



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**ELABORACIÓN, EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE  
ALIMENTO BALANCEADO PARA TRUCHAS ARCO IRIS  
(*Oncorhynchus mykiss*) EN BASE A HARINA DE POTA (*Dosidicus  
gigas*) y HARINA DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**EDWARD CHANEL SINTY MIRANDA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PUNO - PERÚ**

**2017**



## DEDICATORIA

Dedico este proyecto en primer lugar a Dios, por darme la vida y sabiduría para realizarlo. A mis padres Efraín y Froila por sus oraciones y por ser el pilar fundamental de mi vida. Esto fue posible con la ayuda de Ruth y Jana, gracias por acompañarme y ser un motivo para el logro de uno de mis anhelos, las amo.



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, por darme la oportunidad de haber desarrollado mi vida universitaria; mi agradecimiento a todos los docentes, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por guiarme en la formación académica; agradecer especialmente a Wilson Suca y Flavio Lozano, quienes me brindaron su apoyo incondicional, gracias hermanos.



## ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**INDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 12**

**ABSTRACT ..... 13**

### **CAPÍTULO I**

#### **INTRODUCCIÓN**

### **CAPÍTULO II**

#### **REVISIÓN DE LITERATURA**

##### **2.1 GENERALIDADES DEL ALIMENTO BALANCEADO PARA TRUCHA EN**

**LA ETAPA DE ENGORDE.....17**

**2.1.1. Alimento Balanceado..... 17**

**2.1.2. Tipos de alimento balanceado ..... 17**

**2.1.2.1. Según su tipo de tecnología..... 17**

**2.1.2.1.1. Alimento extruido ..... 17**

**2.1.2.1.1.1. Proceso de elaboración del alimento extruido ..... 18**

**2.1.2.1.1.1.1. Molienda..... 18**

**2.1.2.1.1.1.2. Mezclado ..... 19**

**2.1.2.1.1.1.3. Extrusión ..... 19**

**2.1.2.1.1.1.4. Enfriado y secado ..... 20**

**2.1.2.1.1.2. Control de calidad del alimento extruido ..... 20**

**2.1.2.1.2. Alimento pelletizado..... 21**

**2.1.2.2. Según la etapa o fase de producción de la trucha..... 21**

**2.1.2.2.1. Alimento balanceado para la etapa de inicio..... 22**

**2.1.2.2.2. Alimento balanceado para la etapa de juveniles ..... 22**

**2.1.2.2.3. Alimento balanceado para la etapa de engorde..... 22**

**2.1.2.2.3.1. Composición química del alimento balanceado ..... 22**



2.1.2.2.3.1.1. Proteína.....	23
2.1.2.2.3.1.2. Grasa.....	23
2.1.2.2.3.1.3. Carbohidratos.....	24
2.1.2.2.3.1.4. Vitaminas .....	24
2.1.2.2.3.1.5. Minerales.....	24
2.1.3. Tendencias de la producción de nuevos alimentos balanceados.....	26
2.1.3.1. Cañihua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen).....	27
2.1.3.2. Pota ( <i>Dosidicus gigas</i> ) .....	28
2.1.4. Trucha y sus indicadores de producción.....	29
2.1.4.1. Ubicación taxonómica de la Trucha .....	30
2.1.4.2. Forma y tamaño en la clasificación de la trucha .....	30
2.1.4.4. Indicadores de producción.....	33
2.1.4.4.1. Factor de conversión alimenticio (FCA) .....	33
2.1.4.4.1.1. Biomasa .....	33
2.1.4.4.2. Índice de condición corporal (ICC) .....	33
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MATERIALES Y METODOS</b>	
3.1 LUGAR EXPERIMENTAL .....	35
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL .....	36
3.2.1. Trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	36
3.2.2. Harina de Pota .....	36
3.2.3. Harina de Cañihua.....	36
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS .....	36
3.3.1. Materiales de laboratorio .....	36
3.3.2. Materiales de control en bioensayo.....	37
3.3.3. Equipos .....	37
3.3.4. Reactivos.....	38
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	38
3.4.1. Formulación y elaboración de las mezclas .....	39
3.4.2. Elaboración de alimento balanceado.....	39
3.4.3. Tratamientos en estudio y variables de respuesta .....	41
3.4.4. Determinación de índices productivos de truchas.....	42



3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	43
3.5.1. Análisis fisicoquímico proximal de los cuatro alimentos extruidos .....	43
3.5.2. Análisis biométrico de la trucha .....	47
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	49
3.6.1. Análisis estadístico para las características fisicoquímicas de los alimentos	49
3.6.2. Análisis estadístico para evaluación de los índices productivos de la trucha en cuatro alimentos balanceados .....	49
3.6.3. Análisis estadístico para evaluación de los índices productivos de la trucha en cuatro alimentos balanceados .....	50
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1. ANALISIS PROXIMAL DE ALIMENTOS EXTRUIDOS PARA TRUCHA.....	52
4.2. EVALUACIÓN BIOMETRICA DE TRUCHA CON CUATRO ALIMENTOS	55
4.2.1. Evaluación de peso corporal.....	56
4.2.2. Evaluación de longitud .....	61
4.2.3. Factor de Conversión de Alimenticio (FCA) .....	67
4.2.4. Índice de condición corporal (ICC) .....	71
4.3. EVALUACIÓN BIOMETRICA DE LA TRUCHA CON ALIMENTOS COMBINADOS .....	75
4.3.1. Evaluación de peso corporal.....	76
4.3.2. Evaluación de longitud .....	80
4.3.3. Factor de Conversión Alimenticio (FCA) .....	85
4.3.4. Índice de condición corporal (ICC) .....	89
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>95</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>96</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>115</b>

**TEMA: Desarrollo de Procesos y Productos Agroindustriales Sostenibles y  
Eficientes**

**ÁREA: Ingeniería y Tecnología**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN 29 DE DICIEMBRE DEL 2017**



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Análisis para el periodo comprendido entre los años 2011 al 2016 y la proyección de la producción de trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en el Perú al 2021 en toneladas métricas. PRODUCE (2017). .....	31
<b>Figura 2.</b> Estudio estadístico de la tendencia del periodo 2011 al 2016 y proyección de la comercialización interna de trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en el Perú al 2021 en toneladas métricas PRODUCE (2017) .....	32
<b>Figura 3.</b> Análisis de nuevos mercados para el periodo comprendido entre los años 2011 al 2016 y la proyección de la exportación de trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en el Perú al 2021 en toneladas métricas. PRODUCE (2017). .....	32
<b>Figura 4.</b> a) Ubicación geográfica de la localidad Litoral Quellojani. b) Ubicación de las jaulas flotantes en el noreste del Lago Titicaca. c) 10 Jaulas flotantes en las que se hicieron las evaluaciones de los tratamientos. d) 20 Unidades de truchas arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) por tratamiento, para bioensayo en el lugar in situ. ....	35
<b>Figura 5.</b> Diagrama de flujo para la elaboración de dos alimentos balanceados para trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ), con sustitución al 10% de harina de pescado por harina de Pota ( <i>Dosidicus gigas</i> ) para un alimento y para el otro sustitución de harina de pescado por harina de Cañihua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen). Elaboración Propia (2017). .....	39
<b>Figura 6.</b> Esquema y diseño de distribución de 10 tratamientos, cada tratamiento evaluado en una jaula flotante, por el periodo de 60 días, con 5 bioensayos para la colecta de datos, en el noreste del Lago Titicaca. ....	41



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Compilación de datos sobre requerimiento nutricional de la trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ), para la etapa de engorde, criadas intensivamente en jaulas flotantes dentro del Lago Titicaca; indicada y propuesta por diferentes investigadores en los últimos quince años.....	25
<b>Tabla 2.</b> Composición química de la Cañihua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen) de grano crudo y extruido, indicando el porcentaje de fibras específicas, para la elaboración de alimento balanceado para trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	28
<b>Tabla 3.</b> Compilación de datos promediados del análisis químico de la harina de Pota ( <i>Dosidicus gigas</i> ), extraído de cuatro estudios en los últimos seis años, para la elaboración de alimento balanceado para trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ), en la etapa de engorde. ....	29
<b>Tabla 4.</b> Características de tamaño máximo permisible para la ingesta de cuatro tipos de alimentos balanceados, evaluadas en cinco etapas de desarrollo de la trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ), en función peso (g) y talla (cm) del pez. ....	30
<b>Tabla 5.</b> Resultados de análisis fisicoquímicos de cuatro tipos de alimentos balanceados para truchas arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ), analizado con el método oficial de laboratorios AOAC <i>Association of Official Analytical Chemists</i> 1990.....	52
<b>Tabla 6.</b> Análisis de variancia de ganancia de peso vivo (g) de las truchas arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Pota, Cañihua, Nicovita y Nubal), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días.....	57
<b>Tabla 7.</b> Comparación de medias de incremento de peso vivo (g) de las truchas arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en la etapa de engorde, alimentadas con cuatro dietas distintas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). ....	57
<b>Tabla 8.</b> Análisis de variancia de ganancia de longitud o talla (cm) de las truchas arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días.....	62
<b>Tabla 9.</b> Comparación de medias de incremento de longitud o talla (cm) de las truchas arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, ubicadas en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).....	63
<b>Tabla 10.</b> Análisis de variancia del factor de conversión alimenticio (FCA) de las truchas arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, ubicadas en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días. ....	68
<b>Tabla 11.</b> Comparación de medias del factor de conversión alimenticio (FCA) de las truchas arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, ubicadas en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). ....	68
<b>Tabla 12.</b> Análisis de variancia del índice de condición corporal (ICC) de las truchas arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, ubicada en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. ....	72
<b>Tabla 13.</b> Comparación de medias del índice de condición corporal (ICC) de las truchas arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, ubicadas en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). ....	72



- Tabla 14.** Análisis de variancia de ganancia de peso vivo (g) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días.....77
- Tabla 15.** Comparación de medias de ganancia de peso vivo (g) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).....78
- Tabla 16.** Análisis de variancia de la ganancia de talla o longitud (cm) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. ....81
- Tabla 17.** Comparación de medias del incremento de talla o longitud (cm) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). ....82
- Tabla 18.** Análisis de variancia del factor de conversión alimenticio (FCA) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días.....85
- Tabla 19.** Comparación de medias del factor de conversión alimenticio (FCA) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). ....86
- Tabla 20.** Análisis de variancia del índice de condición corporal (ICC) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. ....90
- Tabla 21.** Comparación de medias del índice de condición corporal (ICC) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). ....91



## ACRÓNIMOS

PSV	: Peso vivo
LGT	: Longitud de Trucha
FCA	: Factor de conversión alimenticio
ICC	: Índice de condición corporal
A1	: Alimento comercial Nicovita para la etapa de engorde (Testigo).
A2	: Alimento comercial Nubal Perú para la etapa de engorde (Testigo).
A3	: Alimento elaborado con harina de cañihua al 10%.
A4	: Alimento elaborado con harina de pota al 10%.
T1	: Tratamiento uno, evaluado con A1
T2	: Tratamiento dos, evaluado con A2
T3	: Tratamiento tres, evaluado con A3
T4	: Tratamiento cuatro, evaluado con A4
T5	: Tratamiento cinco, evaluado combinando 50% A1 + 50% A2
T6	: Tratamiento seis, evaluado combinando 50% A1 + 50% A3
T7	: Tratamiento siete, evaluado combinando 50% A1 + 50% A4
T8	: Tratamiento ocho, evaluado combinando 50% A2 + 50% A3
T9	: Tratamiento nueve, evaluado combinando 50% A2 + 50% A4
T10	: Tratamiento diez, evaluado combinando 50% A4 + 50% A4
P1	: Pez número uno
P2	: Pez número dos
P3	: Pez número tres
P4	: Pez número cuatro
P5	: Pez número cinco
P6	: Pez número seis
P7	: Pez número siete
P8	: Pez número ocho
P9	: Pez número nueve



P10	: Pez número diez
P11	: Pez número once
P12	: Pez número doce
P13	: Pez número trece
P14	: Pez número catorce
P15	: Pez número quince
P16	: Pez número dieciséis
P17	: Pez número diecisiete
P18	: Pez número dieciocho
P19	: Pez número diecinueve
P20	: Pez número veinte
g.	: gramos
°C	: grados centígrados
ppm	: partes por millón
TM	: toneladas métricas
cm	: centímetros
kg	: Kilogramos
mm	: milímetros
Kcal	: kilocalorías
mg.	: miligramos
m.s.n.m	: metros sobre el nivel del mar
N.	: normal
T°	: Temperatura
Kg/h	: kilogramos hora
pH	: potencial de hidrógeno
AOAC	: Asociación de Químicos Analíticos Oficiales
FONDEPES	: Fondo nacional de desarrollo pesquero
PRODUCE	: Ministerio de la producción
PRODUMAR	: Provedora de Productos Marinos



## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar las características físico químicas proximales de los alimentos procesados, determinar y evaluar cuatro tipos de alimentos en función a los índices productivos de la trucha además de determinar y evaluar la combinación de los cuatro tipos de alimentos en función a los índices productivos de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde. Los índices productivos evaluados fueron; la ganancia de peso (PSV), la ganancia de longitud de truchas (LGT), factor de conversión alimenticia (FCA) e índice de condición corporal (ICC). Para ello se utilizaron 200 truchas asignadas para 10 tratamientos T1: Nicovita, T2: Nubal, T3: Cañihua, T4: Pota, T5: Nicovita(50%) + Nubal (50%), T6 : Nicovita(50%) + Cañihua (50%), T7 : Nicovita (50%) + Pota (50%), T8 : Nubal (50%) + Cañihua (50%), T9 : Nubal (50%) + Pota (50%), T10 : Cañihua (50%) + Pota (50%), con 20 peces en cada tratamiento, con un promedio general de 215.75 g PSV y 25.02 cm LGT al inicio del experimento. Los resultados fueron analizados en un diseño completo al azar, para la comparación de medias se utilizó la prueba Tukey ( $P < 0.05$ ) ello realizado con la ayuda del programa R-Studio. Los resultados obtenidos durante 60 días experimentales, muestran diferencias en el PSV entre los tratamientos ( $P < 0.001$ ), siendo 432.78 g para el T10, 409.61 g para el T7 y 409.50 g para el T5, las mejores en ganancia de peso. De la misma forma, para la LGT hubo diferencias entre los tratamientos ( $P < 0.001$ ), obteniéndose 31.70 cm, 31.66 cm y 31.56 cm para el T1, T10 y T7, respectivamente. Así mismo, el FCA fue diferente para los tres tratamientos ( $P < 0.001$ ), los valores fueron de 0.89:1 g:g, 0.92:1 g:g y 0.91:1 g:g para los T8, T4 y T9, respectivamente. Por último, se concluye que en el análisis proximal de los alimentos balanceados se presenta 38.62 % de proteína para T1, siendo el mejor y en contenido de grasa es 22.14 % en T3. El mejor alimento evaluado sin combinar fue T4 con 432.35 g, 30.81 cm, en LGT con mejor resultado es el Nicovita con 31.70 cm, además el mejor FCA 0.89 en T4, ICC 1.48 T4, en alimentos combinados el mejor es T10: PSV con 432.78g., LGT:31.66, T6 y T8 ambas con 0.89, ICC 1.41 para T10.

**Palabras clave:** Peso, longitud, conversión, engorde, combinación.



## ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the proximal physicochemical characteristics of processed foods, to determine and evaluate four types of food according to the production indices of the trout, in addition to determining and evaluating the combination of the four types of food according to the productive indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the fattening stage. The productive indices evaluated were; weight gain (PSV), trout length gain (LGT), feed conversion factor (FCA) and body condition index (BCI). For this, 200 trout assigned for 10 T1 treatments were used: Nicovita, T2: Nubal, T3: Cañihua, T4: Pota, T5: Nicovita (50%) + Nubal (50%), T6: Nicovita (50%) + Cañihua (50%), T7: Nicovita (50%) + Pota (50%), T8: Nubal (50%) + Cañihua (50%), T9: Nubal (50%) + Pota (50%), T10: Cañihua (50%) + Pota (50%), with 20 fish in each treatment, with a general average of 215.75 g PSV and 25.02 cm LGT at the beginning of the experiment. The results were analyzed in a complete randomized design, for the comparison of means, the Tukey test ( $P < 0.05$ ) was used, carried out with the help of the R-studio program. The results obtained during 60 experimental days, show differences in the PSV between the treatments ( $P < 0.001$ ), being 432.78 g for the T10, 409.61 g for the T7 and 409.50 g for the T5, the best in weight gain. In the same way, for the LGT there were differences between treatments ( $P < 0.001$ ), obtaining 31.70 cm, 31.66 cm and 31.56 cm for T1, T10 and T7, respectively. Likewise, the FCA was different for the three treatments ( $P < 0.001$ ), the values were 0.89: 1 g: g, 0.92: 1 g: g and 0.91: 1 g: g for the T8, T4 and T9, respectively. Finally, it is concluded that in the proximal analysis of balanced foods 38.62% of protein for T1 is presented, being the best and in fat content is 22.14% in T3. The best food evaluated without combining was T4 with 432.35 g, 30.81 cm, in LGT with better result is Nicovita with 31.70 cm plus the best FCA 0.89 in T4, ICC 1.48 T4, in combination foods the best is T10: PSV with 432.78g., LGT: 31.66, T6 and T8 both with 0.89, ICC 1.41 for T10.

**Keywords:** Weight, length, conversion, fattening, combination.



## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La especie de la trucha se cultiva a nivel mundial en diferentes sistemas acuícolas como ríos, lagos y mar; la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) con la trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*) se desarrollan en aguas dulces y en aguas saladas la trucha marina (*Salmo trutta trutta*).

En el último reporte estadístico del Ministerio de la Producción PRODUCE (2017), la producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) para el año 2016 a nivel mundial fue de 814 455 TM, la República Islámica de Irán con 18,27% ocupa el primer lugar de producción, seguido por Turquía con 13.85%, Chile con 12.3%, Noruega con 9.47% y Perú en el quinto puesto con 6.41%. La producción nacional registró 52 217 TM y a nivel de departamentos, Puno ocupa el primer lugar con 43 298 TM que representa el 82.92%.

Por otro lado para el Scotiabank, la producción de harina de pescado se incrementaría alrededor de 70% a 1.1 millones de TM en el 2017, en base a una total de capturas de alrededor de 4.7 millones de TM de anchoveta (GESTIÓN, 2017), es un año de recuperación significativa para la pesca luego de dos años consecutivos en los que estuvo afectada negativamente por el fenómeno El Niño.

Siendo la producción de harina de pescado 1.1 millones de TM y si se considera que la producción nacional para el 2017 de truchas arco iris es 52 217 TM, entonces la demanda de alimento balanceado para dicha producción es de 60.000 TM/Año y tomando como referencia para el análisis un máximo de 50% de harina de pescado en la formulación de alimento balanceado para truchas, necesitaríamos 550.000 TM/Año de



harina de pescado, es decir solamente el 2.7% de la producción nacional de harina de pescado.

Estudios y experiencias en evaluar alternativas de insumos en la elaboración de alimento balanceado para truchas arco iris, se van trabajando con el principal objetivo de sustituir la harina de pescado en formulación y elaboración de dietas, procurando mantener y mejorar los índices de condición y conversión alimenticia, además de ganancia de peso vivo y longitud total en el menor tiempo posible.

Bajo esta premisa, es necesario presentar alternativas de sustitución parcial de harina de pescado por otros tipos de harinas que satisfagan los requerimientos nutricionales de las truchas, en ese sentido el presente trabajo de investigación plantea la sustitución parcial de harina de pescado por la harina de pota al 10% y harina de cañihua al 10%.

Se tiene que considerar en este tipo de trabajos de investigación, que un productor de truchas arco iris busca en un alimento balanceado, el mayor desarrollo posible respecto a la ganancia de peso y longitud en el menor tiempo posible de producción. Esta relación genera mayor rentabilidad en la actividad productiva de la trucha arco iris; por eso, el presente trabajo de investigación evalúa cuatro tipos de alimentos balanceados extruidos y la combinación de los mismos en los que veremos cual alimento y que combinación, genera mayor desarrollo en menos tiempo.

En base a lo anterior mencionado, se plantea la hipótesis: La elaboración, evaluación y comparación de alimento balanceado para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en base a harina de pota (*Dosidicus gigas*) y harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) afecta los índices productivos en la etapa de engorde.



A su vez nos planteamos el objetivo general de: Elaborar, evaluar y comparar alimentos balanceados para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en base a harina de pota (*Dosidicus gigas*) y harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).

De acuerdo al objetivo general, los objetivos específicos son:

- Determinar las características fisicoquímicas proximales de los alimentos procesados para la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde.
- Determinar el efecto de cuatro tipos de alimento en la evaluación de los índices productivos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde.
- Determinar el efecto de las proporciones de combinación de dietas en la evaluación de los índices productivos de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 GENERALIDADES DEL ALIMENTO BALANCEADO PARA TRUCHA EN LA ETAPA DE ENGORDE

##### 2.1.1. Alimento Balanceado

Es un alimento elaborado en función de los requerimientos nutritivos de la trucha (Amirkolaie et al., 2014; Benitez, 2014; Macedo, 2015; Fernández, 2016; Támer *et al.*, 2016; Huanca, 2017), con la combinación de distintos insumos de origen animal y vegetal (Ordóñez, 2005; Chura, 2006; Vizcarra, 2017), se clasifican de acuerdo a la cantidad de proteína que continen (Fernández, 2016), su elaboración es de dos formas, pelletizado o extruido (Pokniak *et al.*, 1999; Pantoja *c*, 2011; Oliva, 2011), los que tienen el tamaño adecuado para la boca del pez (Fernández, 2016). Del alimento balanceado depende el éxito de la producción de truchas (Rojas *et al.*, 2008; Tantalean, 2014), por eso en el mercado se ofrecen con diversidad de precios (Okumus *et al.*, 2002; Akhtar *et al.*, 2015), siendo de mejor calidad los más caros y los de más reciente aparición (Isea, 2008).

##### 2.1.2. Tipos de alimento balanceado

###### 2.1.2.1. Según su tipo de tecnología

###### 2.1.2.1.1. Alimento extruido

Alimentos que son sometidos a un tratamiento térmico (Cochama & Flores, 2015), por medio del cual los ingredientes son acondicionados con vapor (Gattmah *et al.*, 2017), pasan por un extrusor generando presión mecánica durante 30 segundos (Guerra, 2010) y son cocidos de 120 a 180 °C (Javier & Lima, 2013; Akhtar & Khan, 2015; Susan, 2015; Churata, 2017), reduciendo la actividad de agua y contaminación microbiana



(Fellows,1994 citado por Cochama & Flores, 2015), en tal sentido, el alimento se conserva por más tiempo.

Tiene propiedades físicas, como la dureza, la capacidad de absorción de aceite y el control de la flotabilidad (Sørensen *et al.*, 2009), además resistente a la desintegración (Mamani, 2016), mejora la digestibilidad e inactiva factores antinutritivos (Alcántara & Avalos, 2016); en consecuencia es preferible usar alimento extruido (Cárdenas, 2013; Roque, 2015), por su versatilidad, alta productividad, calidad, bajo costo, eficiencia energética, ausencia de efluentes y posibilidad de diseño de productos (Tumuluru *et al.*, 2013 citado por Lohani & Muthukumarappan, 2017), hacen superior a este alimento balanceado.

No obstante la disponibilidad de los aminoácidos puede verse afectada a través de mecanismos de oxidación y reacción de maillard (Bjorck & Asp, 1983 citado por Javier & Lima, 2013), las pérdidas de vitaminas en los alimentos balanceados extruidos dependen del tipo de alimento, de su contenido en agua, del tiempo y la temperatura de tratamiento; pero la extrusión en caliente y el enfriamiento rápido del producto a la salida de la boquilla, hacen que las perdidas vitamínicas y en aminoácidos esenciales sean relativamente pequeñas (Linko, 1981citado por Javier & Lima, 2013), manteniendo así sus propiedades nutritivas.

#### **2.1.2.1.1.1. Proceso de elaboración del alimento extruido**

##### **2.1.2.1.1.1.1. Molienda**

Se refiere a la reducción del tamaño de los insumos (Alcántara & Avalos, 2016), tales como granos de cereales y pescados (Cochama & Flores, 2015), se logra la obtención de una mezcla homogénea (Churata, 2017). El grado de molienda de los ingredientes son el mayor determinante de la calidad del proceso; el mismo que afecta la uniformidad del



mezclado, la capacidad de compactación, el grado de gelatinización, la digestibilidad, factor de conversión y la tasa de crecimiento (Cortés, 2010). Existen 5 tipos de molinos trituradores de granos, de muelas o piedras, discos metálicos, cilindros o rodillos estriados, rodillos lisos y martillos (Maya, 2016), los cuales se usan en la industria molinera.

#### **2.1.2.1.1.1.2. Mezclado**

Es la adición y mezcla homogénea de insumos que constituyen la fórmula, con un peso definido (Patel *et al.*, 2013; Akhtar & Khan, 2015). No necesitan de ningún proceso térmico solo de agitación (Bustamante, 2014), se espera que todos los principios nutritivos de la fórmula original estén presentes (Churata, 2017) antes del proceso de extrusión.

#### **2.1.2.1.1.1.3. Extrusión**

Es la acción mecánica de forzar la mezcla de ingredientes a través de troqueles formados para producir formas y longitudes específicas (Akhtar & Khan, 2015), con un proceso continuo para lograr un flujo de producto consistente y altas tasas de rendimiento (Patel *et al.*, 2013); los nuevos procesos integran extrusión de doble tornillo con bobinado en espiral, coextrusión y electrospinning (Kalyon *et al.*, 2013), su control es complicada debido a la deformación y la alta temperatura sin embargo se puede producir un producto de alta calidad controlando la temperatura del proceso (Gattmah *et al.*, 2017). En la cocción los almidones alcanzan un grado de gelatinización del 90% proporcionando al pellet gran estabilidad en el agua (Churata, 2017), esto favorece en gran medida la alimentación del pez.



#### **2.1.2.1.1.1.4. Enfriado y secado**

Al finalizar el proceso de extrusión, los gránulos salen calientes y con una humedad de 22-30% (Alcántara & Avalos, 2016),teniéndose que realizar un proceso de enfriamiento y remoción del exceso de humedad (Churata, 2017), con la finalidad de inhibir la proliferación de microorganismos y eliminar parte del agua por evaporación (Cochama & Flores, 2015) con un flujo o corriente de aire (Lohani & Muthukumarappan, 2017), por estufa, horno secador (Mamani, 2016) o un desecador al vacío y protegido de la luz (Vizcarra, 2017), hasta conseguir una humedad final entre 7-12% (Alcántara & Avalos, 2016), para su posterior envasado y almacenado.

#### **2.1.2.1.1.2. Control de calidad del alimento extruido**

Los productos con una alta calidad se producen mediante un control exhaustivo de las materias primas y los parámetros del proceso (Patel et al., 2013), se evalúan sobre las bases de los análisis fisicoquímicos (Akhtar & Khan, 2015), la calidad del producto se representa por la variación física (Susan, 2015) del alimento como, forma, tamaño y estabilidad en el agua, e influyen algunas características químicas como atractabilidad, palatabilidad y disponibilidad de ingredientes (Churata, 2017); por eso el tipo de procesos y parámetros de producción usados, determinan las características físicas del alimento.

En consecuencia se afirma que, los peces alimentados con dieta extruida consumen menos alimento (Guerra, 2010), lo que se entiende en eficiencia alimenticia, por lo tanto se puede esperar una menor cantidad de residuos con un menor impacto ambiental negativo (Pokniak et al., 1999); para nosotros la calidad del alimento balanceado extruido, se refleja en el rendimiento productivo evaluado por la ganancia de peso vivo, ganancia de longitud, la conversión del alimento (FCA) y la condición corporal del pez (ICC).



#### **2.1.2.1.2. Alimento pelletizado**

Estos alimentos tienen menor costo de inversión, menor gasto de energía y de fácil operación; pero 50% de cocción, menor temperatura de operación, genera más finos, posee una baja digestibilidad (Cañas, 1995, citado por Cahuana, 2015) y baja adición de grasa (Kaushik, 1993 citado por Pokniak *et al.*, 1999); por lo tanto el pellet así obtenido, no presenta una buena consistencia (Pike, 1990 citado por Loor, 2016); es pesado, no flota y se va al fondo del agua (Benitez, 2014), por la estructura, la poca compactación del alimento (Pokniak *et al.*, 1999), tensión superficial, volumen del pellet e interface entre el alimento pelletizado y el agua (Cruz *et al.*, 2006 citado por Cortés, 2010); por lo mencionado, no recomendamos el uso de alimentos pelletizados, por ser menos digeribles y bajos en grasa.

#### **2.1.2.2. Según la etapa o fase de producción de la trucha**

Para Roque (2015) las etapas son: Inicio, crecimiento y engorde. La etapa de inicio comprende (alevinaje I, II y III) con talla (cm) de post-larva hasta 3.5 y peso (g) 0.19 hasta 12.5 (Fondepes, 2010) y en la etapa de crecimiento (juveniles I y II) con talla (cm) de 10 hasta 17.5 y peso (g) de 12.5 a 67 (Puga, 2015), con una duración aproximada de 3 meses (Flores, 2015), tiempos que varían según el tipo de alimento y desarrollo del pez.

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) después de las etapas mencionadas, se subdivide en engorde y acabado, para éstas dos, los requerimientos nutricionales son los mismos (Valdez & Vargas, 2015), con la diferencia que para el acabado se añade pigmento en su dieta (Roncarati *et al.*, 2011). Para llegar a la etapa de engorde es decir apto para su comercialización, se espera de 12 a 13 meses aproximadamente (Roque, 2015), cada ejemplar debe estar con un peso de 300 a 400 g. esta etapa tiene una duración aproximada de 4 meses (Flores, 2015). Por último mencionamos que la tasa de



alimentación y porcentaje de los contenidos proteicos está de acuerdo al tamaño de los peces y etapa en la que se encuentran, etapa de inicio, juveniles y engorde (Bedriñana, 2004 citado por Ponce, 2014).

#### **2.1.2.2.1. Alimento balanceado para la etapa de inicio**

A los alevines se les debe de dar raciones muy pequeñas de alimento balanceado en polvo o de granulado fino con un alto nivel de proteína (44 a 50%) a cada hora (FAO, 2014; Fernández, 2016; Remicio, 2016), la frecuencia de alimentación disminuye a medida que aumenta el tamaño de trucha arco iris (Wankowski & Thorpe, 1979), durante la primera semana de alimentación es importante tener un nivel bajo de agua para que los alevines se desprendan del fondo y suban a comer (Tvenning & Karlsen, 2001). Esta etapa tiene una duración aproximada de 4 meses (Flores, 2015) respecto al periodo de desarrollo corporal.

#### **2.1.2.2.2. Alimento balanceado para la etapa de juveniles**

En esta etapa de las truchas, se les da una dieta con alimento balanceado tipo crecimiento (Callalla & Cancapa, 2016), el cual contiene alrededor de 42% a 45% de proteína que es poco más de lo necesario ya que se encuentra en un proceso de crecimiento (Flores, 2015; Remicio, 2016), estas truchas son alimentadas por dos a tres meses, hasta encontrarse en etapa de engorde (Puga, 2015), que es la etapa de nuestro presente estudio.

#### **2.1.2.2.3. Alimento balanceado para la etapa de engorde**

##### **2.1.2.2.3.1. Composición química del alimento balanceado**

La trucha es considerado omnívoro y depredador, porque suelen consumir alimentos balanceados y naturales (Rojas *et al.*, 2008; Gomez, 2017), en esta etapa consumen alimento balanceado tipo engorde (Callalla & Cancapa, 2016), existen cinco



componentes nutricionales necesarios para su alimentación y que tienen que estar presentes en el alimento (Orna, 2010; Cárdenas, 2013; FAO, 2014), los cuales son:

#### **2.1.2.2.3.1.1. Proteína**

La trucha consume alimentos naturales que tienen una composición del 50 a 60% de proteína (Oliva, 2011); sin embargo, en alimentos balanceados se compone de 35 a 48% y su valor nutritivo depende de su digestibilidad que depende a su vez de la estructura, es decir de su composición aminoacídica (Matissek *et al.*, 1998). Durazo (2006) citado por Mamani (2016), indica que el contenido de proteínas de la trucha se divide en tres grupos: Estructurales (70-80 %), sarcoplásmicas (25-30 %), tejido conectivo (3-10 %), ésta última de mayor importancia para la etapa de engorde, por el contenido de colágeno que es una proteína fibrosa, contribuye con la firmeza y dureza de la carne; por eso a mayor presencia de colágeno la textura es más firme (Gutiérrez, 2012), pero su deficiencia puede originar un crecimiento lento, letargo, flacidez y anemia (Maximixe, 2010) en el desarrollo de los peces.

#### **2.1.2.2.3.1.2. Grasa**

Es la principal fuente de energía (Maximixe, 2010; FAO, 2014), por esa razón en los alimentos balanceados se busca poner niveles altos de grasa para un mejor crecimiento y engorde de los peces (Benitez, 2014), los niveles deben ser del 13 al 15% (Oliva, 2011), 15 a 25% (Cho, 1992 citado por Chura, 2006), 26 a 35% (Quimbiamba, 2009), 33 a 38% (Toledo, 2005) y 35 a 40% (Macedo, 2015), para cubrir las necesidades energéticas de modo que no utilicen las proteínas para ello. Como bien afirma Ponce (2014), las truchas pueden digerir bien las grasas (85-99%) dependiendo de su origen y absorben mejor los ácidos grasos insaturados que los de carácter saturado, por lo que es lógico pensar que la



grasa endurecida perjudica la digestibilidad de los diversos ácidos grasos (Remicio, 2016).

#### **2.1.2.2.3.1.3. Carbohidratos**

Son considerados fuente de energía en la dieta, debido a su bajo costo (Huaman, 2015), a pesar de ello su inclusión excesiva reduce el apetito, crecimiento (Macedo, 2015) y degenera el hígado, por lo que se recomienda cerca de un 15 a 20% de adición en la dieta (Tacon, 1987 citado por Huaman, 2015), para truchas arco iris en la etapa de engorde.

#### **2.1.2.2.3.1.4. Vitaminas**

En la trucha, son requeridos en cantidades muy pequeñas (Huaman, 2015), para un buen crecimiento y que no se enfermen (FAO, 2014), además existe la necesidad de suplementar con la vitamina C (R. Rojas et al., 2008) y vitaminas liposolubles A,D,E,K (Orna, 2010; Macedo, 2015), las cuales se incluye normalmente en la mayoría de alimentos comerciales (Rojas *et al.*, 2008; Remicio, 2016), dentro de su formulación nutricional.

Su deficiencia produce trastornos como poco crecimiento, destrucción de aletas y agallas, hemorragias de los riñones, hígado e intestinos, además de ser susceptible a las enfermedades (Maximixe, 2010), durante el desarrollo en cualquier etapa de la trucha.

#### **2.1.2.2.3.1.5. Minerales**

Su requerimiento es reducido, son asimilados del alimento balanceado (FAO, 2014) y del agua que los rodea (Huaman, 2015); regulan el metabolismo neuromuscular, balance ácido básico (Coll,1991 citado por Ponce, 2014) y forman parte del esqueleto,

cartílagos y dientes (Maximixe, 2010). La deficiencia del calcio y fósforo reduce la tasa de crecimiento, escaso apetito y deformaciones de los huesos (R. Rojas *et al.*, 2008).

Por otro lado, estamos de acuerdo con Chura (2005), quien recomienda que previa a la pre mezcla en la elaboración de un alimento balanceado, se debe primero pesar los micro ingredientes (vitaminas y minerales) y luego las harinas que contienen los nutrientes de la Tabla N° 1, componentes que requieren las truchas arco iris en la etapa de engorde.

**Tabla 1.** Compilación de datos sobre requerimiento nutricional de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), para la etapa de engorde, criadas intensivamente en jaulas flotantes dentro del Lago Titicaca; indicada y propuesta por diferentes investigadores en los últimos quince años.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Donde:

A: Rojas *et al.*, 2008; Callalla, 2016; Fernández, 2016

Componentes	A	B	C	D	E	F	G	H
Proteína (%)	35	40	43	45-48	23-45	42 min.	40 min.	43 min.
Grasa (%)	9	10	15	13-15	26-40	11 min.	14 min.	23 min.
Carbohidratos(%)	---	---	25	23.5	17	---	---	---
Humedad (%)	---	---	---	7.5	8	10 máx.	10 máx.	11 máx.
Ceniza (%)	---	---	---	8	12	10 máx.	12 máx.	14 máx.

B: Chura, 2005; Montaña, 2009; Pozos, 2010; Tantalean, 2014; FAO, 2014;

C: Ponce, 2014; Mamani, 2016

D: Oliva, 2011; Benitez, 2014

E: Toledo, 2005; Quimbiamba, 2009; Macedo, 2015

F: Noel, 2003; Flores, 2014; Mamani, 2016; Gomez, 2017 (Alimento Nicovita)

G: Valdez *et al.*, 2015; Cahuana, 2015 (Alimento Naltech)

H: Gomez, 2017 (Alimento Ewos)



### 2.1.3. Tendencias de la producción de nuevos alimentos balanceados

La industria de los alimentos balanceados tiene tendencia creciente y es atractiva para futuras inversiones (Benitez, 2014), de ahí su preocupación por lanzar productos novedosos, tecnificar las líneas de producción, utilizar insumos nuevos e investigar materias primas sustitutas (Alcántara & Avalos, 2016), posiblemente se encuentren con mejores condiciones para la tendencia actual en el mercado (Mamani, 2016), en tal sentido producir alimento balanceado es un negocio rentable, por ser de necesidad para la alimentación de los peces en crianzas intensivas y al momento de subir de precio algún insumo por ende sube de precio el balanceado, por eso en el futuro se espera que los precios mantengan una tendencia al alza (López, 2016), por eso la importancia de nuevas alternativas formuladas a partir de ingredientes disponibles de nuestra agricultura e industrias acuícolas (Halver, 1976).

La sustitución de la harina de pescado por proteínas no marinas es una estrategia altamente sostenible (Leyton *et al.*, 2006) y también una tendencia (Isea, 2008) de buscar fuentes alternativas de proteínas (Metochis *et al.*, 2016). Hasta el momento se evalúan alternativas de sustitución como la harina de nuez, sachá inchi y lupino todas al 15% (Araníbar, 2012), quinua, cañihua, tarwi, nuez, kiwicha, trigo, pota, sachá inchi, todas al 30% (Aranibar, Calmet, & Huanca, 2013), ensilado de vísceras de trucha en 25,50 y 75% (Churata, 2017), sangre de bovinos con 30 y 50% (Quimbiamba, 2009), ensilado de concha de abanico sustitución de 25,50 y 75% (Valencia & Valiente, 2015), gluten de trigo hidrolizado con 0, 12.5, 25 y 50% (Storebakken *et al.*, 2015) y harina de lombriz al 10, 20, 30 y 40% (Cortés, 2010), como una fuente de proteína no convencional de bajo costo (Vielma *et al.*, 2003), en tal sentido, los alimentos extruidos del futuro van orientados a tres aspectos; mayor utilización de proteínas vegetales y derivados de



proteínas animales, menor excreción de nutrientes en las aguas y mínimo riesgo para la salud humana (Huaman, 2015).

### **2.1.3.1. Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)**

Es una dicotiledónea que pertenece al género *Chenopodium*, (Moscoso *et al.*, 2017), especie menos estudiada pero más nutritivas (Vargas, 1938 citado por Bartolo, 2013), contiene nutrientes como fósforo, potasio, calcio y magnesio, además puede ser fuente importante de componentes funcionales o nutraceuticos como fibra dietaria y compuestos fenólicos (Apaza, 2010; Yampasi, 2017). La cañihua presenta fracciones de flavonol y glucósidos triterpénicos (Villa *et al.*, 2014), de igual forma tiene una cantidad relativamente alta de aceite con un valor en omega 3 de 6,01%, en omega 6 y omega 9 de 42,59% cada uno (Apaza 2010 citado por Juárez *et al.*, 2016).

La cañihua sirve como sustituto de la proteína animal, la importancia de estas proteínas está basada en su calidad (Alvarado, 2010) como se muestra en la Tabla N° 2, presenta 15-19% de proteínas (Bartolo, 2013), y su fibra vegetal actúa como una escoba en el intestino, debido al perigonio que no se elimina por completo (Guido, 2005 citado por Usedo, 2010), absorbiendo toxinas y aunque no proporciona energía, ni pasa a la sangre, es un componente imprescindible en una dieta (Mujica, 2002 citado por Alvarado, 2010).

**Tabla 2.** Composición química de la Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) de grano crudo y extruido, indicando el porcentaje de fibras específicas, para la elaboración de alimento balanceado para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Componentes, %	Grano crudo	Extruido
Humedad	10.4	4.1
Proteína bruta	14.4	14.3
Grasa bruta	5.7	5.5
Fibra cruda	11.2	4.3
Cenizas	5.0	4.5
Carbohidratos	63.7	71.4
Fibra dietaría total	25.3	18.9
Fibra soluble dietaría	3.0	2.0
Fibra insoluble dietaría	22.3	16.9
Lignina	6.9	6.3
Betaglucanos	0.07	0.07

**Fuente:** Yampasi (2017)

#### 2.1.3.2. Pota (*Dosidicus gigas*)

Especie de molusco marino perteneciente a la clase *Cephalopoda* (Araujo, 2014), que realiza migraciones por alimentación y reproducción, encontrándose en las zonas del pacífico central y sur oriental desde el golfo de California hasta el sur de la república de Chile (Bazzino, 2007 citado por Monterroso, 2011). Tiene un cuerpo (manto) en forma de torpedo, de forma cónica en la parte dorsal, con aletas terminales, cartílago del sifón en forma de T invertida, con 8 brazos y 2 tentáculos alrededor de la boca (Illescas *et al.*, 2014).

La pota (*Dosidicus gigas*), es animal acuático de rápido crecimiento y corta vida (Markaida *et al.*, 2004 citado por Alegre, 2011), siendo la edad de la mayoría de ejemplares no mayores a un año (Alegre, 2011), además son predadores de una gran variedad de especies incluyendo a ellos mismos (Sosa, 2003 citado por Alegre, 2011). La pota es una buena fuente de proteínas (Illescas *et al.*, 2014), en su composición tiene todos los aminoácidos esenciales, además de tener un alto contenido de ácidos grasos

poliinsaturados (D. P. Rojas, 2009), en la Tabla N° 3 se muestran los resultados de diferentes análisis químicos proximales siendo el más importante para nosotros el 16% de proteínas.

**Tabla 3.** Compilación de datos promediados del análisis químico de la harina de Pota (*Dosidicus gigas*), extraído de cuatro estudios en los últimos seis años, para la elaboración de alimento balanceado para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en la etapa de engorde.

Componente	Promedio (%)
Humedad	81,1
Grasa	1,1
Proteína	16,0
Sales Minerales	1,7
Calorías (100 g)	101
Carbohidratos	0

**Fuente:** Cayo, (2011); Bustamante, (2014); Araujo, (2014) e Illescas *et al.*, (2014)

#### 2.1.4. Trucha y sus indicadores de producción

Phyllum	: Chordata
Sub phyllum	: Vertebrata
Super clase	: Gnatostomata
Clase	: Osteichthyes
Sub clase	: Actinopterygii
Infra clase	: Teleostei
Superorden	: Procanthopterygii
Orden	: Salmoniforme
Sub orden	: Actinopterygii
Familia	: Salmonidae
Género	: <i>Oncorhynchus</i>
Especie	: <i>Oncorhynchus mykiss</i>

#### 2.1.4.1. Ubicación taxonómica de la Trucha

La trucha es de cuerpo alargado, de color verde olivo a negro en el dorso y blanco en el vientre ( Pérez, 1982 citado por Pozos, 2010), su clasificación taxonómica responde al siguiente detalle.

#### 2.1.4.2. Forma y tamaño en la clasificación de la trucha

La Tabla N° 4, presenta la relación del tamaño del pez y el alimento a suministrar.

**Tabla 4.** Características de tamaño máximo permisible para la ingesta de cuatro tipos de alimentos balanceados, evaluadas en cinco etapas de desarrollo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en función peso (g) y talla (cm) del pez.

Etapas	Tipo de alimento	Diámetro del pellet (mm)	Peso del pez rango (g)	Talla del pez rango (cm)
Alevino	Inicio	1.0 - 2.5	1.18 – 12.5	2.5 – 9.8
Prejuvenil	Crecimiento	2.5 – 4.0	12.5 – 23.0	9.8 – 12.5
Juvenil	Crecimiento	3.5 – 4.0	23.0 – 80.0	12.5 – 18.0
Engorde	Engorde	4.5 – 8.0	80.0 – 500.0	18.0 – 33.0
Reproductor	Reproductor	8.0	500.0 a más	33.0 a más

**Fuente:** Chauca (1994) y Kearns (1993), citados por Chura (2006)

### 2.1.4.3. Producción de trucha

Según PRODUCE (2017) para el año 2016 a nivel mundial, la producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) fue de 814 455 TM, la producción nacional registró 52 217 TM (ver Figura 1) y a nivel de departamentos, Puno ocupa el primer lugar con 43 298 TM que representa el 82.92%. La industria de la actividad acuícola ha experimentado grandes cambios en la comercialización como se ve en la Figura 2, pasando de la acuicultura comercial en pequeña escala a la intensiva a gran escala (Matías del Campo *et al.*, 2010)



**Figura 1.** Análisis para el periodo comprendido entre los años 2011 al 2016 y la proyección de la producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el Perú al 2021 en toneladas métricas. PRODUCE (2017).



**Figura 2.** Estudio estadístico de la tendencia del periodo 2011 al 2016 y proyección de la comercialización interna de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el Perú al 2021 en toneladas métricas PRODUCE (2017)

Considerando las nuevas inversiones y el incremento de la producción de las empresas de la categoría de acuicultura de mediana y gran empresa-AMYGE y acuicultura de micro y pequeña empresa AMYPE, es por eso que en la Figura 3 se aprecia, la exportación de trucha debido a la apertura de nuevos mercados en el 2021 y podría alcanzar 3 338 TM.



**Figura 3.** Análisis de nuevos mercados para el periodo comprendido entre los años 2011 al 2016 y la proyección de la exportación de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el Perú al 2021 en toneladas métricas. PRODUCE (2017).



#### **2.1.4.4. Indicadores de producción**

##### **2.1.4.4.1. Factor de conversión alimenticio (FCA)**

Hace referencia a la cantidad de alimento requerido (Kg) para producir 1 Kg de peso vivo (Nicovita, 2017), se determina con la siguiente fórmula:

$$FCA = \frac{\text{Peso de alimento suministrado (Kg)}}{\text{Biomasa Final (Kg) - Biomasa Inicial(Kg)}}$$

Cuanto menor sea la cifra será más eficiente la alimentación, en consecuencia, las truchas pueden dar una tasa de conversión alimenticia menor a 1, que podría interpretarse como la incorporación de más peso a su cuerpo como producto del alimento que consumen.

##### **2.1.4.4.1.1. Biomasa**

Es la cantidad de carne existente en un momento dado en cualquier tipo de infraestructura (estanque o jaula), por lo que su valor se determina a partir de la relación:

$$\text{Biomasa (Kg)} = \frac{\text{Peso unitario promedio (g)} \times \text{Número de peces}}{1000}$$

##### **2.1.4.4.2. Índice de condición corporal (ICC)**

El estudio del índice de condición corporal, es una práctica estándar en ecología de la pesca, basada en el análisis de datos de talla y peso; supone que los peces más pesados de una longitud dada están en mejores condiciones (Bolger & Connolly, 1989). Además, es un parámetro del estado de bienestar de los peces (Konan *et al.*, 2017), por ello Le-Cren (1951) mencionan que la relación entre Longitud (L) y peso vivo (P), se expresa mediante la siguiente ecuación.



$$ICC = \frac{P \times 100}{L^3}$$

Donde:

P = peso final promedio (g)

L = longitud final (cm)

Charles & Baxter (2003), presentan la siguiente norma, para la comparación de los valores del índice de condición corporal en los peces.

Valor de ICC : Comentarios

1.60 : Excelente estado del pez.

1.40 : Un buen pez, bien proporcionado.

1.20 : Un pez aceptable para muchos pescadores.

1.00 : Un pez pobre, largo y delgado.

0.80 : Pescado extremadamente pobre, cabeza grande, cuerpo estrecho y delgado.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LUGAR EXPERIMENTAL

La elaboración de alimento en base a harina de pota y harina de cañihua se realizó en la planta de producción de alimentos balanceados de la empresa Nubal EIRL, ubicada en distrito de Yura- Arequipa.

El bioensayo se realizó en las instalaciones de jaulas flotantes de trucha arcoíris de la empresa El Caribe de los Andes EIRL, ubicada en la localidad de Litoral Quellojani, Centro Poblado de Jacantaya, Provincia de Moho, Departamento de Puno, entre los meses de setiembre a noviembre del 2017.



**Figura 4.** a) Ubicación geográfica de la localidad Litoral Quellojani. b) Ubicación de las jaulas flotantes en el noreste del Lago Titicaca. c) 10 Jaulas flotantes en las que se hicieron las evaluaciones de los tratamientos. d) 20 Unidades de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) por tratamiento, para bioensayo en el lugar in situ.

- Latitud Sur : 15° 19' 09,1"
- Longitud Oeste : 69° 38' 49,7" del meridiano de Greenwich
- Altitud : 3,817 m.s.n.m.
- Región Natural : Suni (entre 3.500 a 4.100 m.s.n.m.)
- Temperatura promedio : 14° C
- Periodo de trabajo (mes) : Julio a diciembre del 2017



Por otro lado, las pruebas de laboratorio se realizaron en el Laboratorio de control de Calidad de Aguas de la Facultad de Química, y el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Veterinaria en la Universidad Nacional del Altiplano - Puno.

## **3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL**

### **3.2.1. Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)**

200 unidades en etapa de engorde con un peso promedio de 220 g, trazabilizados con una marca impresa en la piel y un código QR (Quick Response) impresa en una hoja.

### **3.2.2. Harina de Pota**

La harina de pota fue adquirida de la empresa Negociación Pesquera del Sur S.A. que garantiza la calidad de harina prime.

### **3.2.3. Harina de Cañihua**

Esta harina es de la variedad Cupi y fue adquirida de la Cooperativa Agroindustrial COPAIN, ubicada en el distrito de Cabana, las buenas prácticas de manufactura y sus sellos de calidad garantizan la materia prima.

## **3.3. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.3.1. Materiales de laboratorio**

- Buretas, de 100 y 500 ml.
- Campana desecadora.
- Crisoles de porcelana
- Erlenmeyer de 500 y 1000 ml.
- Pipetas volumétricas de 10 y 20 ml.
- Probeta, capacidad de 1/4, 1/2 y 1 litro.
- Vasos de precipitados de 100, 500 y 1000 ml.



### 3.3.2. Materiales de control en bioensayo

- Baldes de plástico, capacidad 5 y 20 litros Chinguillos en base de malla
- Cálcales o chinguillos con mallas de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro.
- Guantes quirúrgicos
- Chaleco impermeable
- Embarcación para traslado
- Dos estructuras piscícolas rígidas de 5m x5m de longitud.
- 10 bolsas o jaulas flotantes de 2.50m x 2.50m de longitud por 2.3m de altura, con paño de malla de 1pulgada.
- Aguja para coser cualquier rotura inesperada
- Hilo alquitranado.
- Tablero de registro
- Cuadernillo de apuntes.
- Calculadora.
- Dos tinas de plástico, de material pvc, de 50 litros.
- Envases de capacidad  $\frac{1}{2}$ , 1 y 2 litros.
- Bolsas de polietileno de alta densidad.
- Mesas de trabajo de madera.

### 3.3.3. Equipos

- Balanza semi analítica de una capacidad de 1 kg.
- Balanza de plataforma, capacidad 100 kg.
- Balanza analítica, capacidad 600 grs.
- Balanza comercial tipo reloj, capacidad 10 kg.
- Balanza digital de precisión, capacidad 3kg.
- Ictiómetro metálico graduado, 10 a 50 cm de longitud.
- Potenciómetro pH meter 320 WTW.
- Hornillas eléctricas.
- Mufla, marca Labor, 0-500 °C.
- Equipo de extracción Söxhlet.
- Equipo de destilación micro Kjeldhal.
- Equipo de extrusión, capacidad 300 kg/h 380 V, 50 HP motor.
- Equipo de mezclado horizontal, capacidad 1200 kg/h 380 V, 6 HP motor.



- Molino de martillos, capacidad 800 kg/h 380 V, 15 HP motor.
- Estufa, temperatura máxima de 200°C.
- Potenciómetro (Determinación del pH)
- Acidímetro (Determinación de acidez titulable)
- Extrusor de 30 HP
- Molino de martillo de 15 HP
- Mezclador horizontal de 15 HP

#### **3.3.4. Reactivos**

- Ácido Bórico al 2%
- Ácido Sulfúrico al 1.25 %
- Ácido clorhídrico al 0.05 N.
- Hexano.
- Hidróxido de Sodio al 0,1 N.
- Solvente Orgánico Éter.
- Solución de fenolftaleína al 0.5 % y 1 %
- Rojo de metilo y Azul de metileno.

#### **3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

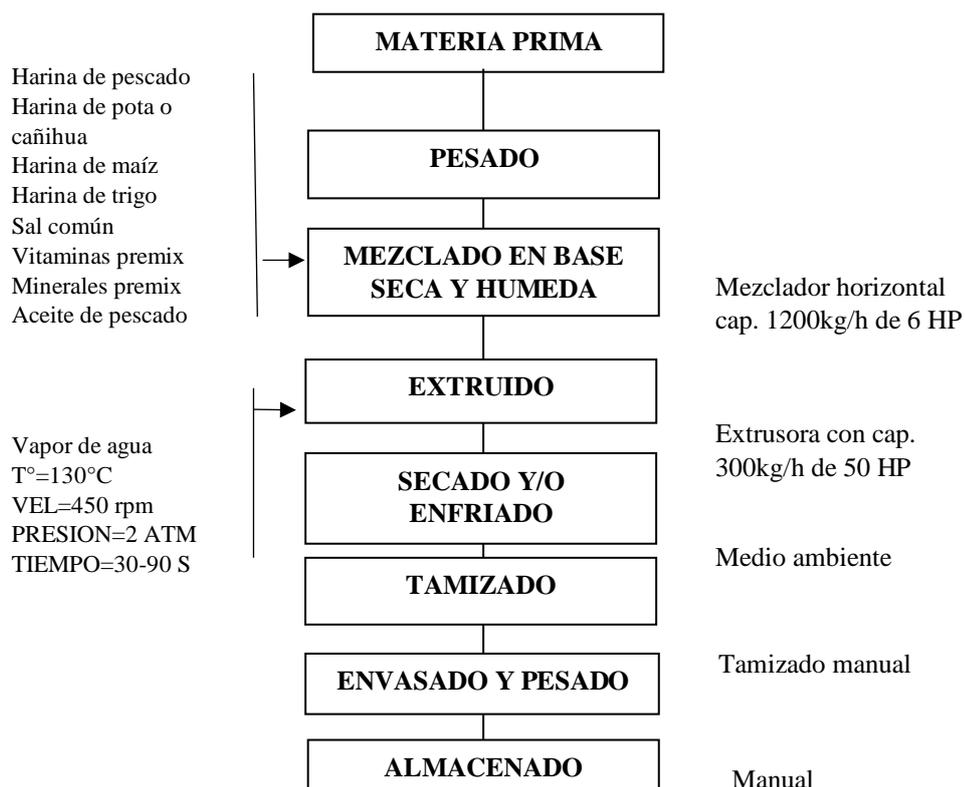
En la presente investigación la metodología para la ejecución del experimento se divide en dos partes, consistiendo la primera en realizar la elaboración y evaluación de dos formulaciones de alimentos balanceados extruidos, sustituyendo en una formulación la harina de pescado por harina de papa al 10% y en otra sustituyendo la harina de pescado por harina de cañihua al 10%, se evaluó las propiedades fisicoquímicas proximales de los alimentos elaborados, la segunda parte consiste en alimentar 200 truchas en las primeras horas del día así como lo indican Tvenning & Karlsen (2001), con los dos alimentos elaborados y dos alimentos balanceados testigos; para la investigación se usó 10 jaulas cada una con 20 truchas, cuatro jaulas destinadas a alimentación con los dos alimentos elaborados y dos testigos (un tipo de alimento por jaula), seis jaulas destinadas a

alimentación combinada de dos tipos de alimento por jaula (combinando 50% de un tipo de alimento y 50% del otro).

### 3.4.1. Formulación y elaboración de las mezclas

Para la elaboración de mezclas experimentales se usaron insumos adicionales como: harina de pescado, harina de trigo, harina de maíz, harina de soya, aceite de pescado y Premix (vitaminas y minerales). El producto se obtuvo por extrusión y la formulación de las mezclas se realizó con el programa solver de Excel en el cual se usó la harina de pota al 10% y harina de cañihua al 10%.

### 3.4.2. Elaboración de alimento balanceado



**Figura 5.** Diagrama de flujo para la elaboración de dos alimentos balanceados para trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), con sustitución al 10% de harina de pescado por harina de Pota (*Dosidicus gigas*) para un alimento y para el otro sustitución de harina de pescado por harina de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Elaboración Propia (2017)



- a. Materias primas. - Se consideró materias primas a partir de productos alimenticios enteros o granulados tradicionales.
  
- b. Mezclado en base seca y húmeda. - Se efectuó en dos etapas: La primera fase se realizó el mezclado en base seca con la finalidad de mezclar todas las harinas y los ingredientes secos en un mezclador horizontal, de capacidad de 1200 kg/h, 380 V con motor de 6 HP, con una hélice central que se mueve a 50-70 R.P.M., por un periodo de 10 minutos. En la segunda fase se adicionó el ingrediente en base húmeda, que fue el aceite de pescado.
  
- d. Extruido. - La operación de moldeado se llevó a cabo en un extrusor con capacidad de 300kg/h, 380 V, 50 HP motor. La extrusión consiste en la alimentación de la mezcla en cantidad continua y necesaria para que el tornillo del extrusor comprima la mezcla y la fuerce a través de los agujeros de salida y se realice el proceso de expansión.
  
- f. Secado. - El alimento balanceado al salir de la máquina extrusora, fue secado a temperatura ambiente por un tiempo de 5 horas.
  
- g. Tamizado. - El producto secado, se tamizó manualmente con la finalidad de obtener un producto homogéneo y para separar algunas partículas desechas.
  
- h. Ensacado y pesado. - El ensacado se realizó en bolsas laminadas de polipropileno, de 25 kg cada bolsa.
  
- i. Almacenamiento. - Las dietas elaboradas se almacenó en un ambiente seco sobre parihuelas de madera debidamente rotuladas para evitar confusión.

### 3.4.3. Tratamientos en estudio y variables de respuesta

Los tratamientos en estudio fueron 10, en ellas se suministró 4 alimentos extruidos, al igual que la combinación de las mismas, como se muestra en el siguiente detalle:

<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b> APP01 +
APP 01	APP 02	APP 03	APP 04	APP 02
<b>T6</b> APP 01 +	<b>T7</b> APP 01 +	<b>T8</b> APP 02 +	<b>T9</b> APP 02 +	<b>T10</b> APP 03 +
APP 03	APP 04	APP 03	APP 04	APP 04

**Figura 6.** Esquema y diseño de distribución de 10 tratamientos, cada tratamiento evaluado en una jaula flotante, por el periodo de 60 días, con 5 bioensayos para la colecta de datos, en el noreste del Lago Titicaca.

A1: Alimento comercial Nicovita para la etapa de engorde (Testigo).

A2: Alimento comercial Nubal Perú para la etapa de engorde (Testigo).

A3: Alimento elaborado con harina de cañihua al 10%.

A4: Alimento elaborado con harina de pota al 10%.

T1: A1

T2: A2

T3: A3

T4: A4

T5: 50% A1 + 50% A2

T6: 50% A1 + 50% A3

T7: 50% A1 + 50% A4

T8: 50% A2 + 50% A3

T9: 50% A2 + 50% A4

T10: 50% A3 + 50% A4

**Factor en Estudio:** Características fisicoquímicas de cuatro alimentos

**Variables de Respuesta:** Porcentaje de proteína, Grasa, Carbohidrato, humedad y ceniza

**Factor en Estudio:** Evaluación y comparación de cuatro alimentos

**Variables de Respuesta:** Índices productivos de trucha: Peso Vivo (PSV), Longitud total (LGT), Factor de Conversión Alimenticio (FCA), Índice de Condición Corporal (ICC).

**Factor en Estudio:** Evaluación y comparación de 4 alimentos combinados al 50% - 50%



**Variables de Respuesta:** Índices productivos de trucha: Peso Vivo (PSV), Longitud total (LGT), Factor de Conversión Alimenticio (FCA), Índice de Condición Corporal (ICC).

Para cada tratamiento corresponderá una jaula de estudio, el cual será suministrado con una ración alimenticia diaria, en el que cada día incrementará el alimento proporcionado por medio de los pesajes, el cálculo diario de ración alimenticia se hizo con la fórmula:

$$\text{Ración alimenticia} = \frac{\text{Biomasa (Kg)} \times \text{T.A.}}{100}$$

La tasa alimenticia (T.A.), se trabajó con el valor de 1.5; la ración alimenticia, permite saber la cantidad de alimento a suministrar a los peces, en función a su peso, talla y temperatura del agua (°C); los cálculos se realizan con tablas por tipo de alimento, que definen el valor de la T.A.

#### **3.4.4. Determinación de índices productivos de truchas**

Se determinaron por trazabilidad de cada pez en estudio, generándose etiquetas de códigos QR del pez 1 al pez 20 (P1 al P20) y una marca en la piel con símbolos diferenciados en la parte lateral del pez, hicimos análisis biológico en función al desarrollo del peso vivo (PSV), longitud total (LGT), factor de conversión alimenticia (FCA) e índice de condición corporal (ICC).

El peso vivo (PSV) se determinó por pesaje de truchas fuera del agua en balanza de precisión de 3kg de capacidad, al igual que la longitud (LGT), se midió con un ictiómetro, a su vez el factor de conversión alimenticio (FCA) se determinó por la siguiente relación

$$\text{FCA} = \frac{\text{Peso de alimento suministrado (Kg)}}{\text{Biomasa Final (Kg)} - \text{Biomasa Inicial(Kg)}}$$



El índice de condición corporal se determinó como una división entre el peso multiplicado por 100 y longitud del pez elevado al cubo, según la siguiente fórmula.

$$ICC = \frac{P \times 100}{L^3}$$

### **3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS**

#### **3.5.1. Análisis fisicoquímico proximal de los cuatro alimentos extruidos**

Se realizó según AOAC (1995), con el método Kjeldahl (Uyan *et al.*, 2007) y Soxhlet, usando éter de petróleo (Amirkolaie *et al.*, 2014) para determinar proteínas y grasas.

##### **3.5.1.1. Determinación de Proteína**

###### **Preparación de soluciones**

- Solución de hidróxido de sodio al 40%: Disolver 200 g, de hidróxido de sodio en agua destilada libre de CO<sub>2</sub> y diluir a 500 ml.
- Solución indicadora: 10 partes de verde de bromocresol (100 mg en 100 ml de etanol) y 7 partes de rojo de metilo (100 mg en 100 ml)
- Solución 0.02 N de ácido clorhídrico: Solución ya estandarizada.
- Solución al 4% de ácido bórico: Se disuelve 40 g de ácido bórico en 100 ml de agua destilada muy caliente y diluir a 1 litro.
- Mezcla ácida: 5 partes de ácido fosfórico concentrado se adiciona cuidadosamente a 100 partes de ácido sulfúrico concentrado.

###### **Procedimiento**

- Se determina la proteína por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Higienizar los equipos y materiales antes del procedimiento.



- Trabajar con recuperación.

### **Digestión**

- Pesar 200 g de muestra preparada sobre un papel libre de nitrógeno, colocar el papel con la muestra en el tubo Kjeldahl, junto con 2 perlas de vidrio.
- Agregar 10 ml de mezcla ácida mezclar el contenido, luego se somete el equipo a 400°C por una hora, al cado del cual el liquido de verá de color celeste, se continua la digestión por 15 minutos más y se procede a la destilación.

### **Destilación**

- Conectamos el tubo Kjeldahl a la unidad de destilación y se adicionan 25 ml de agua destilada y 40 ml de soda al 40 %.
- El destilado se recoge en una fiola de 500 ml que lleva sumergido el extremo del refrigerante en 20 ml de ácido bórico al 4 % adicionando de gotas del indicador.
- Después de haber destilado por 10 minutos se titula con ácido clorhídrico 0.02 N hasta viraje del indicador de color verde claro a rojo que será el punto final.

### **Cálculos**

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(\text{ml CIH} - \text{B}) \times \text{N} \times 1.4 \times \text{Fc}}{\text{Pm}}$$

B = Blanco

N = Normalidad del CIH

Fc = Factor de conversión del nitrógeno

Pm= Peso de la muestra

#### **3.5.1.2. Determinación de Grasa**

### **Procedimiento**

- La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.



- Pesar de 2 a 5 g de muestra y depositarla en el capuchón de extracción.
- Colocar algodón absorbente encima de la muestra, muchas veces en pequeñas cantidades presionando ligeramente, secar el capuchón junto con la muestra a 95 a 100 °C por 2 horas.
- Colocar el capuchón dentro del extractor, adicionar 80 ml de éter etílico, encender el equipo, pesar el balón previamente estabilizado a 100 °C.
- Remover el capuchón después de 4 horas de haber sido extraído y recuperar el éter del balón.
- Volatilizar el éter residual y secar el balón a 95 – 100°C por 60 minutos, enfriar y pesar el balón para los cálculos.

### **Cálculos**

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(W1 - W2) \times 100}{W}$$

W = Peso de la muestra

W1= Peso del balón menos el extracto

W2= Peso del balón con grasa

### **3.5.1.3. Determinación de Humedad**

#### **Procedimiento**

- Se obtiene la humedad mediante la balanza de determinadora de humedad H.W. Kessel S.A.
- Los parámetros fijados en el equipo para realizar los ensayos son Temperatura 120°C en intervalo de tiempo de 10 minutos.
- Se pesa 2 g de muestra en el platillo previamente tarado.



- Una vez cerrado el equipo se puso en funcionamiento por 10 minutos.
- Se obtiene en forma directa el contenido porcentual de humedad de cada tratamiento.

#### **3.5.1.4. Determinación de Ceniza**

##### **Procedimiento**

- La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Calentar el crisol de porcelana en la mufla a 500°C durante 30 minutos.
- Enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0.1 mg.
- Pesar en el crisol 2 g de muestra con aproximación al 0.1 mg.
- Colocar el crisol con su contenido sobre un plato de calentamiento.
- Regular la temperatura para evitar pruebas por proyección del material durante el tiempo que sea necesario hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón, lo que se comprueba con la ausencia de humos.
- Introducir el crisol en la mufla a la temperatura de 500°C por espacio de 4 horas.
- Sacar de la mufla el crisol con las cenizas, dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación 0.1 mg.
- Repetir la incineración por periodos de 30 minutos, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

##### **Cálculos**

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(W3 - W1) \times 100}{(W2 - W1)}$$

W1 = Peso del crisol vacío



W2 = Peso del crisol con la muestra

W3 = Peso del crisol con las cenizas

### **3.5.2. Análisis biométrico de la trucha**

#### **3.5.2.1. Determinación de peso vivo**

##### **Procedimiento**

- Las truchas se dejan en ayuno 02 días antes del control de peso
- Se capturan la totalidad de truchas por jaula que son 20 unidades
- Se sumergen a las truchas con la ayuda de un chinguillo en una solución de agua en un lavador que adormita a los peces, para facilitar el pesado de los mismos
- Se pesan en una balanza digital, lo más rápido posible con la finalidad de no causar daños al pez
- Se liberan a los peces a las mismas jaulas, previamente desinfectadas y lavadas.

#### **3.5.2.2. Determinación de longitud**

##### **Procedimiento**

- Se realiza previo ayuno de 02 días
- Se capturan la totalidad de truchas por jaula que son 20 unidades
- Se sumergen a las truchas con la ayuda de un chinguillo en una solución de agua en un lavador que adormita a los peces, para facilitar el pesado de los mismos
- Se mide la longitud del pez con un ictiometro, desde la punta de la cabeza hasta el vértice de la formación de “V” de la cola.
- Se liberan a los peces a las mismas jaulas, previamente desinfectadas y lavadas.



### 3.5.2.3. Determinación de factor de conversión alimenticio

#### Procedimiento

- Antes del inicio de la evaluación se calcula la biomasa inicial de la jaula a evaluar
- Se suma la cantidad total de alimento suministrado en el lapso de 15 días de alimentación
- Pasado 15 días de alimentación se calcula la biomasa final de la jaula evaluada, quiere decir de cada tratamiento para nuestro caso
- Los datos apuntados arriba mencionados se reemplazan en la siguiente formula

$$FCA = \frac{\text{Peso de alimento suministrado (Kg)}}{\text{Biomasa Final (Kg) - Biomasa Inicial(Kg)}}$$

### 3.5.2.4. Determinación de índice de condición corporal

#### Procedimiento

- Del conjunto de peces en la jaula se obtiene el peso final promedio en gramos
- Obtenemos la longitud final en centímetros
- Reemplazamos los datos en la formula siguiente

$$ICC = \frac{P \times 100}{L^3}$$

Donde:

P = peso final promedio (g)

L = longitud final (cm)



### 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.6.1. Análisis estadístico para las características fisicoquímicas de los alimentos

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con dos repeticiones, teniendo como factores de estudio: características fisicoquímicas con sustitución de harina de pescado por harina de pota y harina de cañihua al 10%, sobre la composición físico química (proteína, grasa, carbohidrato, humedad y ceniza) del alimento extruido. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0.05 y pruebas de comparación múltiple de Tukey, con modelo matemático del diseño completamente al azar:

$$Y_{ij} = \mu_i + T_i + \varepsilon_{ij}$$

- $Y_{ij}$  : Variable de respuesta.
- $\mu_i$  : Media de los tratamientos.
- $T_i$  : Efecto de los tratamientos.
- $\varepsilon_{ij}$  : Error experimental.

Las características fisicoquímicas de los alimentos procesados, se comparó con un patrón fijo

#### 3.6.2. Análisis estadístico para evaluación de los índices productivos de la trucha en cuatro alimentos balanceados

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con tres repeticiones, teniendo como factores de estudio: Evaluación y comparación de cuatro alimentos con efecto del tiempo (0, 15, 30, 45 y 60 días) de alimentación de las truchas con los tratamientos experimentales sobre el desarrollo del pez (ganancia de peso, longitud, factor de conversión alimenticio e índice de condición corporal), se realizaron análisis de varianza (ANOVA). Para establecer diferencias existentes entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey



### Modelo aditivo adicional

$$Y_{ij} = \mu_i + T_i + \varepsilon_{ij}$$

- $Y_{ij}$  : Variable de respuesta.  
 $\mu_i$  : Media de los tratamientos.  
 $T_i$  : Efecto de los tratamientos.  
 $\varepsilon_{ij}$  : Error experimental.

### Error estándar de la media (EEM)

$$EEM = \frac{\sqrt{CME}}{\sqrt{n}}$$

- EEM : Error estándar de la media.  
CME : Cuadrado medio del error.  
n : Número de observaciones por media (repeticiones).

### Modelo estadístico de test de comparación de medias: Tukey

$$W_t = q_{(\alpha, t, GL_e)} \times \sqrt{CME \times n}$$

- $q_{(\alpha, t, GL_e)}$  : Amplitudes estudentizadas significativas de Tukey (AEST).  
 $\sqrt{CME \times n}$  : Amplitud limite significativas de Tukey (ALSt).  
 $\alpha$  : Nivel de confiabilidad.  
t : Número de tratamiento.  
GL<sub>e</sub> : Grados de libertad del error.  
CME : Cuadrado medio del error.  
n : Número de repeticiones.

#### 3.6.3. Análisis estadístico para evaluación de los índices productivos de la trucha en cuatro alimentos balanceados

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con tres repeticiones, teniendo como factores de estudio: Evaluación y comparación de 4 alimentos combinados al 50% - 50% con efecto del tiempo (0, 15, 30, 45 y 60 días) de alimentación de las truchas con los tratamientos experimentales respecto a los indicadores de ganancia de peso, longitud, factor de conversión alimenticio e índice de condición corporal, se realizaron análisis de varianza (ANOVA). Para establecer diferencias existentes entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey



### Modelo aditivo adicional

$$Y_{ij} = \mu_i + T_i + \varepsilon_{ij}$$

- $Y_{ij}$  : Variable de respuesta.  
 $\mu_i$  : Media de los tratamientos.  
 $T_i$  : Efecto de los tratamientos.  
 $\varepsilon_{ij}$  : Error experimental.

### Error estándar de la media (EEM)

$$EEM = \frac{\sqrt{CME}}{\sqrt{n}}$$

- EEM : Error estándar de la media.  
CME : Cuadrado medio del error.  
n : Número de observaciones por media (repeticiones).

### Modelo estadístico de test de comparación de medias: Tukey

$$W_t = q_{(\alpha, t, GL_e)} \times \sqrt{CME \times n}$$

- $q_{(\alpha, t, GL_e)}$  : Amplitudes estudentizadas significativas de Tukey (AEST).  
 $\sqrt{CME \times n}$  : Amplitud limite significativas de Tukey (ALSt).  
 $\alpha$  : Nivel de confiabilidad.  
t : Número de tratamiento.  
GL<sub>e</sub> : Grados de libertad del error.  
CME : Cuadrado medio del error.  
n : Número de repeticiones.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ANALISIS PROXIMAL DE ALIMENTOS EXTRUIDOS PARA TRUCHA

En la Tabla N° 5, se presenta los resultados de composición química proximal de cuatro alimentos balanceados extruidos, Nicovita (A<sub>1</sub>), Nubal (A<sub>2</sub>), Cañihua (A<sub>3</sub>) y Pota (A<sub>4</sub>); donde se observa que el porcentaje de mayor contenido de proteína alcanzado es 38.62% (A<sub>1</sub>), seguido de 37.58 % (A<sub>4</sub>), 35.92% (A<sub>2</sub>) y 32.24% (A<sub>3</sub>). Respecto al porcentaje de grasa el valor más alto corresponde al A<sub>4</sub> con 34.55%, seguido de las dietas A<sub>2</sub> y A<sub>3</sub>, 29.33 y 29.21 % respectivamente y con el valor más bajo el A<sub>1</sub> con 22.20%. Para el análisis proximal de carbohidratos, se observa que la dieta A<sub>1</sub> tiene el valor más alto 16.76%, seguido de las dietas A<sub>3</sub> y A<sub>2</sub> con 12.54 y 9.96 % respectivamente y con un valor bajo encontrado en A<sub>4</sub> con 2.38 %, en cuanto al contenido de humedad de los alimentos evaluados, se observa que la A<sub>3</sub> tiene el valor más alto con 9.45%, seguido de las dietas de A<sub>4</sub>, A<sub>2</sub> y A<sub>1</sub> con 8.96, 8.85 y 8.73 %, respectivamente. Los porcentajes de cenizas obtenidos indican que la dieta A<sub>3</sub> presenta 12.49 %, la A<sub>4</sub> con 12.19 %, seguidas de A<sub>2</sub> y A<sub>1</sub> con 12.05 y 9.22 %, como se muestran en el siguiente detalle.

**Tabla 5.** Resultados de análisis fisicoquímicos de cuatro tipos de alimentos balanceados para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), analizado con el método oficial de laboratorios AOAC *Association of Official Analytical Chemists* 1990.

COMPONENTE	ALIMENTOS			
	Nicovita (A <sub>1</sub> )	Nubal (A <sub>2</sub> )	Cañihua (A <sub>3</sub> )	Pota (A <sub>4</sub> )
Proteína (%)	38.62	35.92	32.24	37.58
Grasa (%)	22.20	29.33	29.21	34.55
Carbohidratos (%)	16.76	9.96	12.54	2.38
Humedad (%)	8.73	8.85	9.45	8.96
Ceniza (%)	9.22	12.05	12.49	12.19

**Fuente:** Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos - Ciencias Agrarias (2017).



Estos resultados se validan por usar el mismo procedimiento de Uyan *et al.*, (2007), comparados con (Chura, 2005; Montaña, 2009; FAO, 2014; Pozos, 2010; Tantalean, 2014; Valdez *et al.*, 2015; Cahuana, 2015) que reportan 40 % de proteína como requerimiento de la trucha arco iris en la etapa de engorde, para Macedo (2015) corresponde 40 a 45%, mientras que (Noel, 2003; Flores, 2014; Ponce, 2014; Mamani, 2016 y Gomez, 2017) refieren que la proteína debería estar en un rango de 42 a 43 %; Oliva (2011) y Benitez (2014) mantienen el concepto del 45 a 48% de proteína para el desarrollo del pez, en la etapa de engorde.

Coincidimos con (Callalla, 2016; Fernández, 2016; y Rojas *et al.*, 2008) que establecen un promedio de 35% de proteína, en el alimento balanceado para un buen desarrollo de la trucha; pero diferimos con dichos autores respecto al contenido del porcentaje de grasa en la dieta, ya que mencionan que el promedio de grasa es de 9% y nosotros trabajamos con un promedio de 31%, sin embargo Noel (2003), afirma que con alimentos del 42% de proteína y 6 al 12 % de grasa, se alcanzan los mejores resultados, además Huaman (2015) observó que la proteína y la grasa pueden sustituirse mutuamente en un 5%; lo que contradicen Rojas *et al.* (2008) y Flores (2015) al mencionar que para la etapa de engorde se disminuye el porcentaje de proteínas en la dieta, pero el porcentaje de grasa debe aumentar (Benitez, 2014) en función a los requerimientos de los peces.

Sin embargo, nosotros mantenemos un equilibrio entre la proteína y grasa de 37.58 y 34.55% respectivamente, obteniendo los mejores resultados con esos porcentajes, evitamos reducir la proteína para dar origen al letargo, crecimiento lento, flacidez, anemia (Maximixe, 2010) y pérdida de peso (Cahuana, 2015). Incrementamos la proteína para mantener el tejido conectivo del pez en óptimas condiciones, ya que a mayor presencia de colágeno la textura es más firme (Gutiérrez, 2012), a su vez creemos que las proteínas



vegetales favorecen contra varias infecciones bacterianas y estimulan el crecimiento del pez y su sistema inmunológico, tal como también lo mencionan Metochis *et al.* (2016).

Respecto a la grasa, mantenemos una similitud con los rangos establecido por Quimbiamba (2009) 26 a 35%, Toledo (2005) 33 a 38% y Macedo (2015) 35 a 40%; a diferencia de 5 a 6% (Orna, 2010), 6 a 8% (R. Rojas et al., 2008), 10 a 12% (Pozos, 2010), 10 a 40% (Montaña, 2009), 13% (Nuñez y Somoza, 2010 citados por Mamani, 2016), 13 a 15% (Oliva, 2011), 13 a 20% (FONDEPES, 2014), 15 a 20% (Noel, 2003), 15 a 25% y 8 a 12% (Cho, 1992 y Godoy, 2002 respectivamente citados por Chura, 2006); sin embargo nuestras dietas de Cañihua (29.21%) y Pota (34.55%) tienen más contenido de grasa respecto a la mayoría de los investigadores mencionados. Incidimos en el incremento de la grasa, porque las truchas pueden digerirlas bien (Ponce, 2014), lo que conlleva a un mejor crecimiento y engorde de los peces (Benitez, 2014) en el menor tiempo posible.

En cuanto a los carbohidratos (FONDOEMPLEO, 2010 citado por Mamani, 2016) menciona que se podría considerar hasta un máximo de 25%, al igual que (Oliva, 2011) 23.5%, y (Toledo, 2005) 17.3%; no obstante Macedo (2015) recomienda que no excedan el 12%, ya que reducen el apetito, crecimiento, y disminuye la digestibilidad a medida que aumenta su complejidad (HJERTENES, 1991 citado por Toledo, 2005), además la trucha aprovecha mal los carbohidratos para fines energéticos (Noel, 2003); ahora bien los carbohidratos de cereales en un alimento balanceado pueden ser cantidades elevadas, ya que no son digeridas por los peces y no causan daño (Orna, 2010). Coincidimos con Macedo, HJERTENES y Noel, ya que encontramos mejores resultados con 2.38% de carbohidratos en la dieta de Pota, a su vez la adición de más cañihua no perjudica el desarrollo de la trucha.



La humedad se determinó por duplicado (Roncarati *et al.*, 2011) y es considerada en 7.5% (Oliva, 2011); 8% (Toledo, 2005), para Nicovita y Naltech, la humedad no debe pasar el 10% (Cahuana, 2015; Flores, 2014; Gomez, 2017; Mamani, 2016; Valdez *et al.*, 2015) y según Gomez (2017) el alimento Ewos, no debe superar el 11%.

Nuestros análisis proximales se encuentran en un rango de 8.73 a 9.45 % de humedad, lo que indica que estamos dentro de los rangos permisibles. Los alimentos balanceados menores a 12% de humedad, tienen menores riesgos de contaminación microbiana, hongos, parásitos, además de mejor estabilidad y digestibilidad (Noel, 2003).

Respecto al análisis fisicoquímico de los alimentos balanceados extruidos evaluados, las cenizas se encuentran en rangos de 9.22% para la dieta Nicovita, hasta 12.49% en el caso de la dieta Cañihua, así pues nuestros resultados se asemejan a los de Oliva (2011) 8%, Macedo (2015) 10% y Quimbiamba (2009) 12%, estando dentro de los parámetros necesarios; en cambio Gomez (2017) indica que el alimento balanceado extruido, puede tener hasta un máximo de 14 % de cenizas.

#### **4.2. EVALUACIÓN BIOMETRICA DE TRUCHA CON CUATRO ALIMENTOS**

La evaluación culminó después de los 60 días de alimentación en cuatro jaulas flotantes a las cuales se denomina tratamientos, cada una con 20 peces (unidades de estudio).

Se realizó biometrías cada quince días con la ayuda de una balanza de precisión y un ictiómetro, considerando parámetros básicos como ganancia de peso vivo (PSV), la ganancia de longitud de truchas (LGT), factor de conversión alimenticia (FCA) e índice de condición corporal (ICC), que darán evidencia de la efectividad de cada dieta en el desarrollo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, por eso



todo el manejo de los peces fue extremadamente suave y la mayoría de los peces se recuperaron después de cada evaluación biométrica, aunque ocasionalmente se producía la muerte (Castell *et al.*, 2018); los cuatro alimentos balanceados fueron elaborados con tecnología de extrusión, además observamos los efectos que cada alimento tiene en los tratamientos, los resultados nos muestran diferencias significativas de cada parámetro evaluado en función al tiempo.

#### 4.2.1. Evaluación de peso corporal

El criterio más sencillo para evaluar el crecimiento del pez, es la ganancia de peso vivo (Morillo *et al.*, 2013) y por consiguiente está relacionada con las características propias de cada uno de los alimentos probados (Cortés, 2010), es por ello que registramos en nuestro cuaderno de campo virtual (Fieldbook), la cantidad de alimento diario suministrado a los tratamientos y los pesos de todas las truchas que existen por tratamiento evaluado; cada 15 días, donde 13 días corresponden a la alimentación y 2 días de ayuno para realizar los controles biométricos. Para la apertura del estudio mencionaremos que las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) inician con peso promedio de 206.25g para el T1 (Nicovita), 220.25g T2 (Nubal), 214.75g para T3 (Cañihua) y 200.25g. en el T4 (Pota).

En la Tabla N°6 se presenta el análisis de variancia de ganancia de peso vivo, evaluados con cuatro dietas diferentes; observamos que las fechas de evaluación mostraron diferencias altamente significativas ( $F_{val}= 342.0$ ,  $p < 0,05$ ), así como también los alimentos suministrados ( $F_{val}= 4.75$ ,  $p= 0.003$ ), del mismo modo existen diferencias significativas en la interacción de los días de evaluación y los alimentos ( $F_{val}= 2.90$ ,  $p<0.05$ ).

**Tabla 6.** Análisis de variancia de ganancia de peso vivo (g) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Pota, Cañihua, Nicovita y Nubal), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días.

	<b>G. L.</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr (&gt;F)</b>	
Días	4	1869838	467459	342.001	<2e-16	***
Alimentos	3	19475	6492	4.75	0.002922	**
Días:Alimentos	12	47718	3976	2.909	0.000737	***
Error	352	481126	1367			

CV: 13.07

De la misma manera la Tabla N° 7, nos muestra que la dieta Pota es diferente a las demás, con un promedio de 432g, consideramos que es la mejor dieta que gana más peso vivo con un máximo de 535g, seguido de los promedios en las dietas Nicovita, Nubal y Cañihua con 408g, 394g y 386g respectivamente.

**Tabla 7.** Comparación de medias de incremento de peso vivo (g) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, alimentadas con cuatro dietas distintas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

<b>Dieta</b>	<b>Promedio</b>	<b>r</b>	<b>Significancia</b>
Pota	432.353	17	a
Nicovita	408.111	18	ab
Nubal	394.286	14	abc
Cañihua	386.111	18	bc

Arredondo *et al.* (1996), evaluaron truchas en un sistema de recirculación, con temperatura de 17°C, un pH de 8.6 y oxígeno disuelto de 6.5 mg/l, iniciaron con truchas



de un peso inicial promedio 98.24 g dentro de 39 días de evaluación se obtuvo 238.70 g de peso final y el incremento fue de 140.26 g. Comparando con nuestro experimento que se realizó en jaulas flotantes instaladas en el Lago Titicaca, observamos que trabajando con una temperatura promedio de 14°C, un pH de 8.5, oxígeno disuelto de 5 mg/l y con un peso inicial de 206.25 g como se muestra en el Anexo B9, a los 45 días el peso es de 339.17 g incrementando en éste lapso de tiempo 132.92 g, vemos que la diferencia de ganancia de pesos en ambos estudios es de 7.34 g en 6 días; consideramos que la ganancia de peso se debe a las condiciones óptimas que el pez tiene para su desarrollo, como el pH, que según M. Flores (2014) en un valor de 8.6 corresponde al lago mayor en un periodo estratificado y 8.5 mg/l al lago menor, tal cual es para nuestro caso, significa que el equipo de Arredondo hizo su evaluación como si la hubiese hecho en el lago mayor, a sí mismo, el nivel de oxígeno disuelto disponible mientras más sea es mejor, además Arredondo *et al.* trabajaron con una temperatura hasta de 19.8°C, por tanto la exigencia de alimento es mayor, lo que se traduce en mayor incremento en peso; sin embargo M. Flores (2014) trabaja con alimento Nicovita, una temperatura 15.42°C, peso inicial de 105.6 g y a los 60 días o quinta biometría el peso llegó a 242.1 g mostrando un incremento de 136.5 g. Comparando con nuestros resultados del T1 (tratamiento uno, evaluado con alimento Nicovita), analizamos el P5 (pez número cinco) que inicia la evaluación con peso de 160 g y en el periodo de 60 días obtiene un peso de 450 g, incrementando 290 g, los incrementos para ambos estudios difieren en 179.76 g, la razón de esta diferencia probablemente sea por la densidad de carga en las jaulas de M. Flores, ya que trabajó con 100 truchas en cada una, no obstante para incrementar la ganancia de peso vivo en menos tiempo, se debe reducir la densidad de carga e incrementar el tamaño de jaula para darle mayor espacio de movilidad al pez, lo que generará un mejor aprovechamiento del



alimento suministrado, sin tener complicaciones en ganancia de peso incluso cuando se tiene temperaturas por debajo de los 14°C.

Dionate *et al.* (2016) evaluando la engorda de peces *Lutjanus guttatus* durante 60 días, suministrando 45% de proteína en una alimentación ad libitum, dos veces al día a las 9:00 y a las 15:00 horas, a una temperatura de 29°C, oxígeno disuelto de 3.4 mg/l, pH de 7.4 ligeramente alcalino y con una densidad de 3 ind/m<sup>3</sup>, el trabajo se hizo con una biomasa inicial promedio de 1154 g y una biomasa final de 1510 g, tuvo un incremento de 355 g; en cambio nosotros trabajamos con una densidad de 2.5 ind/m<sup>3</sup>, suministramos alimento a las 5:30 horas cada día de acuerdo al requerimiento del pez y ración alimenticia diaria, el P4 del T3 tuvo un peso inicial de 160 g, al cabo de 60 días el peso final fue de 480 g, incrementando 320 g; por otro lado la ganancia de peso de Dionate *et al.* es mayor por suministrarse dos veces al día el alimento al zaceo, aún con reducido oxígeno disuelto, se logra incrementar el peso del pez considerablemente, a su vez cabe mencionar que a menor densidad los peces tienen mayor libertad, más oxígeno y mayor crecimiento (M. D. Flores, 2014).

El mejor de los tres tratamientos de Ba *et al.* (2007) tiene un peso inicial de la trucha 155.7 g y un peso final de 217.6 g en el que tuvo un incremento de 61.9 g en un tiempo de 91 días de estudio, con una temperatura que oscila desde los 8.5 hasta los 18°C y oxígeno disuelto en un rango de 8.2 a 9.8 mg/l, por nuestra parte el mejor resultado de ganancia de peso, se da en el T10 en el P9 evaluados a una temperatura de 14°C, oxígeno disuelto de 5 mg/l y con peso inicial de 180 g al cabo de 60 días termina con 595 g, teniendo un incremento de 415 g; por los resultados mencionados podemos deducir que aun teniendo rangos superiores a 8 mg/l de oxígeno disuelto, los peses no siempre desarrollan como esperamos que lo hagan, por más que el tiempo de evaluación sea



superior a los 90 días, creemos que el factor que retardó la ganancia de peso en el estudio de Ba *et al.*, fue la variación de los rangos de temperatura desde 8.5 hasta los 18°C; la superioridad de nuestro pez en estudio P9 del T10 cuyo alimento formulado es a base de harina de cañihua y pota, los que a su vez tienen alto contenido de fibra y grasa respectivamente, lo que hace que el alimento tenga mayor aprovechamiento por parte del pez y si comparamos nuestro P2 del T1 que inicia con un peso de 240 g y finaliza en 60 días con 510 g, incrementando 270 g, con la evaluación hecha por Gomez (2017), que también se realiza con Nicovita, pero en una alimentación ad libitum (al zaceo) iniciando con peso de 185.7 g y terminando en 60 días con 533.3 g, el incremento de peso es de 347.6 g, la diferencia con nuestra evaluación que se hizo con una alimentación convencional es de 77.6 g; en el cuarto tratamiento, siendo éste el mejor de Gomez se suministró a los peces alimento Ewos el cual tiene alto contenido en grasa, al igual que con Nicovita en una alimentación ad libitum (al zaceo), iniciando con 190.6 g en el término de los 60 días se obtiene un peso final de 625.8 g, siendo su incremento 435.2 g, para nuestro caso el ejemplar más pudo desarrollar en ganancia de peso es el P9 del T10, llegando a incrementar 415 g, aproximadamente 20 g por debajo del mejor tratamiento de Gomez, dichos resultados confirman que los alimentos en altos contenidos de grasa, suministrados hasta zacear a los peces da mejores resultados para la ganancia de peso vivo en menos tiempo.

Por otra parte, si analizamos el contenido del pellet de los tratamientos en función a la ganancia de peso vivo, observamos que los alimentos con mayor contenido de grasa, son los que más incrementan el peso de los peces, como en nuestro caso el A<sub>4</sub> con 34.55% de grasa, el segundo componente nutricional más importante para la ganancia de peso es la proteína, sin embargo el excedente de las grasas digeridas por los peces se acumulan según Arana *et al.* (2016) en el hígado y las gónadas; del mismo modo la importancia del



incremento de proteína y la densidad mínima de carga es vital para la ganancia de peso como dice Akbulut *et al.* (2002) en su estudio de tasa de crecimiento en truchas, instaladas en jaulas marinas, alimentadas hasta la saciedad (*ad libitum*) tres veces al día por 202 días, con temperaturas que varían entre los 7.9 a 15.3 °C, oxígeno disuelto de 7.7 a 10.0 mg/l, con un componente nutricional del pellet en 46% de proteína y 13 % de grasa, bajo esas condiciones encontraron que la biomasa final se vio significativamente afectado por el tamaño de la población ( $P < 0,05$ ) y es así que la tasa de crecimiento específico en grupos pequeños (1.11%) fue mejor que en otros dos grupos (1.02%)

De ahí que a mayores dimensiones de la jaula y menor densidad, mayor es el desarrollo del pez, generando ganancia de peso vivo en menos tiempo, lo que se traduce en mejores ingresos económicos; bajo este análisis Blanco (1995) asevera que las variaciones en el aumento de peso no son similares cuando están sujetas a la influencia de factores genéticos, nutricionales, de manejo, sanitarios, de calidad de agua y crecimiento individual, y por ende la ganancia de peso en un lote de truchas puede variar.

#### **4.2.2. Evaluación de longitud**

Las medidas se tomaron con un ictiómetro de madera en función a la longitud estándar en el que se mide desde la punta de la nariz del pez hasta el punto donde la aleta de la cola se divide en dos, con la trucha sobre el costado derecho, enderezando el cuerpo y la cola a lo largo de la línea mediana. Cada unidad dimensionada se anotó en el cuaderno de campo virtual (Fieldbook), logramos registrar datos cada 15 días. Al inicio las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) tuvieron las siguientes dimensiones promedio, 25.20 cm para el T1 (Nicovita), 24.79 cm T2 (Nubal), 24.76 cm para T3 (Cañihua) y 25.09 cm en el T4 (Pota).

La Tabla N° 8 presenta el análisis de variancia de ganancia de longitud del pez, evaluados con cuatro dietas diferentes en 5 biometrías cada 15 días mostrando diferencias significativas entre cada una de ellas ( $F_{val}=291.28$ ,  $p<0.05$ ), el registro de evaluaciones en alimentos muestra diferencias significativas ( $F_{val}= 7.34$ ,  $p<0.05$ ) más no existe interacción entre las fechas de evaluación y los alimentos ( $F_{val}= 1.357$ ,  $p= 0.19$ ).

**Tabla 8.** Análisis de variancia de ganancia de longitud o talla (cm) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días.

	<b>G.L.</b>	<b>Suma Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>valor F</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Días	4	1560.4	390.1	291.286	< 2e-16 ***
Alimentos	3	29.5	9.8	7.342	8.7e-05 ***
Días:Alimentos	12	21.8	1.8	1.357	0.185
Error	354	474.1	1.3		

CV: 4.13

Del mismo modo la Tabla N° 9, nos muestra que la dieta Nicovita es diferente a las demás, con un promedio de 31.7 cm, consideramos que es la mejor dieta respecto a incremento de longitud, con un máximo de 33.8 cm seguido de las dietas Pota, Nubal y Cañihua con 33.0 cm, 31.8 cm y 32.8 cm como máximo de incremento de longitud ganado respectivamente.

**Tabla 9.** Comparación de medias de incremento de longitud o talla (cm) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, ubicadas en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

<b>Dieta</b>	<b>Promedio</b>	<b>r</b>	<b>Significancia</b>
Nicovita	31.7	18	a
Pota	30.812	17	ab
Nubal	30.657	14	ab
Cañihua	30.189	18	bc

Dionate *et al.* (2016) dicen que las diferencias en crecimiento y eficiencia alimenticia, determinadas con cada tratamiento, son reflejo tanto de la calidad del alimento, como de la de los niveles de proteína y lípidos, pero también de la etapa productiva de los peces durante el proceso de engorde, cuando alcanza cierto tamaño, no una cierta edad, por lo que se espera que los peces maduros tengan tamaños más grandes (Elkareem *et al.*, 2014), por eso para Metochis *et al.* (2016) las discrepancias de tamaño iniciales, son por la diferencia de tamaños el cual es razón principal de observación; sin embargo, se deben realizar estudios más exhaustivos que impliquen la estandarización de los tamaños en peces (Konan *et al.*, 2017). En cuanto a medición del pez, Hossain (2010) menciona que existen tres tipos como longitud total, longitud estándar y longitud de la horquilla, siendo la longitud estándar el que usamos para nuestra evaluación.

Las diferencias de temperatura explican el 50% de la variación de crecimiento diario registrado (Tvenning & Karlsen, 2001), más aun conociendo que el crecimiento y conversión son dos criterios variables que determinan el éxito en el cultivo de peces (Ba *et al.*, 2007), por esta razón en un nivel de producción de truchas con el peso promedio del lote y su tasa de crecimiento se puede determinar cuánto tiempo debe transcurrir para



llegar a una determinada talla, y por lo tanto, definir el momento de la cosecha (G. Morales, 2004), en relación al momento de cosecha, Ordóñez (2005) recomienda obtener alevines certificados, con un porcentaje de reversión sexual química del 95-98%, lo que garantizará una ganancia de peso y longitud uniformes, evitando diferencias en talla. En contraste con el dimensionamiento de los peces Orellana (2008) desarrolló un algoritmo que permite estimar el tamaño de peces, aplicando visión por computadora, obteniendo el borde del pez para hallar su longitud

En el artículo de Akbulut *et al.* (2002) se encontró que el crecimiento se ve afectado por el tamaño de la población ( $P < 0,05$ ), así mismo la tasa de alimentación diaria más alta fue en grupos grandes (1,66%), seguidos de grupos medianos (1,55%) y pequeños, de manera que el rendimiento de crecimiento de la trucha arco iris parecía estar deprimido en el grupo de gran tamaño; en nuestro caso no afecta el tamaño de población por tratamiento ya que solo se evaluaron 20 unidades por tratamiento, respecto a la tasa de alimentación se suministraron alimentos en estudio de acuerdo a la biomasa de cada una de ellas, pretendiendo lograr un crecimiento uniforme, evitando así una alta dispersión de tallas (H. Flores & Vergara, 2012), del mismo (G. Morales, 2004) observó que, en la medida que la ración de alimento entregada era mayor, la dispersión de tallas aumentaba. Ahora bien, creemos que la dispersión de tallas es un aspecto importante que se debe tener en cuenta en la crianza intensiva de trucha y específicamente a la hora de alimentar a los peces.

Además, si se obtienen lotes más homogéneos al momento de la cosecha se podrán seleccionar un mayor número de individuos que cumplan con el rango de talla que demande el comprador (G. Morales, 2004), en consonancia con Fernández (2016) que menciona que la trucha se comercializa principalmente en dos tamaños: a) pan size, que



va de 20 a 30 cm de longitud y 250 a 300 g (entre 12 a 16 meses de edad) y b) tamaño grande, que va de 400 g hasta 2 kg (entre 12 y 24 meses).

Del mismo modo para el análisis de nuestros tratamientos respecto a tallas, las pruebas inician con promedios de: T1 (Nicovita) 25.20 cm hasta llegar a una longitud total de 31.70 cm, se mostró un incremento de 6.5 cm al final de la evaluación, paralelamente el T2 (Nubal) inició con una longitud promedio de 24.79 cm, luego de los 60 días de evaluación terminó con una longitud de 30.66 cm, lo que se traduce en un incremento de 5.87 cm; T3 (Cañihua) inicia con 24.76 cm, llegando a una longitud promedio final de 30.19 cm, incrementando 5.43 cm en el lapso de la evaluación y finalmente T4 (Pota) que inicia con 25.09 cm, al final del tiempo evaluado el tamaño promedio es 30.81 cm, en consecuencia incrementa 5.72 cm.

Con respecto a lo mencionado, Arredondo *et.al.* (1996) iniciaron su investigación con truchas de una longitud de 22.47 cm, al cabo de 39 días de alimentación llegaron a longitud de 26.46 cm, incrementando 3.99 cm, la presente investigación inicia con 25.20 cm, después de 45 días se obtuvo 30.60 cm habiendo un incremento de 5.4 cm, siendo éste último el de mayor incremento, pese a que las condiciones de desarrollo fueron mejores que las nuestras como temperatura de 17°C, un pH de 8.6 y oxígeno disuelto de 6.5 mg/l, donde probablemente la diferencia esté en la densidad de carga, como menciona Akbulut (2002) en su estudio donde los peces se introdujeron en jaulas con la misma densidad de población (2.1 kg / m<sup>3</sup>) y tres grupos de diferentes tamaños (pequeño: 52.1 ± 10.8 g, n = 2,250; mediano: 77.6 ± 11.7 g, n = 1,500; grande: 118.6 ± 20.1 g, n = 1,000), encontró que el crecimiento, la conversión alimenticia, la alimentación diaria y la biomasa final se vieron significativamente afectados por el tamaño de la población, tal como se muestra en el ensayo de H. Flores & Vergara (2012), que representó un crecimiento superior al control en un 5,3%, sin embargo, no existen diferencias estadísticamente



significativas entre ambos tratamientos ( $P = 0,011$ ), no obstante es vital los niveles de oxígeno disuelto para el crecimiento del pez, por esta razón Akbulut *et.al.* (2012) menciona que la tasa de consumo de oxígeno para las longitudes promedio totales de  $17.7 \pm 0.36$  y  $35.5 \pm 0.44$  cm está en el rango de 95.2-140.0 mgO<sub>2</sub>kg / h según el tamaño del pez, además observó que el consumo de O<sub>2</sub> aumentó durante el día.

La longitud final promedio que tenemos es de 31 cm, sin embargo en el T10, el P4, tiene una longitud final de 34.2 cm, el cual se asemeja al tamaño de reproductores de la piscifactoría en el que Huanca (2017) hace sus estudios ( $34,9 \pm 4,9$  cm de longitud y  $478,7 \pm 233,4$  g de peso), del mismo modo los resultados de (G. A. Morales & Quirós, 2006) en todos los casos  $J1 > J2 > J3$  al final de la experiencia longitud inicial 18.6 cm, longitud final 22.4cm, tienen un incremento de longitud de 3.8 cm, superando ampliamente nuestros incrementos promedio por tratamiento con 6.5 cm, sin embargo el P15 del T<sub>1</sub> tiene un incremento de 7.3 cm ya que el pez inicia la evaluación con una longitud inicial de 26.5 cm y culmina con 33.8 cm, seguido por el P17 del T4 que inicia con 24.9 cm y culmina con 32.0 cm, incrementando 7.1 cm, el mismo incremento que llega a obtener Gomez (2017) usando el alimento Ewos y una ganancia de longitud de 5.27 cm, en truchas alimentadas con solo Ispi (M. D. Flores, 2014), los alimentos de los investigadores contienen alto contenido de grasa, sin embargo nuestro alimento a base de Pota iguala y hasta superan sus márgenes de ganancia.

El P7 del T3 inicia con 25.8 cm, al término de 60 días culmina con 32.8 cm teniendo un incremento de 7 cm, por su parte el P15 del T2 presenta un incremento de 6.2 cm, así como el T1 con el P5 que obtuvieron mayor incremento de longitud con 7.2 cm y si comparamos con los resultados de Gomez (2017) que suministra alimento Nicovita a los peces, iniciando con una longitud inicial de 19.0 cm y culmina con 25.1 cm,



incrementando 6.1 cm, del mismo modo M. D. Flores (2014), usando Nicovita observa que la longitud de la trucha incrementa 4.6 cm en su biomasa total, ambos trabajos realizados en 60 días, notamos que nuestro tratamiento supera ampliamente a los dos autores mencionados que trabajaron con el mismo alimento que usamos para evaluar el T1,

Creemos que las ganancias en cuanto a longitud fueron óptimas para el T3 y T4, debido a la calidad del alimento suministrado, ya que en sus insumos existen propiedades emulsionantes de las harinas vegetales, como las proporciones de aminoácidos hidrofílicos a hidrofóbicos (Ling *et al.*, 2016).

#### **4.2.3. Factor de Conversión de Alimenticio (FCA)**

Es la cantidad de alimento necesaria para producir 1 kilogramo de carne (Solis, 2009) e indica un mejor aprovechamiento de la ración balanceada, ya que la utilización del alimento (Oliva, 2011) y su cantidad adecuada a entregar diariamente (Zevillano, 2017) tendrá como resultado mejores tasas de conversión, en tal sentido Morillo *et al.* (2013) hacen mención a que usualmente la cantidad de proteína de la dieta es convertida en peso corporal, así Amirkolaie *et al.* (2014) dicen que la relación de conversión de alimento (FCA) se calcula por jaula a partir de los datos de consumo de alimento y el aumento de peso.

La Tabla N° 10 muestra el reporte de la medición del factor de conversión alimenticio, de acuerdo a las fechas de biometrías que se hicieron cada 15 días, mostrando diferencias significativas entre cada evaluación ( $F_{val}=63.37$ ,  $p<0.05$ ), del mismo modo para las dietas evaluadas ( $F_{val}=4.56$ ,  $p<0.05$ ) más no existe diferencias significativas en la interacción entre las fechas de evaluación y las dietas ( $F_{val}= 1.13$ ,  $p= 0.34$ ), debemos de considerar que en el día de inicio no se tiene valores de FCA, porque no se tuvo un

historial de alimentación suministrado diariamente, para esta evaluación solo tendremos cuatro valores cuantitativos, como se aprecian en los siguientes detalles.

**Tabla 10.** Análisis de variancia del factor de conversión alimenticio (FCA) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, ubicadas en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días.

	<b>G.L.</b>	<b>Suma Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Días	3	0.528	0.17600	1.901e+29	<2e-16 ***
Alimentos	3	0.038	0.01267	1.368e+28	<2e-16 ***
Días:Alimentos	9	0.000	0.00000	1.130e+00	0.341
Error	304	0.000	0.00000		

CV: 0.00

Así mismo la Tabla N° 11, muestra una ligera diferencia entre las dietas Cañihua y Pota, más no entre las otras dos dietas, consideramos que el mejor FCA recae en el T3 que es de Cañihua, por el contenido de fibra en la dieta.

**Tabla 11.** Comparación de medias del factor de conversión alimenticio (FCA) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, ubicadas en el noreste del Lago Titicaca por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

<b>Dieta</b>	<b>Promedio</b>	<b>r</b>	<b>Significancia</b>
Cañihua	0.89	18	a
Nubal	0.90	14	b
Nicovita	0.90	18	b
Pota	0.92	17	c

Estos resultados comparados con los de Chura (2006) que observó una mejor conversión en los primeros periodos del experimento, registró para el día 60 los siguientes



FCA, en la dieta testigo 1.04, Lombriz 0.98, Sangre 1.02 y por último el PETT con 1.02, el mejor valor que muestra Chura es el de la dieta Lombriz 0.98:1, así como Ba *et al.* (2007), alcanzaron F1 ( $1.45 \pm 0.101$ ), F2 ( $1.74 \pm 0.093$ ) y F3 ( $1.77 \pm 0.105$ ), respectivamente, el mejor promedio se obtuvo de una alimentación diaria en F1 ( $P < 0.05$ ), además el FCA para Akbulut (2002) varió entre 1.37 y 1.70. En cambio, para nosotros el mejor FCA es 0.79:1, implica que para producir 1kg de truchas se requiere 0.79 kg de alimento, esto nos muestra que mientras menor sea el FCA habrá un menor consumo de alimento. Sin embargo la disminución en la proteína produce una mayor absorción de proteínas para obtener 1 kg de peso corporal y, por lo tanto, más liberación de nitrógeno en el ambiente acuático, el aumento de la descarga de nitrógeno y el retraso del crecimiento (Burcu, 2007) afectando el desarrollo de los peces.

La disminución en la frecuencia de alimentación, no afecta la supervivencia de los peces, conforme a H. Flores & Vergara (2012) que obtuvieron mayor crecimiento en los peces del ensayo, con mejor conversión de alimento, lograron la reducción de alimento depositado en el fondo de los estanques y un mejor apetito en los peces, en tal sentido decidimos suministrar alimento a los tratamientos solo una vez por día y en efecto los resultados validan nuestro procedimiento.

En los estudios de Aranibar (2012) observamos un FCA de Sacha inchi 1.94, Nuez 2.78 y Kiwicha 2.27 son relativamente altos en comparación con nuestros rangos mínimos de 0.79 y máximos de 0.92, de los T1, T2, T3 y T4; para Cortés (2010) las mejores tasas de conversión alimenticia se obtuvieron con la dieta testigo (4.98) seguida por las dietas del 10 y 20% (5.11 y 5.17 respectivamente), del mismo modo G. A. Morales & Quirós (2006) en sus dos tratamientos de J1 ( $1.32 \pm 0.08$ ) que fue levemente mayor a J2 ( $1.13 \pm 0.14$ ) éstos no difirieron estadísticamente ( $P = .91$ ), así también Okumus & Mazlum (2002) presentan rangos de 1.04-1.12, del mismo modo D. Flores (2015) observa en su



estudio de rentabilidad económica de la producción de truchas en jaulas flotantes, los siguientes FCA 1,25 el segundo de 1,20 y 1,17 por lo tanto no existe diferencia significativa entre los grupos de estudio de ambos autores, como también para nuestro caso, sin embargo difieren estadísticamente respecto a los días después de la siembra (DDS) ya que el análisis estadístico se realiza en función al tiempo transcurrido.

Por otro lado en una dieta alta en grasas, el selenio mejora la proporción de conversión alimenticia al disminuir la tasa de oxidación (Amirkolaie *et al.*, 2014), como también podemos indicar que la lisina es el aminoácido esencial predominante 58.3 mg/g en la proteína de la harina de cañihua (Gallego *et al.*, 2014) que favorece e incrementa mayor nivel de voracidad en el pez y creemos que se debe a la lisina, por las características nutricionales que tiene este aminoácido esencial, en la evaluación se observó que los peces en el T3 fueron más ágiles, con mayor desplazamiento por pez, en consecuencia el T3 posee el mejor FCA; Valencia & Valiente (2015) obtiene mejores resultados para la sustitución de harina de pescado al 25% (1.68), mas no para el 50% (1.69) y 75% (2.44), sin embargo para una sustitución al 10% se obtiene mejores FCA como en nuestro caso con promedio de 0.89.

Respecto al efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento del pez, Silva (2004), menciona que el FCA determinado fue  $4.33 \pm 0.42$ ,  $2.82 \pm 0.04$  y  $2.78 \pm 0.22$  para las densidades de 6, 9 y 12 peces/m<sup>2</sup> respectivamente, presentándose que el FCA en la densidad de 6 peces/m<sup>2</sup> fuera significativamente mayor ( $P < 0.05$ ), así como en nuestra evaluación se encontró una tendencia a mejorar el aprovechamiento del alimento balanceado, evidenciado por la mejor eficiencia en el FCA del tratamiento realizado con alimento a base de cañihua; ahora bien Gt & Oe (2016) alimentaron peces con dietas que contenían 30 y 70 mg de  $\beta$ -caroteno kg<sup>-1</sup> y sin una dieta basal, donde el FCA en el



tratamiento C fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ) que los grupos de dieta suplementada con  $\beta$ -caroteno.

Del mismo modo Johnson (2013) declara que el uso de la sal no reemplaza la necesidad de buenas prácticas de manejo tales como mantener limpios los canales y los estanques antes de manipularlos o transportarlos, mantener las densidades adecuadas y evitar la sobrealimentación.

Según los resultados encontrados, alimentar con la dieta cañihua es la mejor alternativa, por ser el tratamiento más favorable con el menor FCA, así como menciona G. Morales (2004) alimentar saciedad sería la opción más correcta en la estación cálida y siempre que se esté dentro del rango óptimo, ya que no se perjudica significativamente la conversión alimentaria y se obtienen mayores tasas de crecimiento, con lo cual se puede llegar a la talla comercial en menor tiempo.

#### **4.2.4. Índice de condición corporal (ICC)**

El ICC se estimó a partir de la longitud y peso (Klontz, 1991), siendo éste un parámetro del bienestar de los peces (Konan *et al.*, 2017); así, los resultados del análisis estadístico que se muestran en la Tabla N° 12, se observa en el resultado que existe diferencia significativa ( $F_{val} = 37.96$ ,  $p < 0,05$ ) entre los cuatro tratamientos respecto a los días de evaluación biométrica, al igual que entre las 4 dietas suministradas con ( $p = 0.026$ ) y así como en la interacción entre ellas ( $p < 0.05$ ), resultando heterogeneidad, además se tiene un coeficiente de variabilidad del 1.22 % que indica la alta confiabilidad de los datos experimentales.

**Tabla 12.** Análisis de variancia del índice de condición corporal (ICC) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, ubicada en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días.

	<b>G.L.</b>	<b>Suma Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Días	3	2.599	0.8662	37.962	< 2e-16 ***
Alimentos	3	0.214	0.0714	3.127	0.0262 *
Días:Alimentos	9	0.872	0.0969	4.248	3.58e-05 ***
Error	276	6.298	0.0228		

CV: 12.19

De la Tabla N° 13 podemos mencionar que el ICC de las unidades de estudio varió entre 1.28 a 1.48, así mismo la dieta pota con un valor de mayor significancia 1.482, seguida por la dieta cañihua con 1.412, del mismo modo la dieta pota con 1.369, el de menor significancia la dieta nicovita con 1.282, además la cañihua y nicovita ambas dietas culminan el estudio con 18 truchas, la dieta de mayor significancia termina el estudio con 17 unidades, y finalmente la dieta nubal con 14 truchas, por los valores y por las unidades vivas, se estima que la dieta pota sea la que tenga el mejor índice de condición corporal .

**Tabla 13.** Comparación de medias del índice de condición corporal (ICC) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de cuatro dietas (Cañihua, Pota, Nubal y Nicovita), en cuatro jaulas distintas con veinte peces en cada jaula, ubicadas en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

<b>Dieta</b>	<b>Promedio</b>	<b>r</b>	<b>Significancia</b>
Pota	1.482	17	a
Cañihua	1.412	18	ab
Nubal	1.369	14	abc
Nicovita	1.282	18	bcdef



Observamos que T2 para el día 15 presenta un valor por debajo del 1.1 como indica Nicovita, consideramos que se debe a la adaptabilidad tardía que los peces presentan frente a la dieta Nubal, sin embargo, apreciamos que para el día 60 los valores de 1.48 y 1.41 en T4 y T3 respectivamente presentan una buena condición corporal.

Para la redacción de nuestros resultados, los datos obtenidos se analizaron según la norma de Charles & Baxter (2003):

Valor de ICC : Comentarios

- 1.60 : Excelente estado del pez.
- 1.40 : Un buen pez, bien proporcionado.
- 1.20 : Un pez aceptable para muchos pescadores.
- 1.00 : Un pez pobre, largo y delgado.
- 0.80 : Pescado extremadamente pobre, cabeza grande, cuerpo estrecho y delgado.

Sin embargo Chura (2006) compara sus resultados con la siguiente normativa:

- ICC>1 : sobre peso
- ICC=1 : normal
- ICC<1 : delgado

El mismo que difiere con la anterior normativa, ya que Chura indica que siendo mayor a 1 el ICC el pez estaría en sobre peso, lo contrario indican Charles & Baxter que siendo mayores a 1 se obtiene mejores resultados, que cataloga a valores iguales o superiores de 1.60 como excelente estado del pez.

Se debe agregar que el factor de condición es 1 o más cerca de 1, indicando el buen estado de los peces (Konan *et al.*, 2017), una trucha con un ICC menor a 1 es delgado, posiblemente desnutrido, cola o débil, en cambio cuando es mayor a 1.5 se ve como excesivo, indicando que puede tener niveles demasiado altos de grasa en el cuerpo y en las vísceras (Nicovita, 2017), por lo que se espera que los criterios de alimentación y crecimiento sean superiores a 1.0 para la trucha arco iris (Gorgi, Rahmani, & Miyanj,



2016), por lo que supone que los peces más pesados de una longitud dada están en mejores condiciones (Bolger & Connolly, 1989) de desarrollo,

Ba *et al.* (2007) evaluaron 360 peces, al final de la prueba los ICC fueron F1 (1.13), F2 (1.11) y F3 (1.15), no obstante nosotros llegamos a obtener ICC que llegan hasta 2.08 como se muestra en el P11 del T4, los siguientes con mejores resultados son P4 (1.95), P14 (1.71), P16 (1.56) todas del T3, P12 (1.62) del T2 y P16 (1.59) del T4, observamos que el T3 tiende a tener mejor ICC; aun cuando Silva (2004) observó condiciones de 3.08, 2.97 y 3.06 para las densidades de 6, 9 y 12 peces/m<sup>2</sup> respectivamente; en nuestro caso observamos que el P11 del T4 llega a tener un ICC de 2.08 que es el mayor valor encontrado entre los diez tratamientos que en nuestra tesis mostramos, con una tendencia a mejorar el aprovechamiento del alimento balanceado, evidenciado por la mejor eficiencia en factor de conversión y factor de condición.

Para M. D. Flores (2014) el mejor ICC a los 60 días fue de 1.20, del mismo modo G. Chura, (2006) observó que la dieta testigo presenta mejor condición con 1.04, así como (Gomez, 2017) con una alimentación ad libitum, llegó a obtener 1.7 en el alimento ewos, por otro lado French *et al.* (2014) observaron que la trucha marrón en un arroyo dominado por aguas subterráneas continuó alimentándose con autóctonos y los macrófitos, por ello aumentó su condición, y creció durante el invierno, por consiguiente podemos mencionar que la etapa de invierno no afecta al desarrollo de crecimiento y condición.

Para Okumus & Mazlum (2002), la temperatura del agua y oxígeno disuelto fluctuaron entre 10.8-23.3°C, y 8.0-9.7 mg/l, los índices de condición corporal tuvieron un comportamiento inicial  $1.23 \pm 0.14$  y final  $1.60 \pm 0.50$ , sin embargo en nuestra tesis observamos que trabajando con una temperatura de 14°C y oxígeno disuelto de 5 mg/l, tenemos como resultado un ICC promedio mínimo de 1.28 y máximo de 1.48, usando



casi el 50% del oxígeno disuelto de Okumus & Mazlum, por lo observado, el consumo medio diario de oxígeno en los grupos de tamaño grande y pequeño entre días no es significativo, así mismo la dieta de alimentación tiene un efecto importante sobre el consumo de oxígeno, por lo tanto, la alimentación manual dos veces al día hasta la saciedad se asignó como método y tasa de alimentación (Akbulut *et al.*, 2012), sin embargo diferimos con lo que mencionan Akbulut *et al.*, porque alimentando manualmente una vez al día, tuvimos buenos resultados en ganancia de peso y talla, del mismo modo observamos que suministrando el alimento a las 6 de la mañana, obtuvimos mejor conversión y condición corporal.

Finalmente, para una producción intensiva de las truchas arco iris, se debe generar un historial con los datos recopilados de longitud, peso y factor de condición para comparar con los datos comparables preparados para el crecimiento del lote. Si los peces son más pequeños que el tamaño previsto, se debe aumentar la cantidad de alimentación diaria durante el próximo período de crecimiento y viceversa, si los peces son más grandes que el tamaño previsto (Klontz, 1991), para optimizar las cantidades de los alimentos y por ende los costos de producción.

#### **4.3. EVALUACIÓN BIOMETRICA DE LA TRUCHA CON ALIMENTOS COMBINADOS**

Después de los 60 días de evaluación de alimentos combinados en seis jaulas denominadas tratamientos, cada una con 20 peces, se realizó biometrías cada quince días considerando parámetros como ganancia de peso vivo (PSV), ganancia de longitud de truchas (LGT), factor de conversión alimenticia (FCA) e índice de condición corporal (ICC), se combinaron cuatro alimentos balanceados que fueron elaborados con tecnología de extrusión; Quimbiamba (2009) a la combinación de dos alimentos se le asigna un



tratamiento de 50%-50%, o de dietas combinadas (Remicio, 2016), como se muestra a continuación:

A1: Alimento comercial Nicovita para la etapa de engorde (Testigo).

A2: Alimento comercial Nubal Perú para la etapa de engorde (Testigo).

A3: Alimento elaborado con harina de cañihua al 10%.

A4: Alimento elaborado con harina de pota al 10%.

T5: 50% A1 + 50% A2

T6: 50% A1 + 50% A3

T7: 50% A1 + 50% A4

T8: 50% A2 + 50% A3

T9: 50% A2 + 50% A4

T10: 50% A3 + 50% A4

Lo que se traduce en:

T5: 50% Nicovita + 50% Nubal

T6: 50% Nicovita + 50% Cañihua

T7: 50% Nicovita + 50% Pota

T8: 50% Nubal + 50% Cañihua

T9: 50% Nubal + 50% Pota

T10: 50% Cañihua + 50% Pota

#### 4.3.1. Evaluación de peso corporal

Registramos en nuestro cuaderno de campo virtual (Fieldbook), la cantidad de alimento diario suministrado a los tratamientos y los pesos de todas las truchas que existen por tratamiento evaluado, cada 15 días

La Tabla N° 14 presenta el análisis de variancia de ganancia de peso vivo en truchas arcoíris, combinando dos alimentos en una proporción del 50% de cada una, generando una nueva dieta, según el requerimiento de consumo diario del pez. De acuerdo

a las fechas de evaluación, vemos diferencias significativas ( $F_{\text{val}}= 363.0$ ,  $p < 0,05$ ) y las dietas también mostraron diferencias significativas ( $F_{\text{val}}= 6.62$ ,  $p<0.05$ ), así como la interacción entre ellas ( $F_{\text{val}}= 2.04$ ,  $p<0.05$ ).

**Tabla 14.** Análisis de variancia de ganancia de peso vivo (g) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días.

	<b>G.L.</b>	<b>Suma Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Días	4	2539451	634863	363.099	< 2e-16 ***
Alimentos	5	57907	11581	6.624	5.3e-06 ***
Días:Alimentos	20	71432	3572	2.043	0.00492 **
Error	552	965149	1748		

CV: 14.21

La evaluación de las proporciones de combinación, se realizó con pesos iniciales promedio de: T5 (Dieta Nicotiva + Nubal): 192.75 g, T6 (Dieta Nicotiva + Cañihua): 210.50 g, T7 (Dieta Nicotiva + Pota): 201.00 g, T8 (Dieta Nubal + Cañihua): 193.75 g, tratamiento T9 (Dieta Nubal + Pota): 186.75 g, T10 (Dieta Cañihua + Pota): 230.00 g iniciada la alimentación se registró en tablas de control los pesos de un total de 20 peces por cada 15 días, donde 13 días corresponden a alimentación y 2 días de ayuno para realizar los controles biométricos. Se aprecia que T10 de dieta Cañihua + Pota es la que predomina con 432.78 g y una ganancia en peso vivo total de 202.78 g en los 60 días de evaluación, seguida del T7 con dieta de Nicovita + Pota con peso final promedio de 409.61 g y que tiene una ganancia de 208.61 g, seguido por T5 de Nicovita + Nubal con peso final 409.50 g, con ganancia de 216.75 g, T6 de Nicovita + Cañihua con peso final

de 397.75 g con ganancia de 187.25 g, T9 de dieta Nubal + Pota con un peso final promedio de 385.00 g que tiene una ganancia de peso en 198.25 g, el tratamiento que tuvo ganancia de peso más baja es T8 de Nubal + Cañihua con peso final promedio de 368.42 g y una ganancia de peso vivo de 174.67 g.

**Tabla 15.** Comparación de medias de ganancia de peso vivo (g) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

<b>Dieta</b>	<b>Promedio</b>	<b>r</b>	<b>Significancia</b>
Cañihua+Pota	432.778	18	a
Nicovita+Pota	409.611	18	ab
Nicovita+Nubal	409.5	20	ab
Nicovita+Cañihua	397.75	20	ab
Nubal+Pota	385	17	abc
Nubal+Cañihua	368.421	19	bcd

A partir de una mejor comprensión del crecimiento de distintos lotes de peces en engorde, se podrá describir el patrón de crecimiento bajo las condiciones de un criadero comercial, pudiendo predecir la ganancia de peso en el tiempo, determinar la biomasa en crecimiento en un momento dado y la cantidad de alimento que se debe entregar para un engorde eficiente ( G. Morales, 2004).

La etapa de engorde tiene un peso promedio de 250 g. (Callalla & Cancapa, 2016), para nuestro estudio usamos un peso promedio inicial de 220 g, en tal sentido, analizamos el desarrollo del incremento de peso en 60 días, nuestro trabajo nos permite evaluar a los



peces de forma individual, siendo así, apreciamos que en diez tratamientos los peces inician con un peso exacto de 180 g, como se ven en el siguiente detalle por tratamientos, T1 (P4,P7,P8 y P14), T2 (P19), T3 (P5), T4 (P6 y P20), T5 (P16 y P18), T6 (P2 y P10), T7 (P9,P10 y P13), T8 (P17 y P19), T9 (P13 y P14), T10 (P9 y P20), pasado los 60 días de evaluación llegan a obtener los siguientes pesos, T1(P4=345 g,P7=345 g, P8=380 g, y P14=435 g), T2 (P19=345 g), T3 (P5=350 g), T4 (P6=395 g y P20=390 g), T5 (P16=295 g y P18=440 g), T6 (P2=390 g y P10=470 g), T7 (P9=385 g, P10=360 g y P13=460 g), T8 (P17=370 g y P19=340 g), T9 (P13=430 g y P14=305 g), T10 (P9=595 y P20=505 g), los mismos que llegan a tener una ganancia total de, T1(P4=165 g,P7=165 g, P8=200 g, y P14=255 g), T2 (P19=165 g), T3 (P5=170 g), T4 (P6=215 g y P20=210 g), T5 (P16=115 g y P18=260 g), T6 (P2=210 g y P10=290 g), T7 (P9=205 g, P10=180 g y P13=280 g), T8 (P17=190 g y P19=160 g), T9 (P13=250 g y P14=125 g), T10 (P9=415 y P20=325 g), como se aprecia el T10 es superior a todos, además los tratamientos que tienen alimentos combinados son los que mejor resultado presentan, por lo tanto recomendamos la aplicación de dietas combinadas para la alimentación de los peces.

Viendo el estudio de Flores (2014), que tuvo un peso inicial de 80.2 g, al octavo mes obtuvo truchas con 279.8 g de peso, teniendo un incremento solo de 199.6 g, comparando con T10 de dieta Cañihua + Pota, llegando a tener una ganancia final promedio de 202.78 g, sin embargo el P9 del T10 (pez nueve del tratamiento diez), es el que llega a obtener la ganancia máxima de todo el T10 y es de 415 g, por iniciar con un peso de 180 g y al cabo de 60 días culmina con 595 g, supera el resultado a Flores debido a que trabajó con una temperatura promedio de 13.8 °C y nosotros con 14.3 °C lo que explica que al tener mayor temperatura, el requerimiento de alimento es mayor, por lo tanto hubo más incremento de peso en menos tiempo.



Además se debe considerar las necesidades nutricionales de los peces, estrategia de entrega del alimento y cantidad que se debe entregar (Vidal, 2013), siguiendo esta premisa consideramos que al combinar de los alimentos, éstos complementan sus propiedades nutricionales y satisfacen las necesidades de los peces de forma individual, ya que cada pez tiene un requerimiento nutricional distinto al otro, creemos que al poder realizar más combinaciones de dietas podemos satisfacer a más peces dentro de una jaula de producción, lo que implica un mejor resultado de ganancia de peso en menos tiempo, comprobando lo dicho en nuestro estudio, entregando el alimento al pez solamente una vez al día.

La tendencia de los alimentos en su elaboración, tienen un valor nutricional similar al de las fuentes de proteína dietética (Storebakken *et al.*, 2015), la futura aplicación de esos alimentos dependerá de la disponibilidad y los precios de estas alternativas de proteínas y lípidos principales (Metochis *et al.*, 2016), por lo tanto es necesario llegar a combinar los alimentos para la dieta de los peces, porque los alimentos dejaran de tener harina de pescado.

La combinación de distintos alimentos para la dieta de los peces en jaulas, utilizan las combinaciones de proteínas e ingredientes con diversos nutrientes. Las propiedades pueden mejorar el equilibrio nutricional de la dieta. También puede diluir incluso mitigar los componentes detractivos y, en consecuencia, permite una mayor inclusión en la dieta para las especies de peces carnívoros (Zhang *et al.*, 2012), en tal sentido se aplica a la trucha.

#### **4.3.2. Evaluación de longitud**

En la evaluación de las dietas combinadas se hicieron 5 biometrias cada 15 días mostrando diferencias significativas entre cada evaluación ( $F_{val}=373.59$ ,  $p<0.05$ ),



respecto a las dietas también encontramos diferencias significativas ( $F_{val}=3.97$ ,  $p<0.05$ ) y la interacción entre las fechas de evaluación y las dietas ( $F_{val}=0.72$ ,  $p=8.8048$ ), así como muestra el análisis de variancia en la siguiente Tabla.

**Tabla 16.** Análisis de variancia de la ganancia de talla o longitud (cm) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días.

	<b>G.L.</b>	<b>Suma Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Días	4	2349.4	587.3	373.591	<2e-16 ***
Alimentos	5	31.2	6.2	3.975	0.0015 **
Días:Alimentos	20	22.7	1.1	0.722	0.8048
Error	552	867.8	1.6		

CV: 4.41

Así mismo la Tabla N° 17, muestra que el T7 (Nicovita+Pota) presenta el mejor promedio en ganancia de talla con 31.5 cm, T6 (Nicovita+Cañihua) con 31.3 cm, T10 (añihua+Pota) con 31.2 cm, los siguientes tres tratamientos T5 (Nicovita+Nubal), T8 (Nubal+Cañihua) y T9 (Nubal+Pota), llegan a tener un promedio de 31.0 cm, siendo el T9 con menor promedio, además de tener tres unidades menos a causa de la mortandad dentro de su jaula, el T5 y T6 son los únicos tratamientos que llegan a tener las veinte unidades hasta el final de la evaluación.

**Tabla 17.** Comparación de medias del incremento de talla o longitud (cm) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

<b>Dieta</b>	<b>Promedio</b>	<b>r</b>	<b>Significancia</b>
Nicovita+Pota	31.556	18	a
Nicovita+Cañihua	31.285	20	ab
Cañihua+Pota	31.217	18	abc
Nicovita+Nubal	30.99	20	abcd
Nubal+Cañihua	30.726	19	abcd
Nubal+Pota	30.688	17	abcd

Cabe mencionar que los 6 tratamientos inician con longitudes o tallas promedio, como se detalla para el T5 (Nicotiva+Nubal) inicia con 25.22 cm hasta llegar a una longitud total de 30.99 cm, mostrando un incremento de 5.77 cm al final de la evaluación. El T6 (Nicotiva+Cañihua) inició con una longitud promedio de 25.47 cm, luego de los 60 días de evaluación tuvo una longitud de 31.29 cm, lo que se traduce en un incremento de 5.82 cm; T7 (Nicotiva+Pota) inicia con 25.19 cm, llegando a una longitud promedio final de 31.56 cm, teniendo un incremento de 6.37 cm en el lapso de la evaluación, T8 (Nubal+Cañihua) que inicia con 25.49 cm, al final del tiempo evaluado llega a tener la longitud de 30.73 cm, lo que en consecuencia incrementa 5.24 cm, T9 (Nubal+Pota) inicia con una longitud de 24.93 cm, al final de la evaluación llega a tener 30.68 cm en el que llega a incrementar 5.75 cm y para T10 (Cañihua+Pota) iniciando con una longitud de 25.55 cm y al final de la evaluación termina con 31.22 cm generando un incremento de 5.67 cm.



La evaluación de ganancia de longitud inicia con una longitud promedio general de 24 cm, que se encuentra dentro del rango de 22 a 28 cm (Tantalean, 2014), equivalente a un peso promedio de 250 g (tamaño plato) (Callalla & Cancapa, 2016), por lo que observamos en nuestro estudio picos mínimos y máximos de T9 (P17)=20.6 cm, 190 g y T10 (P9)=28.1 cm, 180 g los mismos que al final de la prueba llegan a tener 32.5 cm, 455 g para el T9 (P17) y 33.3 cm, 595 g en el T10 (P9), llegando a ganar una longitud de 11.9 cm con un peso de 265 g en el caso del pez 17 del tratamiento 9 y ganancia de longitud 5.2 cm con un peso de 415 g para el P9 del T10. Según lo descrito se observa claramente el comportamiento distinto de cada pez, podemos deducir que la ganancia de talla o longitud en el pez, no tiene que ser necesariamente proporcional a la ganancia de peso vivo, difiere básicamente por el contenido de nutrientes que tiene cada alimento y por la naturaleza de desarrollo del pez, recordando que cada pez es distinto al otro, aun estando en la misma jaula y consumiendo del mismo alimento.

Pasado los 60 días los peces que llegan a obtener mayores longitudes son los del T10 en el P4=34.2 cm, T6 con el P5=34 cm, seguido del T5 y T7 ambas con el P20=33.4 cm, T10 con el P9=33.3 cm, el T5 (P10), T7 (P1) y T10 (10) estos tres peces llegan a obtener una longitud de 33.2 cm, el T6 (P11) y T8 (P20) llegan a obtener 32.7 cm, siendo estos diez peces en tratamientos distintos, los que mayor longitud llegaron a tener. Asimismo mencionamos que los peces que llegaron a tener las menores longitudes, corresponden al T9 (P14)=27 cm y T5 (P3)=27.5 cm, los mismos que tuvieron irregularidades en el sistema óseo.

Por otro lado Cerna (2014), manifiesta que al combinar dietas inertes con alimento vivo se mejora positivamente el rendimiento productivo, observamos que en la práctica esta metodología se aplica pero sin embargo genera mayor dispersión en cuanto a peso y



tamaño, normalmente los alimentos vivos no llegan a tener un estándar del nivel nutritivo, para desarrollar a los peces de forma homogénea, sin embargo teniendo los alimentos en prueba se ofrecen solos o en combinación con otros ingredientes (Huaman, 2015).

Sin embargo como menciona Ponce (2014), la levadura es importante por sus propiedades en el mejoramiento del sabor del pellet, que vienen de la interacción de varios aminoácidos, siendo el más importante el ácido glutámico en combinación con 5´nucleotidos, péptido y productos reaccionantes; éste punto es importante, ya que cuando se comienza a alimentar a un estanque, los peces grandes buscarán los pellets pequeños que son más fáciles de comer, dejando así a los peces más pequeños los pellets más grandes. Esto dará por resultado una mayor disparidad entre las tallas de los animales (Cahuana, 2015), por tal razón es necesario que los alimentos combinados tengan las mismas dimensiones, o en caso contrario se puedan alimentar a los peces primero con los alimentos grandes y luego con los pequeños; así mismo creemos que los alimentos de pellet pequeños son los que mayor sabor poseen por el contenido de levadura como bien Ponce lo mencionó por lo que generan mayor apetencia.

Las prácticas de manejo inadecuadas, como altas densidades de carga, transferencia al lago con pesos y tallas pequeñas, estrés, favorecen el desarrollo de eventos mórbidos. (Quispe, 2017). Frente al problema de la dispersión, se han planteado una serie de alternativas de solución, entre las cuales se destacan medidas reguladoras para las tallas mínimas y tolerancia máxima (Vizcarra, 2017).

Flores, (2014) tiene un tamaño inicial de 17.5 cm, luego de 90 días obtuvo 26.2 cm e incrementó 8.7 cm, nosotros iniciamos con 22.37 cm, en 60 días obtuvimos 31.56 cm, incrementando de 6.37 cm, el mismo que supera al obtenido por Flores trabajó fue



de 13.6 °C y la nuestra fue de 14 °C, a mayor temperatura mayor requerimiento de alimento y por lo tanto mayor crecimiento.

#### 4.3.3. Factor de Conversión Alimenticio (FCA)

La Tabla N° 18 muestra el reporte de la medición de factor de conversión alimenticio, en el que también se hicieron 5 biometrías cada 15 días, mostrando diferencias significativas entre las mismas ( $F_{val}=2.15$ ,  $p<0.05$ ), respecto a las dietas se registra diferencias significativas ( $F_{val}=3.70$ ,  $p<0.05$ ), así como en la interacción de fechas de evaluación y los alimentos ( $F_{val}=3.46$ ,  $p<0.05$ ), de la misma forma es necesario mencionar que en el día de inicio no se tiene valores de FCA porque no se tenía un historial de alimentación proporcionada diariamente, para esta evaluación solo tuvimos cuatro valores cuantitativos.

**Tabla 18.** Análisis de variancia del factor de conversión alimenticio (FCA) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días.

	<b>G.L.</b>	<b>Suma Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Días	3	0.954	0.3180	2.147	e+28 <2e-16 ***
Alimentos	5	2.741	0.5481	3.702	e+28 <2e-16 ***
Días:Alimentos	15	7.684	0.5123	3.459	e+28 <2e-16 ***
Error	456	0.000	0.0000		

CV: 0.00

Del mismo modo la Tabla N° 19 muestra que el T8 (Nubal+Cañihua) y T6 (Nicovita+Cañihua), son superiores a la demás, observamos que ambas dietas

combinadas contienen Cañihua, al igual que el T3 (Cañihua) que llega al día 60 con FCA de 0.89, lo que nos hace suponer que el contenido de fibra dietética de la Cañihua es necesaria en la industria de alimentos para truchas, ya que optimiza el FCA.

**Tabla 19.** Comparación de medias del factor de conversión alimenticio (FCA) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

<b>Dieta</b>	<b>Promedio</b>	<b>r</b>	<b>Significancia</b>
Nubal+Cañihua	0.89	19	a
Nicovita+Cañihua	0.89	20	a
Cañihua+Pota	0.9	18	b
Nicovita+Nubal	0.9	20	b
Nubal+Pota	0.91	17	c
Nicovita+Pota	0.91	18	c

Los tratamientos 3,6 y 8 son los que mejor resultado tienen con un FCA de 0.89 a nivel de toda la tesis, para los mismos observamos tres peces que marcan diferencias en ICC, Longitud y Peso, en el T3 el P4= ICC(1.95), 29.1 cm y 480 g; P7= ICC(1.2), 32.8 cm y 425 g; P19= ICC(1.31), 31.8 cm y 420 g; para el T6 observamos los peces P10= ICC(1.74), 30 cm y 470 g; P12= ICC(1.33), 32.6 cm y 460 g; P13= ICC(1.54), 30.9 cm y 455 g; del mismo modo para el T8 con P9= ICC(1.28), 32 cm y 420 g; P20= ICC(1.19), 32.7 cm y 415 g; P14= ICC(1.16), 32.4 cm y 395 g, se aprecia que comparando estos tres tratamientos, el T8 es superior a los otros dos (T3 y T6), por presentar mejor ICC y Longitud, el T6 presenta los mejores pesos, al igual que se tiene que considerar el incremento de longitud y peso para el P4 del T3 que inicia la evaluación con 23.5 cm y 160 g.



En el lapso de los 60 días diariamente se registraban las cantidades de alimento que se le daba a cada jaula (tratamiento) y como indica Gomez (2017), se sumaron esas cantidades diarias para obtener la cantidad total de alimento consumido durante nuestro periodo de experimentación, observamos que la alimentación de las truchas varía en función al peso del pez y de la densidad de carga en la jaula, asimismo del modo de alimentar como la forma del alimento (Oliva, 2011), también es necesario mencionar que el espacio de desplazamiento del pez (tamaño de jaula), es un factor que incide en el desarrollo del pez como en su alimentación (genera mayor apetencia).

Los valores de FCA que muestran Valencia & Valiente (2015), son como sigue, Tc con 1.71:1, T1 con 1.68:1, 1.69:1 y 2.44:1 para T3 y T4 respectivamente, en el que el mejor valor de FCA es del T1 de 1.68:1, nuestro mejor FCA en las combinaciones de dietas es de 0.89:1 para T6 y T8, superando ampliamente a los resultados de Valencia & Valiente, por otro lado la combinación de dietas con pota como T7 y T9 para 0.91 en ambos casos el valor más alto en el conjunto de tratamientos evaluados.

El uso de ingredientes de origen vegetal en los alimentos puede aumentar la ingesta de alimentos y disminuir el porcentaje de lípidos en el cuerpo en comparación con una dieta totalmente basada en pescado (Kause *et al.*, 2016), sin embargo para Amirkolaie *et al.* (2014) la grasa tiene un efecto positivo en la eficiencia de la proteína el cual podría depender del nivel de Selenio en la dieta; siendo así, se explica el comportamiento de los peces al consumir un alimento elaborado con cañihua, y por ende la eficiencia de procesamiento de los alimentos con un índice de conversión promedio no superior a 0,9 (Ouaisa *et al.*, 2017), la cañihua contiene fibra dietética, lo que apresura el desarrollo del pez.



De igual modo el apetito es impredecible y muchos lidian con altos factores de conversión de alimento, sin embargo una pausa larga de alimentación en la noche genera un buen apetito en la mañana (Tvenning & Karlsen, 2001), a su vez Johnsson & Björnsson (1994), observaron que los experimentos de alimentación por saciedad en truchas individuales revelaron un apetito considerablemente mayor en las truchas inyectadas con hormona de crecimiento; por ello planteamos una alternativa de solución, que es la adición de cañihua para la elaboración de alimentos balanceados ya que genera mayor apetito en los peces, generando que el FCA se bajo y mayor el aumento de peso obtenido de la alimentación.

En términos de crecimiento, conversión alimenticia y sobrevivencia de *P. scalare* obteniéndose los mejores resultados con la dieta extruida (Cerna, 2014), del mismo modo, observamos que para la trucha el comportamiento es similar con lo mencionado por Cerna, por lo que recomendamos usar alimentos extruidos para una producción intensiva de truchas.

En una tabla mostrada por Tantalean (2014), se observa que el FCA es de 2:1 para una temperatura de 12°C, altitud de 3400 msnm, para un rango de peso de 180 a 333 g y tamaño de 25 a 31 cm, superamos ampliamente el FCA que Tantalean precisa en su tabla y creemos que se debe a la adición de cañihua que nuestros alimentos tienen, que es lo que se requiere de un alimento balanceado, produciendo rápido crecimiento, buena conversión de alimento y óptimo aprovechamiento de la proteína (Huaman, 2015), por lo que sugieren Bartra *et al.* (2017), que a mejor tasa de conversión y menor tiempo de producción, menor costo de producción y menor precio de venta; lo que en consecuencia podría repercutir en un flujo de venta mayor a los que los productores están acostumbrados.



Los estudios tienden a mejorar los FCA como Calderón *et al.* (2017), que concluye que hasta 10% de inclusión de ensilados de residuos de trucha en el alimento mejora el FCA de los cerdos, además un estudio de Arana *et al.* (2016) que elabora alimentos para bagre, se realiza con fracciones de hidrolizado muscular, soluble e insoluble (FSM y FIM), las cuales fueron evaluadas individualmente y combinadas (FSM+FIM), los mejores resultados de ganancia de peso y conversión alimenticia se obtuvieron con la dieta que contenía FSM+FIM, es decir dieta que se combina; nuestra evaluación demuestra que las dietas combinadas son superiores, que cuando se las dosifica individualmente a las truchas.

#### **4.3.4. Índice de condición corporal (ICC)**

El factor de condición es un índice morfométrico utilizado para evaluar el estado fisiológico de los peces basándose en el principio de que aquellos individuos de una longitud determinada que tienen una masa más alta están en mejor condición, por los que nuestros resultados serán analizados según la norma de Charles & Baxter (2003), cuyos valores del ICC se encuentran entre el 0.80 que refleja a un pez extremadamente pobre, muy delgado y 1.60 a un pez de excelente estado corporal.

En la Tabla N° 20 resumen el reporte de resultados en el ICC para la combinación de alimentos mezclados al 50% -50% para cada tratamiento, se presenta el análisis de variancia del índice de condición corporal, evaluado cada quince días con seis tipos de dietas. Las fechas de evaluación mostraron diferencias significativas ( $F_{val}= 12.76$ ,  $p < 0,05$ ), más no en comparación de dietas ( $F_{val}= 0.96$ ,  $p= 0.44$ ), sin embargo en la interacción entre los 60 días de evaluación y las 6 dietas suministradas a los peces, existen diferencias significativas ( $F_{val}= 2.30$ ,  $p < 0,04$ ).

**Tabla 20.** Análisis de variancia del índice de condición corporal (ICC) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas biométricamente cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días.

	<b>G.L.</b>	<b>Suma Cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Días	3	0.970	0.3235	12.757	5.24e-08 ***
Alimentos	5	0.121	0.0243	0.957	0.44367
Días:Alimentos	15	0.875	0.0583	2.299	0.00377 **
Error	438	11.106	0.0254		

CV: 12.66

Estos resultados, cumplen con los rangos establecidos por Charles & Baxter (2003) para el desarrollo adecuado de la trucha arco iris, en el día 60 la combinación de cañihua y pota del T10 (Tabla N° 21), presenta como promedio mejor condición corporal en desarrollo, por otro lado, el T9 de combinación de dietas nubal con cañihua presentan un ICC promedio de 1.27 que está dentro de los rangos establecidos, pero comparando con los demás tratamientos, presenta el menor ICC del grupo evaluado, sin embargo para Chura (2006) estos promedios sobrepasan el valor de 1 que es el estado normal, por consiguiente todos nuestros resultados presentan valores mayores a 1 por lo que están en estado de sobre peso.

**Tabla 21.** Comparación de medias del índice de condición corporal (ICC) de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, evaluadas cada quince días en el transcurso de la ingesta de seis dietas, que se obtienen de la combinación de cuatro principales (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), en cuatro jaulas distintas con veinte peces cada una, en el noreste del Lago Titicaca, por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

<b>Dieta</b>	<b>Promedio</b>	<b>r</b>	<b>Significancia</b>
Cañihua+Pota	1.412	18	a
Nicovita+Nubal	1.370	20	ab
Nubal+Pota	1.332	17	abc
Nicovita+Cañihua	1.304	20	abcd
Nicovita+Pota	1.299	18	abcd
Nubal+Cañihua	1.271	19	abcd

En nuestra evaluación divisamos que de las seis dietas combinadas que se trabajan como tratamientos, dos presentan los ICC mas bajos como son el P17 (1.0), P3 (1.06) que pertenecen al T7 y T6 con el P17 (1.01), seguido del P5 (1.09); no obstante los ICC mas altos se observan en el P10 (1.74) del T6, P2 (1.64) del T5, P14 (1.63) del T7 y P9 (1.61) del T10, estos resultados, sobrepasan el 1.60 que es el máximo nivel según la norma propuesta por Charles & Baxter (2003) el cual se traduce como, excelente estado del pez.

Sin embargo, si también consideramos las mejores tallas, pesos y FCA, notamos que el P9 del T10 se impone frente a las demás con 595 g, 33.3 cm, FCA de 0.9 y ICC de 1.61, seguido por el P1 del T7 con 560 g, 33.2 cm, FCA (0.91) y ICC (1.53); mientras que el P20 del T10 llega a tener las siguientes dimensiones 505 g, 32.3 cm, FCA (0.9) y ICC (1.50); en consecuencia apreciamos que el T10 presenta mejores resultados en los cuatro parámetros de control, superando a los demás tratamientos, por lo que creemos que la combinación de esas dietas (cañihua+pota), básicamente una mezcla de fibra y grasa se complementan de forma efectiva para satisfacer todos los requerimientos nutricionales



que demandan los peces dentro de la jaula y muestran mejores resultados en ganancia de talla, peso, FCA e ICC, además de superar el estándar mencionado por Nicovita (2017) que es ICC de 1.1 a 1.5.

Nuestros mejores resultados presentan valores en un rango de 1.60 a 1.74, en peces que fueron alimentados una sola vez al día, estos valores son similares a los obtenidos por Gomez (2017) para engorde de truchas en 60 días con ICC de 1.7, obteniendo el mismo valor con el tratamiento J3 (alimentación ad libitum, ewos) y J4 (alimentación ad libitum, nicovita), esta comparación nos muestra que podemos conseguir un ICC igual y hasta mejor, alimentando a los peces tan solo una vez al día. Los mejores ICC para Montaña (2009) en un sistema cerrado, son 1.50, 1.57 y 1.54, los mismos que representan peces que están siendo apropiadamente alimentados y que están convirtiendo el alimento consumido en biomasa bruta, en nuestro caso los peces que tienen similar ICC son P16 del T10 y P1 del T7, ambos con 1.53, de igual forma el P13 (1.54) del T6 y el P14 con 1.55 del T9, cuyos resultados se individualizan generando una historia de desarrollo a cada pez.

Cuando los peces se acercan a la maduración sexual y al tener mucho huevo suelen tener alto ICC. valores de alrededor de 1.4 para la trucha (Chukwu & Deekae, 2011), en nuestra evaluación ningún pez llegó a la maduración sexual, sin embargo el 1.4 es superado.

Por otra parte se tiene en consideración que la frecuencia de alimentación no afecta ni el factor de condición ni los coeficientes de variación para el peso (Ba *et al.*, 2007), en ese mismo contexto, la disminución de la frecuencia de alimentación, no afecta la supervivencia de los peces (H. Flores & Vergara, 2012), más al contrario se obtiene mayor crecimiento, mejor conversión y condición; aun cuando, alimentar a saciedad sería



la mejor opción durante el verano cuando la temperatura es óptima para el crecimiento (G. A. Morales & Quirós, 2006), del mismo modo en nuestra evaluación tuvimos un día de ayuno o día de descanso por semana, los sábados como manda Dios y de acuerdo a lo mencionan H. Flores & Vergara, se tendría que experimentar con dos o tres días de ayuno por semana, descartando los días de ayuno para realizar las biometrias.

Por otra parte, las variables ambientales pueden influir en el factor de condición y la relación talla-peso (Gorgi *et al.*, 2016), la eficiencia alimentaria pueden traducirse en una importante disminución de los costos de producción y de desechos de alimento que alterarían la calidad del agua (G. A. Morales & Quirós, 2006). También puede haber diferencias en la relaciones por sexo, madurez, temporada del pez y condiciones ambientales que lo rodean (Chukwu & Deekae, 2011), por lo observado en nuestro estudio podemos mencionar la demanda nutricional que el pez tiene a nivel individual ya que cada unidad tiene diferente requerimiento que el otro, así sea del mismo sexo, de la misma temporada o lote de producción.

El lento hundimiento de los pellets, permite que los peces ahorren energía por desplazamientos bruscos o impulsos naturales al captar el alimento, generando un mayor crecimiento en un menor tiempo (Ouaisa *et al.*, 2017), además se observa un mejor aprovechamiento y menor desperdicio del alimento; del mismo modo llama la atención que a mayor dimensión de la jaula, y poca densidad de peces, mayor es el aprovechamiento de los pellets con una mejor disposición de oxígeno disuelto, en virtud de los resultados también mencionamos que mientras mayor sea el radio de desplazamiento del pez, mayor será su desarrollo corporal.

En esta última parte dedicaremos unas líneas a la importancia del rotulado o la designación de una marca a cada pez, realizamos dicho procedimiento con el objetivo de



individualizar el estudio y tener la facultad de analizar los índices de producción pez por pez, lo que a su vez nos permite afirmar que los peces tienen comportamientos distintos frente a todos los factores que implican su desarrollo corporal de forma individual, observamos que al dosificar una dieta en una jaula, con mas de 3 peces iniciando con el mismo peso, al final de la evaluación los pesos, tallas, factor de conversión y condición, son completamente distintos, lo que refleja que cada pez tiene metabolismo diferenciado.

Los científicos de la pesca han reconocido desde hace tiempo la necesidad de identificar al pez de forma individual y marcarlos (Raymond, 1974), es por esa razón que existen diferentes métodos de marcado utilizados hasta la fecha, incluye el recorte de aletas, tatuajes, etiquedado a mano con tinta líquida, con nylon, con lápiz electrónico vibrograver con letras y números, perforaciones con un objeto colgante, que podría ser colocada en la dorsal, pared abdominal, aleta anal y mandíbula (Dell, 2011), además el tipo de etiqueta afecta el crecimiento de truchas arco iris (McAllister *et al.*, 1992), los peces golpean una etiqueta porque parece ser comida o por ser atractivos por alguna razón que se desconoce y el comportamiento agresivo contribuye a la mortalidad del pez

Analizando las consecuencias para cada tipo marca, optamos por realizar marcas distintas para cada pez tipo tatuaje, anestesiando primeramente al pez, usamos un objeto punzocortante con el cual raspamos suavemente la parte lateral del pez con un signo que identifica a cada unidad en estudio, posteriormente generamos un código QR para cada pez, el cual facilita la colecta de datos en el cuaderno de campo digital.



## V. CONCLUSIONES

1. El incremento del porcentaje de grasa genera ganancia de peso y talla del pez en un tiempo más corto, se incrementó los valores de grasa en 12%, humedad en 0.23% y cenizas 2.97%, en la dieta Pota en comparación a la dieta Nicovita (Testigo).
2. Después de 60 días de evaluación se identificaron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos para el peso, longitud, factor de conversión alimenticio e índice de condición corporal. Sin duda el efecto de la dieta a base de Pota predomina en peso, FCA e ICC, al mismo tiempo la dieta de Cañihua genera mayor voracidad en los peces.
3. El efecto de la combinación de los alimentos balanceados aventaja en resultados al alimento sin combinar, atendiendo a estas consideraciones la dieta de Cañihua + Pota, superó a todas las demás, por complementarse de forma eficaz la fibra dietética de la cañihua con el alto contenido de grasa presente en la Pota.



## VI. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el tiempo de vida útil para los alimentos evaluados.
2. Realizar investigaciones para definir el elemento de la Cañihua, que genera mayor voracidad en los peces.
3. Evaluar la combinación de los alimentos Pota + Cañihua con diferentes porcentajes de mezclas.
4. Estudiar los costos unitarios de producción y elaboración de alimentos balanceados con harina de Pota y Cahihua.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Akbulut, B., Aksungur, N., & Aksungur, M. (2002). Effect of initial size on growth rate of rainbow Trout , *Oncorhynchus mykiss* , reared in cages on the Turkish black sea coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2(2002), 133–136.
- Akbulut, B., Çakmak, E., Kurtoğlu, İ. Z., & Alkan, A. (2012). Routine oxygen consumption rate of the black sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811). *Journal of Fisheries Sciences*, 6(2), 88–95. <https://doi.org/10.3153/jfsc.com.2012011>
- Akhtar, J., & Khan, M. A. (2015). Extruded Pet Food Development from Meat Byproducts using Extrusion Processing and its Quality Evaluation. *Journal of Food Processing and Technology*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000539>
- Alcántara, J., & Avalos, J. (2016, November). *Mejora en el diseño de proceso de elaboración y composición de alimentos balanceados en la empresa J. Alcántara*. 100. Retrieved from [https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/2834/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_YOLI.pdf?sequence=1](https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/2834/PYT_Informe_Final_Proyecto_YOLI.pdf?sequence=1)
- Alegre, A. R. P. (2011). *Relaciones ontogénicas y espacio.temporales en la dieta del calamar gigante (Dosidicus gigas) en Perú, utilizando un modelo aditivo generalizado* (Universidad Nacional Agraria la Molina). Retrieved from [http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/bitstream/handle/123456789/2343/Alegre\\_Ana\\_Mestria.pdf;sequence=1](http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/bitstream/handle/123456789/2343/Alegre_Ana_Mestria.pdf;sequence=1)
- Alvarado, U. (2010). *Elaboración de fideos precocidos a partir de harina de cañihua (Chenopodium pallidicaule Allen) como sustituto parcial de harina de trigo (Triticum vulgare)* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3357>
- Amirkolaie, A. K., Karimzadeh, J., & Kenari, A. A. (2014). The effects of organic selenium on performance and oxidative level in rainbow trout ( *Oncorhynchus mykiss* , Walbaum , 1792 ) fed a high-fat diet. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 23(1), 90–96. Retrieved from <https://doi.org/10.22358/jafs/65721/2014>



- Apaza, V. (2010). *Manejo y mejoramiento de kañiwa* (Amelia Cas). Retrieved from [http://www.nuscommunity.org/uploads/tx\\_news/Libro\\_Manejo\\_y\\_Mejoramiento\\_Kañiwa.pdf](http://www.nuscommunity.org/uploads/tx_news/Libro_Manejo_y_Mejoramiento_Kañiwa.pdf)
- Arana, P. M., Pezzuto, P. R., Ávila-Da-Silva, A. O., Queirolo, D., Perez, J. A. A., & Arfelli, C. A. (2016). Pathways for sustainable industrial fisheries in southeastern and southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(5), 875–881. <https://doi.org/10.3856/vol44-issue5-fulltext-1>
- Aranibar, J. M., Calmet, E., & Huanca, R. (2013). Valoración energética de nuevos alimentos para Truchas (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of High Andean Research*, 15(2), 275–284.
- Aranibar, M. J. (2012). Rendimiento productivo y comercial de truchas arco iris innovadas con alimentos orgánicos procesados (Novo-Trucha). *Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia*, 20. Puno.
- Araujo, Y. (2014). *Determinación de parametros tecnologicos para la obtención de cuero a partir de piel de Tiburon Azul (Prionace glauca), Pota (Dosidicus gigas) y Tilapia (Oreochromis niloticus)* (Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2878>
- Arredondo, J. L., Valdivia, H. R., Hernández, L., & Campos, R. (1996). Evaluación del crecimiento, factor de conversión de aliemnto y calidad del agua del cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en un sistema cerrado. *Journal of Hidrobiológica*, 6(1–2), 59–65. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57860209>
- Ba, N., Çakmak, E., Çavdar, Y., & Aksungur, N. (2007). The effect of feeding frequency on growth performance and feed conversion rate of Black Sea Trout ( *Salmo trutta labrax* Pallas , 1811 ). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17, 13–17. Retrieved from [http://trjfas.org/uploads/pdf\\_305.pdf](http://trjfas.org/uploads/pdf_305.pdf)
- Bartolo, D. E. (2013). Propiedades nutricionales y antioxidantes de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Revista de Investigación Universitaria*, 2(1), 47–53. Retrieved from <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/589>



- Bartra, A., Bazoberry, Ó., Dufumier, M., Guzmán, E., Hidalgo, F., Hocsmán, L., & Houtart, F. (2017). *Agriculturas campesinas en latinoamerica, propuestas y desafíos*. In *Centros académicos*. Retrieved from <http://www.iaen.edu.ec/#1507049100482-95a6c524-90ac>
- Benitez, J. A. (2014). *Plan de negocios para la creación de una fábrica de balanceado para truchas* (Universidad de las Americas). Retrieved from <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/1462>
- Betancur, J. J., Montoya, A. F., Mira, T., Rojas, F. A., & Ángel, M. O. (2008). Estandarización del manejo y la criopreservación de semen de hembras masculinizadas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(3), 340–350.
- Bolger, T., & Connolly, P. L. (1989). The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*, 34(1 989), 171–182.
- Burcu, F. (2007). İKİ FARKLI YEMİN GÖKKUŞAĞI ALABALIKLARININ BÜYÜME PERFORMANSI ve YEM MALİYETİ ÜZERİNE ETKİSİ. *Journal of Fisheries Sciences*, 1(4), 168–175. <https://doi.org/10.3153/jfscm.2007020>
- Bustamante, D. M. (2014). *Caracterización de barras de cereales altoandinos bañadas en chocolate y enriquecidas con concentrado proteico de pota (Dosidicus gigas)* (Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; Universida). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2889>
- Cahuana, F. D. (2015). *Digestibilidad aparente de los macronutrientes de alimentos comerciales para truchas arco iris (Oncorhynchus mykiss) en la etapa de engorde* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1848/Cahuana\\_Pineda\\_Felix\\_Dixon.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1848/Cahuana_Pineda_Felix_Dixon.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Calderón, V., Churacutipa, M., Salas, A., Barriga, M., & Aranibar, M. (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. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 28(2), 265–274. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13055>



- Callalla, E. R., & Cancapa, J. (2016). *Modelo de dinámica de sistemas para la mejora de la planificación de trucha del centro de investigación y producción pesquera de Chucuito Puno-2016* (Universidad Nacional del Altiplano - Puno). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4211>
- Cárdenas, E. F. (2013). *Determinación del factor de conversión alimentaria para tres dietas alimentarias de trucha (Oncorhynchus mykiss) y su relación con los parámetros de temperatura y pH en la zona de producción de Faro - Pomata, Provincia de Chucuito Juli Región de Puno* (Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). Retrieved from [http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/CONCYTEC/83/1/cardenas\\_ce.pdf](http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/CONCYTEC/83/1/cardenas_ce.pdf)
- Castell, J. D., Sinnhuber, R. O., Wales, J. H., & Lee, D. J. (2018). Essential Fatty Acids in the Diet of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*): Growth, Feed Conversion and Some Gross Deficiency Symptoms. *The Journal of Nutrition*, 102(1), 77–85. <https://doi.org/10.1093/jn/102.1.77>
- Cayo, R. F. (2011). *Elaboración de conserva de pota (Dosidicus gigas) en trozos con salsa de tomate* (Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna). Retrieved from <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/514>
- Cerna, L. (2014). *Crecimiento y sobrevivencia de alevinos de Péz Ángel, Pterophyllum scalare (Perciformes, cichlidae) alimentados con tres dietas balanceadas comerciales* (Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - Iquitos). Retrieved from <http://docplayer.es/6837234-Crecimiento-y-sobrevivencia-de-alevinos-de-pez-angel-pterophyllum-scalare-perciformes-cichlidae-alimentados-con.html>
- Charles, B., & Baxter, A. (2003). Condition factor, K, for salmonid fish. *Department of Primary Industries*, 1–3. <https://doi.org/ISSN 1440-2254>
- Chukwu, K. O., & Deekae, S. N. (2011). Length-weight relationship , condition factor and size composition of *Periophthalmus barbarus* (Linnaeus 1766) in New Calabar River, Nigeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1069–1071. <https://doi.org/10.5251/abjna.2011.2.7.1069.1071>
- Chura, G. (2006). *Elaboración y evaluación de alimento balanceado para truchas (Oncorhynchus mykiss) en base a harina de lombriz californiana (Eisenia foetida) y*



*harina de sangre*. Universidad Nacional del Altiplano.

- Chura, M. (2005). *Estudio de factibilidad de una planta procesadora de alimento balanceado para animales a base de lenteja de agua (Lemnasp.)* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3343/Chura\\_Abarca\\_Mauro.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3343/Chura_Abarca_Mauro.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Churata, P. T. (2017). *Inclusion del ensilado de visceras de trucha en la elaboración de alimento extruido para pejerrey (Odontesthes bonariensis)* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6787/Churata\\_Neira\\_Pedro\\_Teobaldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6787/Churata_Neira_Pedro_Teobaldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cochama, F. C., & Flores, C. (2015). *Derterminación de vida útil en alimento instantaneo a base de Cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen), Maiz morado (Zea mayz L.) y Oca (Oxalis tuberosa) por pruebas aceleradas de almacenamiento y estabilidad de los compuestos bioactivos* (Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco). Retrieved from <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/179>
- Cortés, V. (2010). *Sustitución parcial de harina de pescado (Plecostomus spp.) por harina de lombriz (Eisenia foetida) en alimento para bagre de banal (Ictalurus punctatus)* (Instituto Politécnico Nacional). Retrieved from <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10032/257.pdf?sequence=1>
- Dell, M. B. (2011). A new fish tag and rapid, cartridge-fed applicator. *Transactions of the American Fisheries Society*, 57–59.
- Dionate, M. G., Martínez, M. H., & Soto, F. (2016). *Evaluación de tres alimentos balanceados en la engorda de juveniles de pargo lunarejo Lutjanus guttatus ( Pisces : Lutjanidae ) en Nayarit , México Evaluation of three balanced feeds for fattening juvenile spotted rose snapper Lutjanus guttatus ( Pisces : 26(1), 87–92.*
- Elkareem, M. M. A. A., Karrar, A. M. H., & Ali, A. K. S. (2014). *Relationship of biometric size-weight, nutritive value, and metal concentrations in clarias lazera (Cuvier and Valenciennes) reared in treated wastewater.* 7(3), 217–225.



- FAO. (2014). Manual Práctico para el Cultivo de la Trucha Arcoíris. *FAO Fisheries and Aquaculture*, 44. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-bc354s.pdf>
- Fernández, N. G. (2016). La acuicultura : Una alternativa para garantizar una seguridad alimentaria sustentable. Retrieved from Hospitalidad ESDAI website: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=9a930dde-d859-4e81-b3df-b5072810a0ec%40sdc-v-sessmgr03>
- Flores, D. (2015). *Rentabilidad económica de la producción de truchas en jaulas flotantes del Distrito de Chucuito - Puno, 2011-2012* (Universidad Nacional del Altiplano - Puno). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2204>
- Flores, H., & Vergara, A. (2012). Efecto de reducir la frecuencia de alimentación en la supervivencia, crecimiento, conversión y conducta alimenticia en juveniles de salmón del Atlántico *Salmo salar* (Linnaeus, 1758): experiencia a nivel productivo. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(3), 536–544. <https://doi.org/103856/vol40-issue3-fulltext-3>
- Flores, M. D. (2014). *Crecimiento de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) producidas con alimento fresco y balanceado en jaulas flotantes, muelle barco Lago Titicaca-2013* (Universidad Nacional del Altiplano - Puno). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2213>
- Fondepes. (2010). Manual de cultivo de trucha arco iris en jaulas. *Produce*, 1–123. Retrieved from [http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manua\\_trucha\\_jaulas.pdf](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manua_trucha_jaulas.pdf)
- FONDEPES. (2014, October). Manual de crianza de trucha en ambientes convencionales. *Ministerio de La Producción -Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero*, 88. Retrieved from [https://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/MANUAL\\_TRUCHA.pdf](https://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/MANUAL_TRUCHA.pdf)
- French, W. E., Vondracek, B., Ferrington, L. C., Finlay, J. C., & Dieterman, D. J. (2014). Winter feeding, growth and condition of brown trout *Salmo trutta* in a groundwater-dominated stream. *Journal of Freshwater Ecology*, 29(2), 187–200.



<https://doi.org/10.1080/02705060.2013.847868>

- Gallego, D. Y., Russo, L., Kerbab, K., Landi, M., & Rastrelli, L. (2014). Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium pallidicaule* (cañihua) and *Chenopodium quinoa* (quinoa) seeds. *Journal of Food and Agriculture*, 26(7), 609–615. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i7.18187>
- Gattmah, J., Ozturk, F., & Orhan, S. (2017). Effects of process parameters on hot extrusion of hollow tube. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2021–2030. <https://doi.org/10.1007/s13369-017-2434-1>
- GESTIÓN. (2017). *Pesca de anchoveta crecería 70 % en el 2017 y sería la mejor en cuatro años , proyecta el Scotiabank*. Retrieved from <https://gestion.pe/economia/pesca-anchoveta-creceria-70-2017-seria-mejor-cuatro-anos-proyecta-scotiabank-140130>
- Gomez, Y. darwin. (2017). *Crecimiento de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en jaulas flotantes en la etapa de engorde alimentadas Ad Libitum y convencionalmente, en Chucasuyo-Juli* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7155/Gomez\\_Mulluni\\_Yoh\\_e\\_Darwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7155/Gomez_Mulluni_Yoh_e_Darwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gorgi, A. E., Rahmani, H., & Miyanj, G. R. (2016). Growth Parameters Evaluation and Identification of Growth Hormone Receptor Gene Polymorphisms in Various Strains of Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 7(7), 1–5. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000435>
- Gt, K., & Oe, Ç. (2016). Effects of the B-Carotene on the growth performance and skin pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792). *Journal of Fisheries and Livestock Production*, 4(1), 1–3. <https://doi.org/10.4172/2332-2608.1000164>
- Guerra, F. (2010). *Determinación del grado de eficiencia del manejo de alevinos de Arapaima gigas “Paiche.”* Retrieved from <https://es.scribd.com/doc/315750288/TESIS-PAICHE-Arapaima-gigas#>



- Gutiérrez, F. A. (2012). *Incidencia de la competitividad en la exportación del producto trucha de la región Puno, 2010* (Universidad Nacional del Altiplano - Puno). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/222>
- Halver, J. E. (1976). Formulating practical diets for fish. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 1032–1039. <https://doi.org/10.1139/f76-131>
- Hossain, Y. (2010). Morphometric relationships of length-weight and length-length of four cyprinid small indigenous fish species from the Padma River (NW Bangladesh). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10(1), 131–134. <https://doi.org/10.4194/trjfas.2010.0118>
- Hsu, Y., Chen, A., & Wang, C. (2008). A RFID-Enabled traceability system for the supply chain of live fish. *International Conference on Automation and Logistics*, pp. 81–86. <https://doi.org/10.1109/ICAL.2008.4636124>
- Huaman, P. G. (2015). *Efecto del tratamiento físico de materias primas orgánicas nativas sobre la digestibilidad de los macronutrientes en truchas arco iris juveniles* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2639>
- Huanca, E. U. (2017). *Niveles de cortisol y glucosa como indicadores de estrés en Truchas Arco Iris (Oncorhynchus mykiss), utilizando anestésicos en la Laguna de Arapa* (Universidad Nacional del Altiplano - Puno). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4664>
- Illescas, N. L., & Taípe, S. E. (2014). *Elaboración de conservas de pota (Dositicus gigas) en envases de hojalata de 1/2 libra en salsa de pachamanca y evaluación de su aceptabilidad* (Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Huacho). Retrieved from <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/841>
- Isea, F. R. (2008). *Efecto de diferentes formulaciones alimenticias a base de materias primas no convencionales de origen animal y vegetal usadas en la alimentación de trucha arco iris Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792)* (Universidad de los Andes - Venezuela). Retrieved from <http://bdigital.ula.ve/index.php/documento/detalledocumento/488>



- Javier, P. J., & Lima, M. (2013). *Efecto del proceso de cocción - extrusión en la estabilidad de los compuestos bioactivos y capacidad antiradicalaria en un alimento a base de Cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen), Maca (Lepidium meyenii Walp) y Maíz morado (Zea mayz L.)* (Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco). Retrieved from <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/951>
- Johnson, C. W. (2013). Twelve uses of salt on the trout farm. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Johnsson, J. I., & Björnsson, B. T. (1994). Growth hormone increases growth rate, appetite and dominance in juvenile rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*. *Journal of Animal Behaviour*, 48, 177–186. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/anbe.1994.1224>
- Juárez, S., & Quispe, M. (2016). *Aceptabilidad y evaluación proteica de galletas integrales elaboradas con harina de Cañihua (Chenopodium pallidicaule), lactosuero y salvado de trigo* (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1859>
- Kalyon, D. M., Yu, X., Valdevit, A., & Ritter, A. (2013). Twin screw extrusion based technologies offer novelty, versatility, reproducibility and industrial scalability for fabrication of tissue engineering scaffolds. *Journal of Science & Engineering*, 4(2), 1–2. <https://doi.org/10.4172/2157-7552.1000e126>
- Kause, A., Kiessling, A., Martin, S. A. M., Houlihan, D., & Ruohonen, K. (2016). Genetic improvement of feed conversion ratio via indirect selection against lipid deposition in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *British Journal of Nutrition*, 9, 1656–1665. <https://doi.org/10.1017/S0007114516003603>
- Klontz, G. W. (1991). Manual for rainbow trout production on the family-owned farm. *California Aquaculture*, pp. 1–70.
- Konan, K. J., Eyi, A. J., & Da, K. N. (2017). *Length-weight relationship and condition factor for 18 fish species from Ono , Kodjoboué and Hébé lagoons , Southeast of Ivory Coast*. 5(6), 13–18.



- Le-Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca Fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20(2), 201–219. <https://doi.org/10.2307/1540>
- Leyton, P., Refstie, S., Lehnebach, G., & Marin, N. (2006). Sustainable and cost-efficient replacement of fish meal by animal and plant protein in feeds for atlantic salmon *salmo salar*. *Journal of the European Aquaculture Society*, 515–516. Retrieved from <http://www.matis.is/media/utgafa/krokur/Abstract from AQUA 2009.pdf>
- Ling, B., Zhang, B., Li, R., & Wang, S. (2016). Nutritional quality, functional properties, bioactivity, and microstructure of defatted pistachio kernel flour. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 93(5), 689–699. <https://doi.org/10.1007/s11746-016-2813-x>
- Lohani, U. C., & Muthukumarappan, K. (2017). Effect of extrusion processing parameters on antioxidant, textural and functional properties of hydrodynamic cavitated corn flour, sorghum flour and apple pomace-based extrudates. *Journal of Food Process Engineering*. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12424>
- Loor, N. (2016). Fundamentos de los alimentos peletizados en la nutrición animal. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 2, 323–333. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo;jsessionid=B911500D4FD2EAE896094440B8237C55.dialnet02?codigo=5802877>
- López, J. D. (2016). La industria de los alimentos balanceados en Colombia (Universidad de La Salle). Retrieved from [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20830/13092008\\_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20830/13092008_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Macedo, P. (2015). *Nivel de energía y proteína en la dieta sobre la formación de residuos en cultivos de Truchas Arco Iris* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2632>
- Mamani, M. E. (2016). *Análisis bromatológico de la canal de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) producidas con alimento fresco y balanceado en jaulas flotantes, Chucuito-2014* (Universidad Nacional del Altiplano - Puno). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3560>



- Matías Del Campo, L., Ibarra, P., Gutiérrez, X., & Takle, H. (2010). Utilization of sludge from recirculation aquaculture systems. In *Nofima* (Vol. 9). <https://doi.org/www.nofima.no>
- Matissek, R., Schnepel, F. M., & Steiner, G. (1998). *Análisis de los alimentos* (2da edición; Acribia, Ed.). Zaragoza-España.
- Maximixe. (2010, July). Elaboración de estudio de mercado de la trucha en Arequipa, Cusco, Lima, Huancayo y Puno. *Ministerio de La Producción*, 24. Retrieved from [http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/PROPECA\\_OTRO/difusion-publicaciones/a\) DGA Jul10 Especificaciones de la Trucha.pdf](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/PROPECA_OTRO/difusion-publicaciones/a) DGA Jul10 Especificaciones de la Trucha.pdf)
- Maya, S. (2016). Procesos de producción de alimentos balanceados. *Corporación Universitaria Lasallista*, 65. Retrieved from [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1492/1/Procesos\\_Produccion\\_Alimentos\\_balanceados\\_COLANTA.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1492/1/Procesos_Produccion_Alimentos_balanceados_COLANTA.pdf)
- McAllister, K. W., McAllister, P. E., Simon, R. C., & Werner, J. K. (1992). Performance of nine external tags on hatchery-reared rainbow trout. *Transactions of the American Fisheries Society*, (June 2015), 37–41. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1992\)121](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1992)121)
- Metochis, C. P., Crampton, V. O., Ruohonen, K., El-mowafi, A., Bell, J. G., Adams, A., & Thompson, K. D. (2016). Effects of marine protein, marine oil and marine free diets on the growth performance and innate immune responses of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) post-smolts. *Journal of Aquaculture Research*, 1–21. <https://doi.org/10.1111/are.13087>
- Mohammadi, N., Hosseini Shekarabi, S. P., & Shamsaie Mehrgan, M. (2018). Effect of dietary phytase and wheat bran on some growth performances and phosphorus absorption function of common carp (*Cyprinus carpio*) fry. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 70. <https://doi.org/10.22092/ISFJ.2018.117016>
- Montaña, C. (2009). *Crecimiento y sobrevivencia en el levante de alevinos de Trucha Arcoiris (Oncorhynchus mykiss) en sistemas cerrados de recirculación de agua* (Universidad Militar Nueva Granada). Retrieved from <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/397/1/MontanaCamilo2009.pdf>



- Monterroso, J. L. (2011). *Estudio de los efluentes del procesamiento de papa en Piura y su potencial uso como fertilizante* (Universidad de Piura). Retrieved from [https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/1489/ING\\_502.pdf?sequence=1](https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/1489/ING_502.pdf?sequence=1)
- Morales, G. (2004). *Crecimiento y eficiencia alimentaria de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación* (Universidad de Buenos Aires - Argentina). Retrieved from <http://studylib.es/doc/7539109/crecimiento-y-eficiencia-alimentaria-de-trucha-arco-iris>
- Morales, G. A., & Quirós, R. (2006). Desempeño productivo de la trucha arco iris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación Productive performance of rainbow trout in cages under different feeding strategies. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal (Arch. Latinoam. Prod. Anim.)* Recibido Mayo Aceptado Agosto, 15(16). Retrieved from [www.alpa.org.ve/ojs.index/php](http://www.alpa.org.ve/ojs.index/php)
- Morillo, M., Visbal, T., Altuve, D., Ovalles, F., & Madina, A. L. (2013). Evaluation of diets for *Colossoma macropomum* alevins, using earthworm (*Eisenia foetida*) flour, soybean (*Glycine max*) and beans (*Phaseolus vulgaris*) as proteins sources. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2), 147–154. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182002000100008>
- Moscoso, G., Zavaleta, A., Mujica, Á., Santos, M., & Calixto, R. (2017). Fraccionamiento y caracterización electroforética de las proteínas de la semilla de kañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Revista Chilena de Nutrición*, 44(2), 144–152. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000200005>
- Nicovita, P. (2017a). *Parámetros productivos para medir la eficiencia del alimento balanceado (Parte 1)* (Vol. 3). Lima.
- Nicovita, P. (2017b). *Parámetros productivos para medir la eficiencia del alimento balanceado (parte 2)*. Lima.
- Noel, W. (2003). *Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos* (Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna). Retrieved from <http://unjbg.edu.pe/coin2/pdf/01040800303.pdf>



- Okumus, I., & Mazlum, M. D. (2002). Evaluation of commercial trout feeds : Feed consumption , growth , feed conversion , carcass composition and bio-economic analysis. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2, 101–107.
- Oliva, G. (2011, May). Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arco iris. *Camara de Comercio de Huancayo*, 62.
- Ordóñez, O. J. (2005). *Estudio comparativo del engorde del híbrido rojo de Tilapia (Oreochromis sp.), utilizando dietas de Azolla y Soya*. Escuela Suoerior Politecnica del Litoral.
- Orellana, H. (2008). *Diseño y desarrollo de un algoritmo que permita estimar el tamaño de peces, aplicando visión por computadora, y propuesta para realizar la selección adecuada de dichos peces*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Orna, E. (2010). Manual de alimento balanceado para truchas. *Alimento Balanceado - Elaboración Y Formulación*, 30. Retrieved from <http://docplayer.es/6836244-Manual-de-alimento-balanceado-para-truchas.html>
- Ouaisa, K., Kritihi, A., Oumessoud, Y., Maychal, A., & Hasnaoui, M. (2017). Effets d ' un aliment extrudé sur les performances de croissance de la Truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss walbaum*, 1792) et sur la qualité de l'eau de l'oued oum er- rbia (Station ain aghbal, Azrou-maroc). *Journal of Water and Environmental Sciences*, 1, 132–139.
- Pantoja, J. O., Sanchez, S. M., & Hoyos, J. L. (2011). Obtención de una alimento extruido para tilapia roja (*Oreochromis spp*) utilizando ensilaje biológico de pescado. *Revista Científica de Biotecnología En El Sector Agropecuria Y Agroindustrial*, 9(2), 178–188. Retrieved from <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=5307b21a-dbc9-441b-b10c-651982a5f940%40sessionmgr4006>
- Patel, A., Sahu, D., Dashora, A., Garg, R., Agraval, P., Patel, P., ... Student, P. G. (2013). A review of hot melt extrusion technique. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(6), 2194–2198. Retrieved from [https://ijirset.com/upload/june/29\\_A Review.pdf](https://ijirset.com/upload/june/29_A Review.pdf)



- Pokniak, J., Cornejo, S., Galleguillos, C., Larraín, C., & Battaglia, J. (1999). Efectos de la extrusión o peletización de la dieta de engorda sobre la respuesta productiva de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) tamaño plato. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 31(1), 141–150. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X1999000100017>
- Ponce, M. N. (2014). *Evaluación de un promotor multifuncional en la dieta sobre el comportamiento productivo de juveniles de Trucha (Oncorhynchus mykiss)* (Universidad Nacional Agraria La Molina). Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2388>
- Pozos, A. de J. (2010). *Propuesta de construcción de estanquería para el cultivo de la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en el Municipio de Miahuatlán, Veracruz* (Universidad Veracruzana). Retrieved from <http://studylib.es/doc/4681743/propuesta-para-el-cultivo-de-la-trucha-arco-iris>
- PRODUCE. (2017, November). Cultivo de la trucha arco iris en el Perú con énfasis en la importación de ovas embrionadas y la comercialización de la producción. *Ministerio de La Producción*, 34.
- Puga, P. I. (2015). La producción de trucha como modelo de desarrollo sostenible de la Comunidad la Victoria de la Parroquia LLoa (Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito). Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9159/1/UPS-ST001557.pdf>
- Quesada, N. (2012). *Implantación de un sistema de etiquetado en la pesca artesanal de Canarias* (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). Retrieved from <https://sudocument.ulpgc.es/handle/10553/10652>
- Quimbiamba, E. (2009). *Crecimiento y eficiencia alimentaria de truchas arco iris (Oncorhynchus mykiss) en etapa de crecimiento, con sustitución parcial de alimento balanceado por sangre de Bovinos, Cayambe-Ecuador 2008* (Universidad Politécnica Salesiana-Sede Quito). Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6766>



- Quispe, W. R. (2017). *Aislamiento de lactobacillus sp. de "Truchas Arco Iris" Oncorhynchus mykiss con potencial probiótico frente a yersinia ruckeri en Puno* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5360>
- Raymond, H. L. (1974). Marking fishes and invertebrates. I. State of the art of fish branding. *Journal of Marine Fisheries Review*, 36(7), 1–6.
- Remicio, A. (2016). *Determinación de la digestibilidad y energía digestible del aceite acidulado de soya en juveniles de Trucha Arco iris (Oncorhynchus mykiss)*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Rojas, D. P. (2009). *Evaluación de la toxicidad a dosis repetidas (90 días) por vía oral del concentrado de proteína de pota (Dosidicus gigas), en ratas sprague dawley* (Universidad Nacional Agraria La Molina). Retrieved from <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/8048>
- Rojas, R., Jurado, M., Quilca, R., Obregón, C., López, E., & Verastegui, J. (2008). Manual para la producción de truchas en jaulas flotantes. In *Mejora de la producción de truchas en Choclococha Santa Inés* (p. 62). Retrieved from <https://es.scribd.com/doc/51422821/Manual-de-Produccion-de-Truchas-Incagro>
- Roncarati, A., Sirri, F., Felici, A., Stocchi, L., Melotti, P., & Meluzzi, A. (2011). Effects of dietary supplementation with krill meal on pigmentation and quality of flesh of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Italian Journal of Animal Science*, 10(2), 139–145. <https://doi.org/10.4081/ijas.2011.e27>
- Roque, E. R. (2015). *Determinación de costos de producción y rentabilidad de criaderos de truchas (Oncorhynchus mykiss) en jaulas flotantes del Distrito de Capachica-Puno* (Universidad Nacional del Altiplano - Puno). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1814>
- Silva, M. A. (2004). *Efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento y la supervivencia del Pargo Amarillo Lutjanus argentiventris (Peters 1869)(Percoidei: Lutjanidae) cultivado en jaulas flotantes* (Instituto Politécnico Nacional). Retrieved from [http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/1311/Tesis\\_Mario\\_Silva.pdf?sequence=1](http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/1311/Tesis_Mario_Silva.pdf?sequence=1)



- Solis, A. G. (2009). *Sistema de control de inventario de peces vivos para la Industria Salmonicultora* (Universidad de Chile). Retrieved from [www.cybertesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/solis\\_a/sources/solis\\_a.pdf](http://www.cybertesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/solis_a/sources/solis_a.pdf)
- Sørensen, M., Stjepanovic, N., Romarheim, O. H., Krekling, T., & Storebakken, T. (2009). Soybean meal improves the physical quality of extruded fish feed. *Animal Feed Science and Technology*, 2, 149–161. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.05.010>
- Storebakken, T., Zhang, Y., Ma, J., Øverland, M., Torunn, L., Fjeld, O., ... Feneuil, A. (2015). Feed technological and nutritional properties of hydrolyzed wheat gluten when used as a main source of protein in extruded diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 448, 214–218. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.05.029>
- Susan, H. M. (2015). Extrusion Processing and Evaluation of an Expanded, Puffed Pea Snack Product. *Journal of Nutrition & Food Sciences*. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000378>
- Támer, G. L., Jesús Pérez De La Cruz, A., & Soto, L. F. (2016). Dietas específicas en nutrición enteral. Análisis de la evidencia. *Nutr Clin Med Dietas*, 10(3), 123–139. <https://doi.org/10.7400/NCM.2016.10.3.5042>
- Tantalean, R. N. (2014). *Proyecto de inversión para la instalación de una piscigranja de truchas en el centro poblado menor el campamento en la Provincia de Chota-Cajamarca-Perú* (Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo - Cajamarca). Retrieved from <http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/104>
- Toledo, R. J. (2005). *Estudio comparativo de tres sistemas de distribución de alimento y su influencia en las tasas de crecimiento de salmón del atlántico (Salmo salar)* (Universidad Austral de Chile). Retrieved from <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fat649e/doc/fat649e.pdf>
- Tvenning, L., & Karlsen, K. (2001). Alimentación de alevines. *En Profundidad*, 12, 145–152.



- Usedo, P. (2010). *Elaboración de una bebida instantánea a base de Cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) con Maca (Lepidium meyenii Walp) extruida* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3498>
- Uyan, O., Aral, O., Burcu, F., Uyan, S., & Erdem, M. (2007). Effect of raw anchovy as wet feed on growth performances and production cost of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during winter season in the Black Sea. *Journal of Fisheries Sciences, 1*(3), 104–110. <https://doi.org/10.3153/jfscom.2007013>
- Valdez, C. E., & Vargas, M. A. (2015). *Evaluación de ciclo de vida en el cultivo de trucha (Oncorhynchus mykiss) en la empresa Piscifactoría Peña SAC* (Universidad Nacional Agraria La Molina). Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2723>
- Valencia, N. Y., & Valiente, L. M. (2015). *Sustitución parcial de harina de pescado por harina de ensilado biológico de subproductos blandos de Argopecten purpuratus “concha de abanico”, en el crecimiento y supervivencia de alevines de Colossoma macropomum “gamitana”, en laboratorio* (Universidad Nacional del Santa - Chimbote). Retrieved from <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2770>
- Vidal, V. (2013). *Antecedentes analíticos para minimizar el FCR y maximizar el SGR en salmón del Atlántico*. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/159631401/ANTECEDENTES-ANALITICOS-PARA-ADOPTAR-UN-CRITERIO-DE-ALIMENTACION-DE-SALMON-DEL-ATLANTICO>
- Vielma, R., Ovalles, J. F., León, A., & Medina, A. (2003). Valor nutritivo de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). *Journal of Ars Pharmaceutica, 44*(1), 43–58. Retrieved from <http://farmacia.ugr.es/ars/pdf/249.pdf>



- Villa, D. Y. G., Russo, L., Kerbab, K., Landi, M., & Rastrelli, L. (2014). Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium pallidicaule* (cañihua) and *Chenopodium quinoa* (quinoa) seeds. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 26(7), 609–615. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i7.18187>
- Vizcarra, Y. (2017). *Determinación del efecto de las dietas natural y balanceada sobre el crecimiento, la madurez gonadal y el perfil bioquímico del “erizo” loxechinus albus (Molina 1782) en un sistema de cultivo suspendido en medio natural durante la estación estival 2014* – (Universidad Nacional San Agustín de Arequipa). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3157>
- Wankowski, J. W. J., & Thorpe, J. E. (1979). The role of food particle size in the growth of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Journal of Fish Biology*, 14(4), 351–370. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1979.tb03530.x>
- Weatherley, A. H. (1976). Factors affecting maximization of fish growth. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 4(j4007), 1046–1058. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/f76-133>
- Yampasi, O. (2017). *Adsorción del carbón activado de tallos y hojas de Cañihua (Chenopodium pallidicaule), para la recuperación del oro en la Minera Colibrí S.A.C.* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5556>
- Zevillano, R. (2017). *Calculo de ración diaria del alimento.*
- Zhang, Y., Øverland, M., Shearer, K. D., Sørensen, M., Mydland, L. T., & Storebakken, T. (2012). Optimizing plant protein combinations in fish meal-free diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by a mixture model. *Aquaculture*, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.07.003>



## ANEXOS

**ANEXO A:** Certificados de análisis físicoquímicos de alimentos balanceados (Nubal, Nicovita, Pota, cañihua), evaluados en laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano.

**Anexo A1:** Certificado de Análisis físicoquímico de cuatro alimentos balanceados (Nubal, Nicovita, Pota, Cañihua), evaluado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agrarias. Puno 2018.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral 1153, C.U. Telf. (051) 366080 IP. 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



### LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

#### INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0038-2018-LENA-EPIA

SOLICITANTE : EDWARD CHANEL SINTY MIRANDA  
LUGAR DE PROCEDENCIA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNA-PUNO  
TITULO : "ELABORACION, EVALUACION Y COMPARACION DE ALIMENTO  
BALANCEADO PARA TRUCHAS ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)  
EN BASE A HARINA DE POTA (*Dosidicus gigas*) Y HARINA DE  
CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule Aellen*)"  
PRODUCTO : ALIMENTO BALANCEADO PARA TRUCHAS ARCO IRIS  
ENSAYO SOLICITADO : BROMATOLOGICO  
FECHA DE RECEPCION : 30 de Octubre del 2018  
FECHA DE ENSAYO : 30 de Octubre del 2018  
FECHA DE EMISION : 06 de Noviembre del 2018

#### RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

#### RESULTADOS FISICO QUIMICOS

CODIGO	% MATERIA SECA	% HUMEDAD	% CENIZA	% PROTEINA	% GRASA	% FIBRA	% CARBOHIDRATOS
NUBAL	91,14	8,85	12,05	35,92	29,33	3,89	9,96
NICOBITA	91,27	8,73	9,22	38,62	22,20	4,47	16,76
POTA	91,04	8,96	12,19	37,58	34,55	4,34	2,38
CAÑIHUA	90,55	9,45	12,49	32,24	29,21	4,07	12,54

#### METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

- AOAC. 1990

• CONCLUSION: Los resultados Físico Químicos están conformes.

Puno, C.U. 06 de Noviembre del 2018



Oswalda Arpasi Alca  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL  
C.I.P. 1160625



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial  
Dr. Luis Alberto Jimenez Mourroy  
C.I.P. 19512  
JEFE DE LABORATORIO



**Anexo A2:** Análisis fisicoquímico de alimento balanceado elaborado, sustituyendo la harina de pescado en un 10% por harina de Pota, Evaluado en el laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química, con el método universal kjeldahl. Puno 2017.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N°0403

## Certificado de Análisis

L.Q - 2017

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de: **ALIMENTO BALANCEADO POTA (10%)**

**PROCEDENCIA** : Distrito de Arequipa, Provincia de Arequipa - Arequipa

**PROYECTO** : Tesis "Elaboración, Evaluación y Comparación de Alimento Balanceado para Truchas Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en base a Harina de Pota (*Dosidicus gigas*) y Harina de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)"

**INTERESADO** : Bach. Edward Chanel Sinty Miranda

**MOTIVO** : Control de Calidad

**MUESTREO** : 20/11/2017, por el interesado

**ANÁLISIS** : 20/11/2017

**COD. MUESTRA:** B - 2115/03

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDAD	HUMEDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS
R.O. - Domiciliarios	%	6.01	Método universal Kjeldahl
R.O. - No Domiciliarios	%	37.58	F= 6.25

### OBSERVACIONES:

- 1.- Las muestras se recepcionaron en laboratorio.
- 2.- Los valores se expresan sobre base seca
- 3.- Temperatura de secado 80°C. promedio
- 4.- El factor de conversión proteico aplicado es 6.25

Puno, C.U. 30 de Noviembre de 2017.

VºBº



*[Signature]*

M. Sc. Edith Tello Palma  
DECANA F.I.Q.



*[Signature]*

M.Sc. María Rodríguez Melo  
Jefe Laboratorio Control de Calidad  
FACULTAD INGENIERIA QUÍMICA  
UNA - PUNO



**Anexo A3:** Análisis fisicoquímico de alimento balanceado Nicovita, Evaluado en el laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química, con el método universal kjeldahl. Puno 2017.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



## Certificado de Análisis

L.Q - 2017

N°0404

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de: **ALIMENTO BALANCEADO NICOVITA**  
**PROCEDENCIA** : Distrito de Arequipa, Provincia de Arequipa - Arequipa  
**PROYECTO** : Tesis "Elaboración, Evaluación y Comparación de Alimento Balanceado para Truchas Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en base a Harina de Pota (*Dosidicus gigas*) y Harina de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)"  
**INTERESADO** : Bach. Edward Chanel Sinty Miranda  
**MOTIVO** : Control de Calidad  
**MUESTREO** : 20/11/2017, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 20/11/2017  
**COD. MUESTRA:** B - 2115/02

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDAD	HUMEDAD	MÉTODO DE ANÁLISIS
R.O. - Domiciliarios	%	6.18	Método universal Kjeldahl
R.O. - No Domiciliarios	%	38.62	F= 6.25

### OBSERVACIONES:

- 1.- Las muestras se recibieron en laboratorio.
- 2.- Los valores se expresan sobre base seca
- 3.- Temperatura de secado 80°C. promedio
- 4.- El factor de conversión proteico aplicado es 6.25

Puno, C.U. 30 de Noviembre de 2017.

V°B°



*M. Sc. Edith Tello Palma*  
DECANA F.I.Q.



*Ing. M.Sc. Maria Rodriguez Melo*  
Jefe Laboratorio Control de Calidad  
FACULTAD INGENIERIA QUIMICA  
UNA - PUNO



**Anexo A4:** Análisis fisicoquímico de alimento balanceado elaborado, sustituyendo la harina de pescado en un 10% por harina de Cañihua, Evaluado en el laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química, con el método universal kjeldahl. Puno 2017.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N°0402

# Certificado de Análisis

LQ - 2017

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de: **ALIMENTO BALANCEADO CAÑIHUA (10%)**

**PROCEDENCIA** : Distrito de Cabana, Provincia de San Román - Puno  
**PROYECTO** : Tesis "Elaboración, Evaluación y Comparación de Alimento Balanceado para Truchas Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en base a Harina de Pota (*Dosidicus gigas*) y Harina de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)"  
**INTERESADO** : Bach. Edward Chanel Sinty Miranda  
**MOTIVO** : Control de Calidad  
**MUESTREO** : 20/11/2017 por el interesado  
**ANÁLISIS** : 20/11/2017  
**COD. MUESTRA:** B - 2115/04

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDAD	VALOR	MÉTODO DE ANÁLISIS
Porcentaje de Nitrógeno	%	5.16	Método universal Kjeldahl
Porcentaje de Proteína	%	32.24	F= 6.25

### OBSERVACIONES:

- 1.- Las muestras se recibieron en laboratorio.
- 2.- Los valores se expresan sobre base seca
- 3.- Temperatura de secado 80°C. promedio
- 4.- El factor de conversión proteico aplicado es 6.25

Puno, C.U. 30 de Noviembre de 2017.  
VºBº



M. Sc. Edith Tello Palma  
DECANA F.I.Q.



Ing. M.Sc. María Rodríguez Melo  
Jefe Laboratorio Control de Calidad  
FACULTAD INGENIERIA QUIMICA  
UNA - PUNO



**Anexo A5:** Análisis fisicoquímico de alimento balanceado Nubal, Evaluado en el laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química, con el método universal kjeldahl. Puno 2017



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



# Certificado de Análisis

LQ - 2017 Nº 405

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de: **ALIMENTO BALANCEADO NUBAL**  
**PROCEDENCIA** : Distrito de Arequipa, Provincia de Arequipa - Arequipa  
**PROYECTO** : Tesis "Elaboración, Evaluación y Comparación de Alimento Balanceado para Truchas Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en base a Harina de Pota (*Dosidicus gigas*) y Harina de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)"  
**INTERESADO** : Bach. Edward Chanel Sinty Miranda  
**MOTIVO** : Control de Calidad  
**MUESTREO** : 20/11/2017, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 20/11/2017  
**COD. MUESTRA:** B - 2115/01

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDAD	VALOR	MÉTODO DE ANÁLISIS
Nitrógeno total Kjeldahl	%	5.74	Método universal Kjeldahl
Proteína	%	35.92	F= 6.25

### OBSERVACIONES:

- 1.- Las muestras se recibieron en laboratorio.
- 2.- Los valores se expresan sobre base seca
- 3.- Temperatura de secado 80°C. promedio
- 4.- El factor de conversión proteico aplicado es 6.25

Puno, C.U. 30 de Noviembre de 2017.  
V°B°



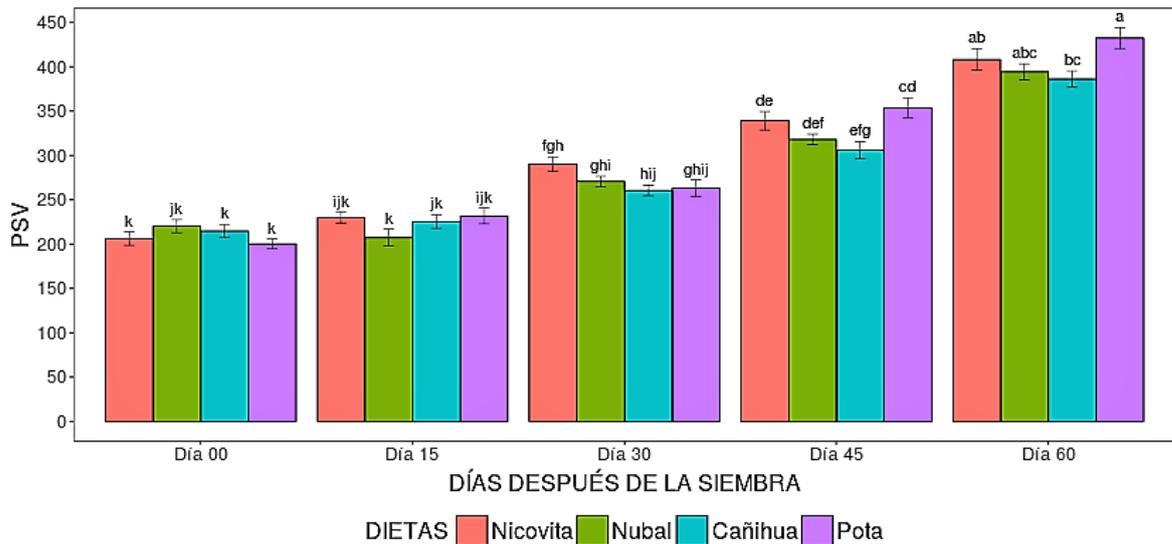
M. Sc. Edith Tello Palma  
DECANA F.I.Q.



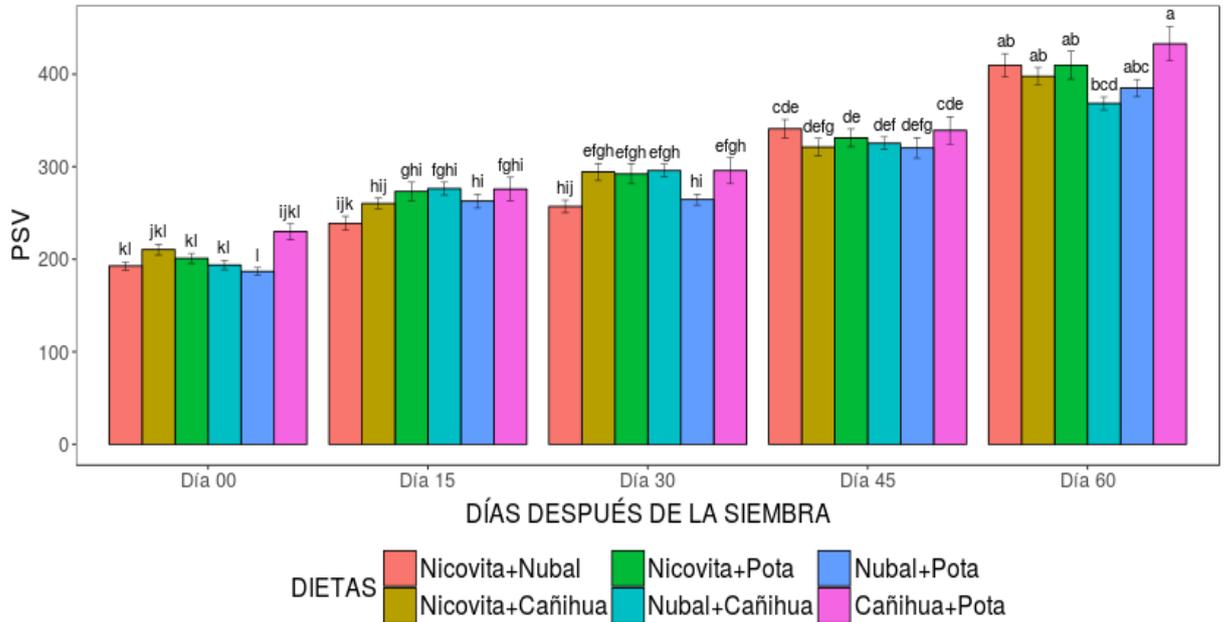
M. Sc. María Rodríguez Melo  
Jefe Laboratorio Control de Calidad  
FACULTAD INGENIERIA QUIMICA  
UNA - PUNO

**ANEXO B:** Figuras de análisis estadísticos realizados a cuatro alimentos y la combinación de estos para trucha arco íris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, correlacionados con indicadores de ganancia de peso vivo (g), ganancia de longitud (cm), factor de conversión alimenticio (FCA) e índice de condición corporal (ICC), evaluadas cada quince días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ,  $n = 20$ ).

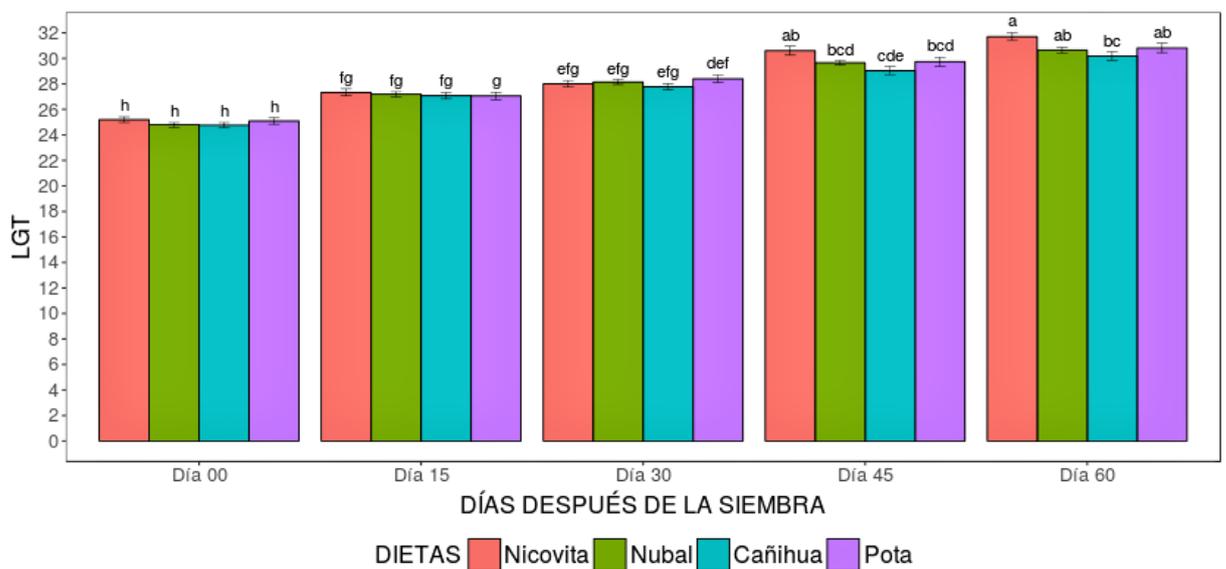
**Anexo B1:** Barras comparativas de análisis estadístico, de cuatro alimentos balanceados (Nicovita, Nubal, Cañihua, Pota) para truchas arco íris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, evaluando comportamiento de ganancia de peso vivo (g) versus los días después de la siembra (Análisis biométricos cada quince días), por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ,  $n = 20$ ).



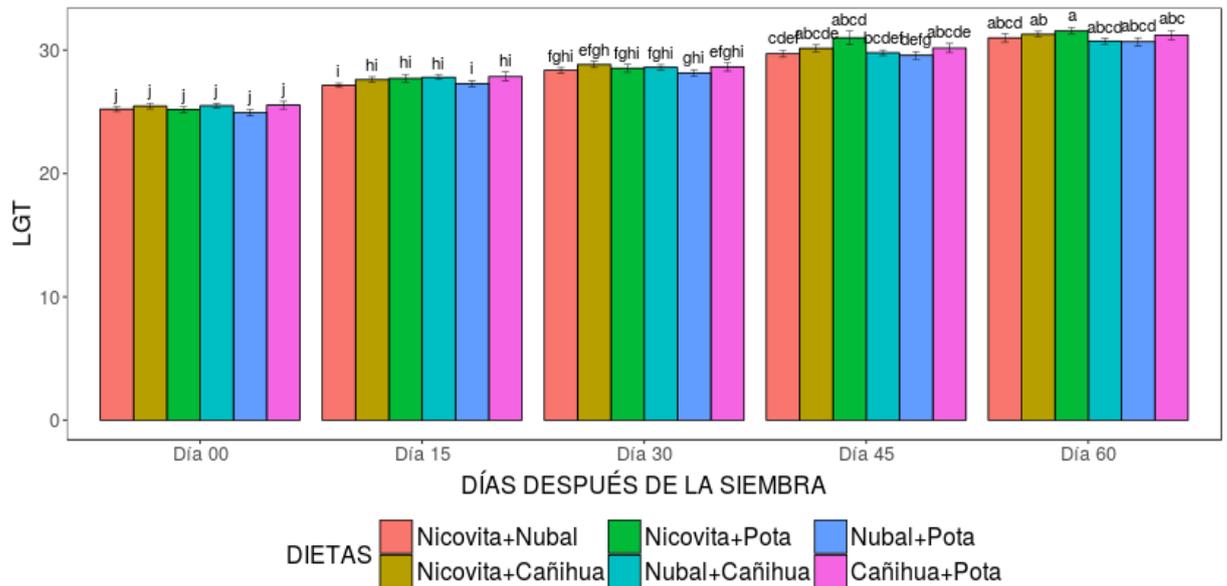
**Anexo B2:** Barras comparativas de análisis estadístico, de seis dietas (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), obtenidas de la combinación (50% a 50%), de cuatro alimentos balanceados (Nicovita, Nubal, Cañihua, Pota) para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, evaluando comportamiento de ganancia de peso vivo (g) versus los días después de la siembra (Análisis biométricos cada quince días), por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ,  $n = 20$ ).



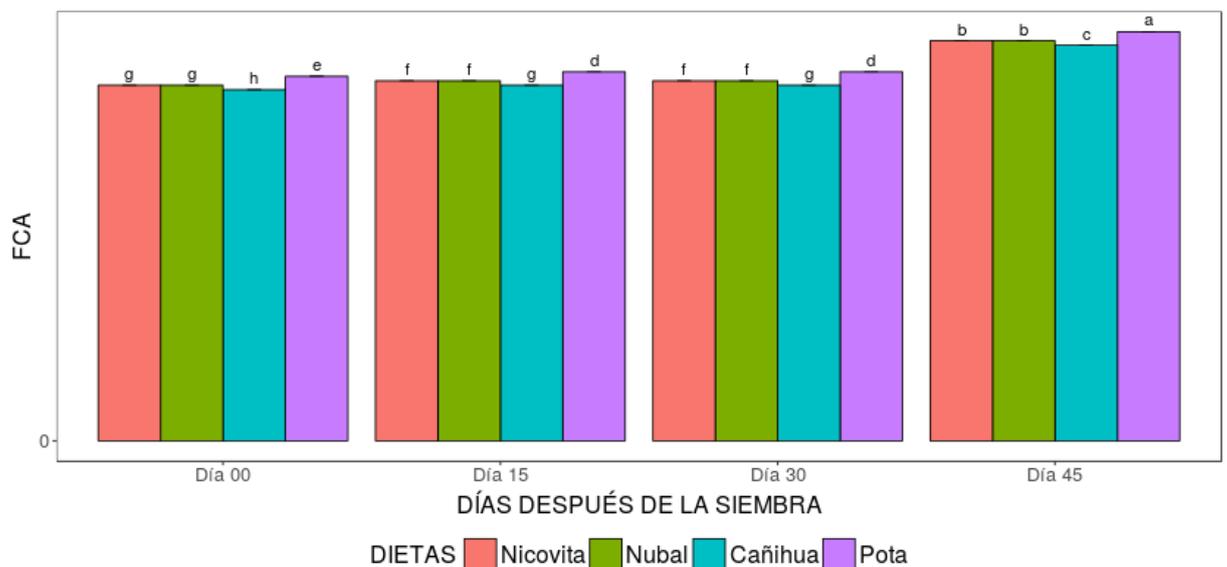
**Anexo B3:** Barras comparativas de análisis estadístico, de cuatro alimentos balanceados (Nicovita, Nubal, Cañihua, Pota) para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, evaluando comportamiento de ganancia de longitud (cm) versus los días después de la siembra (Análisis biométricos cada quince días), por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ,  $n = 20$ ).



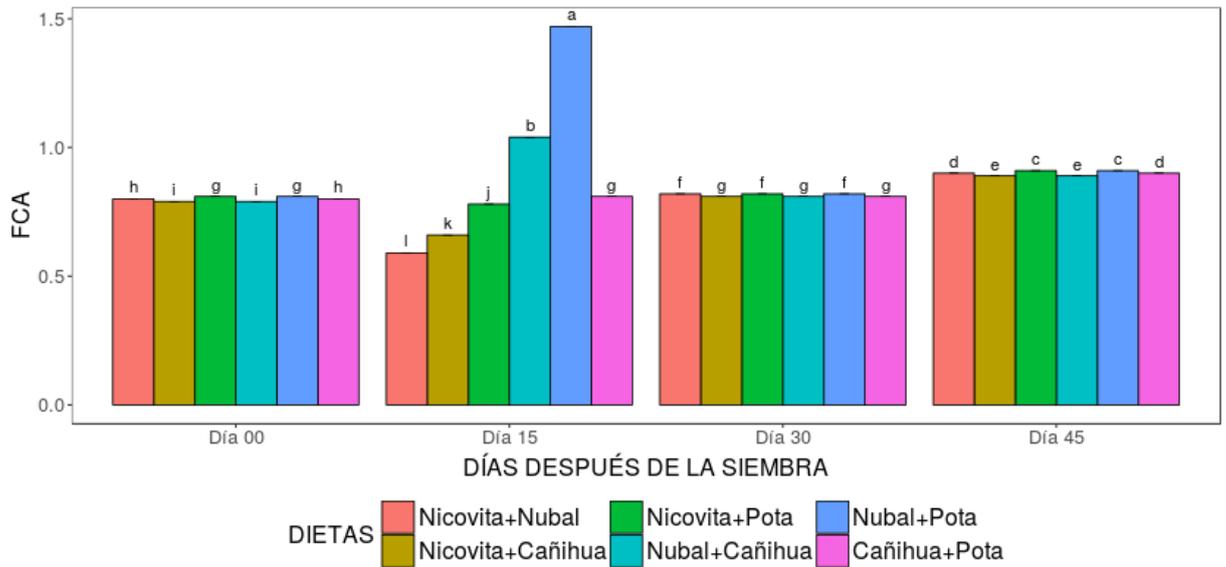
**Anexo B4:** Barras comparativas de análisis estadístico, de seis dietas (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), obtenidas de la combinación (50% a 50%), de cuatro alimentos balanceados (Nicovita, Nubal, Cañihua, Pota) para truchas arco íris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, evaluando comportamiento de ganancia de longitud (cm) versus los días después de la siembra (Análisis biométricos cada quince días), por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ,  $n = 20$ ).



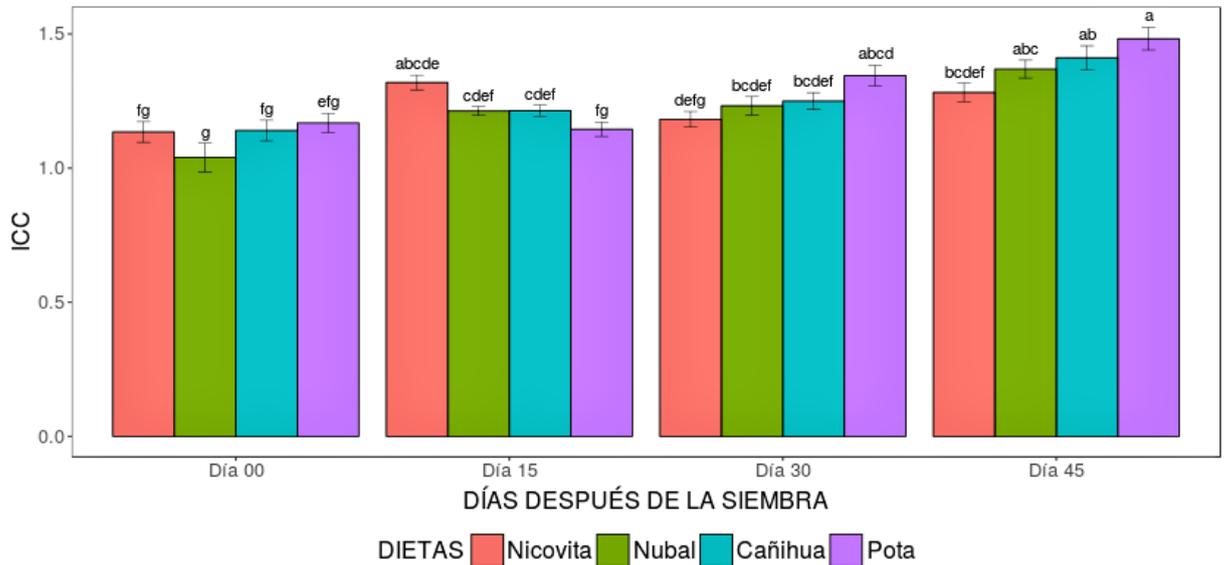
**Anexo B5:** Barras comparativas de análisis estadístico, de cuatro alimentos balanceados (Nicovita, Nubal, Cañihua, Pota) para truchas arco íris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, evaluando comportamiento de factor de conversión alimenticio (FCA) versus los días después de la siembra (con un Análisis biométricos cada quince días), por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ,  $n = 20$ ).



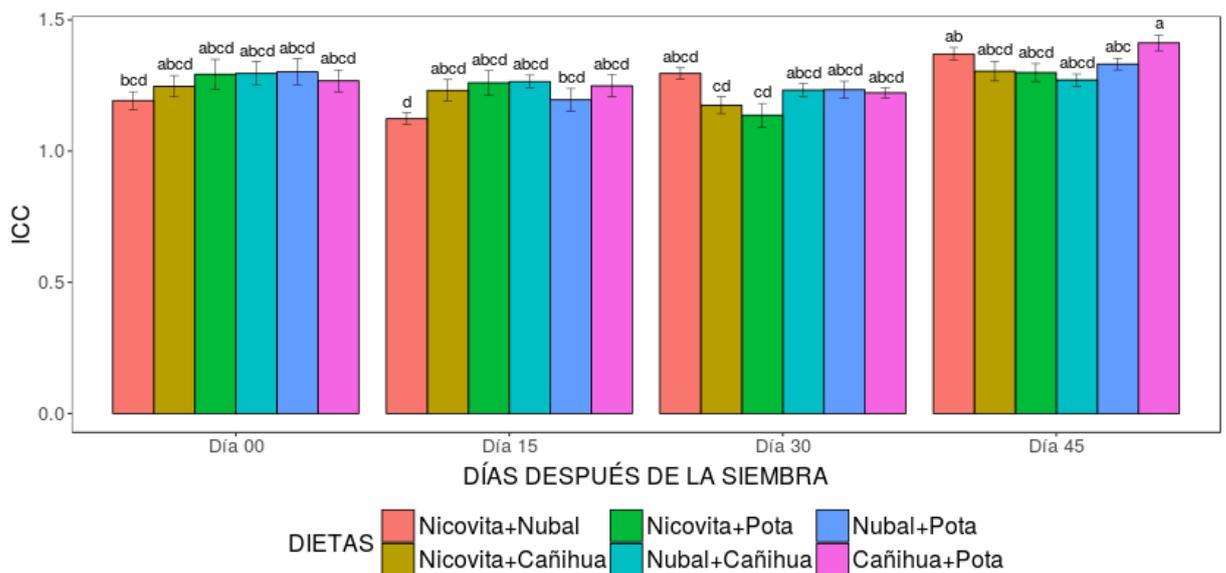
**Anexo B6:** Barras comparativas de análisis estadístico, de seis dietas (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), obtenidas de la combinación (50% a 50%), de cuatro alimentos balanceados (Nicovita, Nubal, Cañihua, Pota) para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, evaluando comportamiento de factor de conversión alimenticio (FCA) versus los días después de la siembra (Análisis biométricos cada quince días), por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ,  $n = 20$ ).



**Anexo B7:** Barras comparativas de análisis estadístico, de cuatro alimentos balanceados (Nicovita, Nubal, Cañihua, Pota) para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, evaluando comportamiento de índice de condición corporal (ICC) versus los días después de la siembra (Análisis biométricos cada quince días), por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ,  $n = 20$ ).



**Anexo B8:** Barras comparativas de análisis estadístico, de seis dietas (Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), obtenidas de la combinación (50% a 50%), de cuatro alimentos balanceados (Nicovita, Nubal, Cañihua, Pota) para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, evaluando comportamiento de índice de condición corporal (ICC) versus los días después de la siembra (Análisis biométricos cada quince días), por un lapso de sesenta días. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ,  $n = 20$ ).





**Anexo B9:** Comparación de medias en diez dietas (Nicovita, Nubal, Cañihua, Pota, Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), para truchas arco íris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, en diez jaulas distintas con veinte peces cada una, evaluando comportamiento de ganancia promedio de peso vivo (g) con análisis biométricos cada quince días, por un lapso de sesenta días, en el noreste del Lago Titicaca. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

Días	Alim.	Promedio	min	max	r	std	ste	sg
D00	AP01	206.25	160	285	20	33.516	7.495	tu
D00	AP02	220.25	170	280	20	32.625	7.295	pqrstu
D00	AP03	214.75	160	290	20	34.046	7.613	qrst
D00	AP04	200.25	170	255	20	23.978	5.362	tu
D00	AP05	192.75	160	235	20	19.295	4.315	tu
D00	AP06	210.5	165	265	20	26.453	5.915	rstu
D00	AP07	201	170	250	20	23.598	5.277	tu
D00	AP08	193.75	160	235	20	22.176	4.959	tu
D00	AP09	186.75	160	220	20	18.728	4.188	u
D00	AP10	230	160	295	20	37.767	8.445	nopqrstu
D15	AP01	230	185	285	20	26.852	6.004	nopqrstu
D15	AP02	207.25	145	310	20	42.255	9.448	stu
D15	AP03	225.4	175	310	20	34.021	7.607	opqrstu
D15	AP04	231.75	145	295	20	40.108	8.968	nopqrstu
D15	AP05	238.8	180	310	20	33.902	7.581	mnopqrst
D15	AP06	260.25	195	315	20	25.416	5.683	lmnopqr
D15	AP07	273.25	160	335	20	44.964	10.054	ijklmno
D15	AP08	276.25	220	325	20	31.618	7.07	ijklmn
D15	AP09	262.75	200	335	20	33.461	7.482	lmnopq
D15	AP10	275.789	160	370	19	55.484	12.729	ijklmno
D30	AP01	290.278	205	350	18	35.125	8.279	hijklm
D30	AP02	270.75	205	320	20	26.272	5.875	ijklmnop
D30	AP03	260.5	220	330	20	26.945	6.025	lmnopqr
D30	AP04	263.056	195	370	18	39.375	9.281	klmnopq
D30	AP05	257	200	320	20	30.796	6.886	lmnopqrs
D30	AP06	294.25	225	365	20	41.653	9.314	hijkl
D30	AP07	292.222	205	405	18	45.252	10.666	hijkl
D30	AP08	295.75	255	355	20	30.706	6.866	hijkl
D30	AP09	264.5	235	315	20	26.552	5.937	klmnopq
D30	AP10	295.789	190	405	19	62.032	14.231	hijkl
D45	AP01	339.167	230	395	18	44	10.371	defgh
D45	AP02	318	275	345	15	23.74	6.13	fghijk
D45	AP03	305.833	245	415	18	40.882	9.636	ghijkl
D45	AP04	353.333	280	440	18	48.537	11.44	cdefg
D45	AP05	341	260	415	20	45.003	10.063	defgh
D45	AP06	321.25	250	405	20	41.131	9.197	fghij
D45	AP07	331.111	270	420	18	40.893	9.639	efgh
D45	AP08	325.263	280	370	19	29.696	6.813	fghi
D45	AP09	320.278	215	380	18	46.982	11.074	fghij
D45	AP10	339.211	230	450	19	63.907	14.661	defgh
D60	AP01	408.111	320	510	18	51.25	12.08	ab
D60	AP02	394.286	345	455	14	33.79	9.031	abcd
D60	AP03	386.111	330	480	18	39.614	9.337	abcd
D60	AP04	432.353	345	535	17	47.93	11.625	a
D60	AP05	409.5	275	495	20	57.145	12.778	ab
D60	AP06	397.75	330	470	20	41.15	9.202	abc
D60	AP07	409.611	290	560	18	63.882	15.057	ab
D60	AP08	368.421	295	420	19	30.598	7.02	bcdef
D60	AP09	385	305	455	17	38.81	9.413	abcde
D60	AP10	432.778	320	595	18	78.968	18.613	a



**Anexo B10:** Comparación de medias en diez dietas (Nicovita, Nubal, Cañihua, Pota, Cañihua+Pota, Nicovita+Pota, Nicovita+Nubal, Nicovita+Cañihua, Nubal+Pota y Nubal+Cañihua), para truchas arco íris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde, en diez jaulas distintas con veinte peces cada una, evaluando comportamiento de ganancia promedio de longitud (cm) con análisis biométricos cada quince días, por un lapso de sesenta días, en el noreste del Lago Titicaca. Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

Días	Alim.	Promedio	min	max	r	std	ste	sg
D00	AP01	25.2	23.5	27	20	1.01	0.226	p
D00	AP02	24.79	22.8	25.8	20	0.825	0.184	p
D00	AP03	24.76	23.5	26.8	20	0.959	0.214	p
D00	AP04	25.09	23	27.1	20	1.102	0.246	p
D00	AP05	25.215	23.4	26.8	20	0.938	0.21	p
D00	AP06	25.47	23.8	27.5	20	1.037	0.232	p
D00	AP07	25.185	23.5	26.9	20	0.968	0.216	p
D00	AP08	25.49	23.8	27.6	20	0.863	0.193	p
D00	AP09	24.93	20.6	26.4	20	1.218	0.272	p
D00	AP10	25.545	23.4	28.1	20	1.413	0.316	op
D15	AP01	27.335	25	29.3	20	1.242	0.278	klmn
D15	AP02	27.19	25.1	28.5	20	0.856	0.192	lmn
D15	AP03	27.07	25	29.5	20	1.121	0.251	mno
D15	AP04	27.055	24.9	29.4	20	1.317	0.295	no
D15	AP05	27.155	26	28.5	20	0.769	0.172	lmn
D15	AP06	27.605	26	29.5	20	1.005	0.225	jklmn
D15	AP07	27.705	24.9	30	20	1.413	0.316	jklmn
D15	AP08	27.8	26.5	30	20	0.882	0.197	jklmn
D15	AP09	27.285	24.9	28.7	20	1.045	0.234	lmn
D15	AP10	27.858	24.8	30.6	19	1.586	0.364	jklmn
D30	AP01	28.006	25	29.5	18	1.134	0.267	ijklmn
D30	AP02	28.145	25.5	29.3	20	0.88	0.197	hijklmn
D30	AP03	27.785	25.8	30	20	1.041	0.233	jklmn
D30	AP04	28.4	25.4	30.6	18	1.3	0.306	ghijklmn
D30	AP05	28.365	26.9	29.9	20	0.938	0.21	ghijklmn
D30	AP06	28.83	27.4	31.3	20	1.131	0.253	fghijk
D30	AP07	28.533	25	30.9	18	1.409	0.332	ghijklmn
D30	AP08	28.605	27.3	30.9	20	0.944	0.211	fghijklm
D30	AP09	28.15	25.1	30.4	20	1.198	0.268	hijklmn
D30	AP10	28.642	25.5	30.6	19	1.446	0.332	fghijkl
D45	AP01	30.6	26.9	33.4	18	1.47	0.347	abcde
D45	AP02	29.659	28.1	30.6	17	0.7	0.17	cdefgh
D45	AP03	29.039	26.7	31.8	18	1.299	0.306	efghij
D45	AP04	29.744	26.2	32.3	18	1.462	0.345	bcdefg
D45	AP05	29.71	27.3	32.1	20	1.236	0.276	cdefg
D45	AP06	30.145	28.5	33.2	20	1.25	0.28	abcdef
D45	AP07	31	29.1	39.8	18	2.403	0.566	abcd
D45	AP08	29.784	28.5	32	19	1.022	0.234	bcdefg
D45	AP09	29.583	25.9	32	18	1.305	0.308	defghi
D45	AP10	30.168	27	32.9	19	1.618	0.371	abcdef
D60	AP01	31.7	27.8	33.8	18	1.307	0.308	a
D60	AP02	30.657	29	31.8	14	0.821	0.219	abcde
D60	AP03	30.189	27.5	32.8	18	1.382	0.326	abcdef
D60	AP04	30.812	26.7	33	17	1.489	0.361	abcd
D60	AP05	30.99	27.5	33.4	20	1.506	0.337	abcd
D60	AP06	31.285	29.8	34	20	1.073	0.24	ab
D60	AP07	31.556	28.2	33.4	18	1.153	0.272	a
D60	AP08	30.726	29.4	32.7	19	1.005	0.231	abcd
D60	AP09	30.688	27	32.6	17	1.281	0.311	abcd
D60	AP10	31.217	28.5	34.2	18	1.592	0.375	abc

**ANEXO C:** Panel fotográfico de la elaboración, evaluación y comparación de alimento balanceado para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en base a harina de Pota (*Dosidicus gigas*) y harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).

**Anexo C1:** Evaluación biométrica de talla o longitud (cm) de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, realizada cinco veces cada quince días, designando a cada unidad de estudio un código QR, el mismo que facilitó la colecta de datos para su posterior análisis.



**Anexo C2:** Evaluación biométrica de peso vivo (g) de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de engorde, realizada cinco veces cada quince días, designando a cada unidad de estudio un código QR, el mismo que facilitó la colecta de datos para su posterior análisis.



**Anexo C3:** Extracción de unidades muertas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), dentro de la jaula de evaluación, las unidades se registran en el cuaderno de campo virtual con los datos resientes.



**Anexo C4:** Marca con codificación física en la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), realizada de forma manual por medio del raspado de la piel, retirando tan solo las escamas de la zona afectada, se diseñaron veinte códigos distintos para cada unidad de estudio, esto permitió la identificación de cada pez, evaluando el desarrollo de peso vivo (g) y longitud (cm).



**Anexo C5:** Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela Profesional de Veterinaria y Zootecnia, realizando y controlando la extracción de la grasa, con dos repeticiones para cada alimento balanceado en estudio, los alimentos mencionados son para la etapa de engorde de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)



**Anexo C6:** Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela Profesional de Veterinaria y Zootecnia, manipulando reactivo para los análisis correspondientes de cuatro tipos de alimentos balanceado extruido para la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en la etapa de engorde.

