and Aquatic Sciences. 23:28 <https://doi.org/10.1186/s41240-020-00174-7>
- Bustamante ML, Araníbar MJ, Roque-Huanca B, Rodríguez-Huanca FH, 2018. Determinación de Índices Productivos de Truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) Alimentadas con Dietas Orgánicas en fase de engorde. Rev. de Investigaciones Esc. Postgrado. Vol : 91 - 97 <http://www.revistaepgunapuno.org/index.php/canibal/article/viewFile/572/1499>
- Calderón-Quispe V., M. Churacutipa, A. Salas, M. Barriga-Sánchez, Araníbar MJ., 2017. Inclusión de ensilado de residuos de trucha en el alimento de cerdos y su efecto en el rendimiento productivo y sabor de la carne. Rev Inv Vet Perú; 28(2): 265-274. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13055>
- Davis A., 2015. Feed and Feeding Practices in Aquaculture. Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier. 80 High Street, Sawston, Cambridge, CB22 3HJ, UK
- NRC, 1993. Nutrient Requirements of Fish. NATIONAL ACADEMY PRESS Washington, D.C.
- NRC, 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. NATIONAL ACADEMY PRESS Washington, D.C.
- Ortiz-Chura A, Pari-Puma RM, Rodríguez Huanca FH, Cerón-Cucchi ME, Araníbar MJ, 2018. Apparent digestibility of dry matter, organic matter, protein and energy of native Peruvian feedstuffs in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fisheries and Aquatic Sciences, 21:32. <https://doi.org/10.1186/s41240-018-0111-2>
- Parisuaña-Callata J, Churacutipa M, Salas A, Barriga-Sánchez M, Araníbar MJ, 2018. Utilización de ensilado de trucha en la alimentación de ovinos de engorde. Rev Inv Vet Perú; 29(1): 151-160. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14160>
- Suresh VA, 2016. Feed formulation software. In Nates S. (Ed). Aquafeed Formulation. Elsevier Inc.
- Sweet Manufacturing Company, 2014. Elevadores de cangilones: manual instructivo de instalación y operación. P.O. Box 1086 / 2000 E. Leffel Lane, Springfield, Ohio 45501 USA. https://www.sweetmfg.com/sites/default/files/2016-12/Bucket_Elevator_Manual_-_Spanish_July_2014.pdf
- Vosloh Carl J. 1976. Feed Manufacturing Costs and Capital Requirements. Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. Agricultural Economic Report. Washington, D.C. 20250 USA

Webs importantes	
Tablas de alimentos para peces	www.iaffd.com / https://www.feedtables.com/content/table-as-fed
Tablas de alimentos FEDNA (España).	http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo
FAO	https://www.feedipedia.org/
Insumos para la elaboración de alimentos	https://www.btc-europe.com/es/-/solution-finder/industria/nutricion-animal/produccion-de-piensos/vitaminas-hidrosolubles/cloruro-de-colina-para-la-produccion-de-piensos/