

**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA  
AMAZONÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA**



**INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ORUJO DE CERVECERÍA  
EN LA ALIMENTACIÓN DE JUVENILES DE *Piaractus brachypomus*  
“Paco” EN AMBIENTES CONTROLADOS.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGROFORESTAL ACUÍCOLA**

**BACH. HUAPAYA DAVILA ERICK DAVID.**

**YARINACocha – PERÚ**

**2018**

## DEDICATÓRIA

Muy especial a HUAPAYA CAPURRO SANTOS ELMER y ELIZABET DAVILA ROLIN, mi señora madre y señor padre, por quien soy lo que soy, gracias por tu sabiduría, fortaleza y optimismo, virtudes que me hacen sentir muy orgullosos de ustedes. LOS QUIERO MUCHO mamá y papá, por darme su amor incondicional y por la calidad de ser humano que son.

A mi hermana MARIA DEL PILAR DE LOS ANGELES por ser esas personas alentadoras, lleno de buenas vibras a transmitirme para desarrollar este proyecto, quienes con apoyo y confianza plena me mantuvieron en la lucha por ser algo en la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia \_UNIA por prestar las instalaciones del laboratorio de nutrición y reproducción de peces para la realización de la presente investigación.

Al Blgo. Pesq. Ricardo Julián Oliva Paredes, catedrático de la facultad de ingeniería y ciencias ambientales y asesor en esta investigación, por sus enseñanzas, apoyo, orientación, dedicación y su confianza, amistad brindada en todo el proceso de la tesis, para poder lograr el cumplimiento de los objetivos.

Al Dr. Rizal Robles Huaynate, Catedrático de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), mi co-asesor, por el apoyo y orientación en la formulación del alimento balanceado con los niveles de orujo.

A mis jurados de tesis por su valiosa dirección y supervisión de la presente tesis.

A mis amigos Edilberto Cervano, por el apoyo en la instalación del proyecto de tesis; por el apoyo logístico para las evaluaciones durante el tiempo que duro la ejecución de la investigación; Carmen Rosa, Efraín Morales y Daniel Ceijas por el apoyo en la parte técnica en las evaluaciones de proyecto.

## INDICE

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
INDICE.....	4
RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1. Antecedentes del problema.....	13
2.2. Bases teóricas.....	16
2.2.1. Descripción del “Paco” ( <i>Piaractus brachypomus</i> ).....	16
2.2.2. Distribución.....	16
2.2.3. Hábitat. ....	16
2.2.4. Alimentación.....	16
2.2.5. Reproducción.....	16
2.2.6. Nutrición y alimentación. ....	17
2.2.7. Ración e insumos.....	19
2.2.8. Orujo de cervecería.....	20
2.2.9. Factor de conversión alimenticia.....	20
2.2.10. Proceso de fabricación del alimento. ....	20
2.3. Definición de términos básicos .....	24
III. METODO.....	25
3.1. Ubicación del lugar donde se realizó el estudio.....	25
3.2. Instalación de los materiales en el laboratorio. ....	25
3.3. Formulación de la dieta y elaboración del alimento.....	25
3.3.1. Formulación de la dieta. ....	25
3.3.2. Obtención de los insumos y elaboración del alimento. ....	26
3.4. Transporte, siembra y manejo de los peces.....	28
3.4.1. Transporte.....	28
3.4.2. Siembra y densidad. ....	28
3.4.3. Manejo de los peces.....	28
3.4.4. Limpieza de las tinas plásticas.....	28
3.5. Proceso de alimentación.....	29
3.5.1. Alimentación.....	29
3.5.2. Biometría.....	30
3.6. Diseño de la investigación .....	30

3.7. Tratamiento estadístico.....	31
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
4.1. Peso y Longitud .....	32
4.2. Crecimiento absoluto.....	34
4.3. Tasa de crecimiento absoluto .....	36
4.4. Crecimiento relativo.....	38
4.5. Tasa de crecimiento relativo.....	39
4.6. Crecimiento específico.....	41
4.7. Supervivencia .....	42
4.8. Factor de conversión alimenticia (FCA) .....	43
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>45</b>
<b>VI. Conclusiones.....</b>	<b>48</b>
<b>VII. Recomendación .....</b>	<b>49</b>
<b>VIII. Bibliografía .....</b>	<b>50</b>
<b>IX. Anexos.....</b>	<b>53</b>
<b>X. Iconografía.....</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS.

1. Flujograma de preparación de alimento.....	27
2. Croquis de distribución de los tratamientos.....	31
3. Comportamiento de crecimiento en peso juveniles de "Paco" (Piaractus brachypomus) en 75 días de cultivo.....	33
4. Comportamiento de crecimiento en longitud de juveniles de "Paco" (Piaractus brachypomus) en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. ....	34
5. Crecimiento absoluto en peso de Piaractus brachypomus en tres tratamientos durante 75 días de cultivo.....	35
6. Crecimiento absoluto en longitud de Piaractus brachypomus en tres tratamientos durante 75 días de cultivo.....	35
7. Tasa de crecimiento absoluto en peso de Piaractus brachypomus en tres tratamientos en 75 días de cultivo. (Elaboración propia) .....	37
8. Tasa de crecimiento absoluto en longitud de Piaractus brachypomus en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia) .....	37
9. Crecimiento relativo en peso de Piaractus brachypomus en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia) .....	38
10. Crecimiento relativo en longitud de Piaractus brachypomus en tres tratamientos durante 75 días de cultivo.....	39
11. Tasa de crecimiento relativo en peso de Piaractus brachypomus en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia) .....	40
12. Tasa de crecimiento relativo longitud de Piaractus brachypomus en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia) .....	40
13. Crecimiento específico en peso de Piaractus brachypomus en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia) .....	41
14. Crecimiento específico en longitud de Piaractus brachypomus en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia) .....	42
15. Porcentaje de sobrevivencia de Piaractus brachypomus en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia) .....	43
16. Factor de conversión alimenticia de Piaractus brachypomus en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia) .....	44

## ÍNDICE DE CUADROS

1. Cantidad de alimento a suministrar de acuerdo al peso del pez (tasa de alimentación)...	29
2. Promedio de muestreo quincenal de crecimiento en peso de juveniles de paco ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) durante 75 días de cultivo.....	32
3. Promedio de crecimiento en longitud de juveniles de "Paco" ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) en 75 días de cultivo.....	33
4. Promedio del crecimiento absoluto en peso y longitud en juveniles de "Paco" ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) en 75 días de cultivo.....	34
5. Promedio de la tasa de crecimiento absoluto en peso y en longitud en el cultivo de juveniles de "Paco" ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) en 75 días de cultivo. ....	36
6. Promedio del crecimiento relativo en peso y en talla en el cultivo de juveniles de "Paco" ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) en 75 días de cultivo.....	38
7. Promedio de la tasa de crecimiento relativo en peso y longitud en el cultivo de juveniles de "Paco" ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) en 75 días de cultivo. ....	39
8. Promedio del crecimiento específico en peso y longitud en el cultivo de juveniles de "Paco" ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) en 75 días de cultivo.....	41
9. Promedio del porcentaje de sobrevivencia en el cultivo de juveniles de "Paco" ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) en 75 días de cultivo.....	42
10. Promedio del factor de conversión alimenticia en el cultivo de juveniles de "Paco" ( <i>Piaractus brachypomus</i> ) durante 75 días de cultivo.....	43

## ÍNDICE DE ANEXOS.

1. Análisis proximal de los principales insumos alimenticios, en base seca (%) según Rosales (1996). .....	53
2. Formulación de la dieta de <i>Piaractus brachypomus</i> . .....	54
3. Ficha de evaluación biométrica de peso y longitud. ....	55
4. Ficha de producción del tratamiento 1 repetición – 1. ....	56
Anexo 5. Ficha de producción del tratamiento 1 - repetición 2. ....	57
6. Ficha de producción del tratamiento 1 - repetición 3. ....	58
7. Ficha de producción del tratamiento 2 - repetición 1. ....	59
8. Ficha de producción del tratamiento 2 - repetición 2. ....	60
9. Ficha de producción del tratamiento 2 - repetición 3. ....	61
10. Ficha de producción del tratamiento 3 - repetición 1. ....	62
11. Ficha de producción del tratamiento 3 - repetición 2. ....	63
12. Ficha de producción del tratamiento 3 - repetición 3. ....	64
13. Análisis de varianza del comportamiento del crecimiento en peso y longitud por evaluaciones. ....	65
20. Análisis de la tasa de crecimiento relativo del peso (g/día). ....	68
21. Análisis de varianza de la tasa de crecimiento relativo de la longitud (g/día). ....	69
22. Análisis de varianza de la tasa de crecimiento específico en peso (%/día). ....	69
23. Análisis de varianza de la tasa de crecimiento específico en longitud (%/día). ....	69
24. Análisis de varianza de la Supervivencia .....	70
25. Análisis de varianza de la Factor de conversión alimenticia. ....	70



## RESUMEN

El estudio se realizó en el laboratorio de reproducción y nutrición de peces de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA), ubicada en la Carretera San José Km 0.5, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Se evaluó el efecto de la inclusión de dos niveles de orujo de cervecería sobre los índices productivos y sobrevivencia de *Piaractus brachypomus* "Paco" en ambientes controlados. Se empleó una dieta isoprotéica con 30% PB e isocalórica formulado con el programa MIXIT – 2, incorporando los contenidos de orujo de cervecería, para lo cual se aplicó el diseño estadístico completamente al azar (DCA), con tres tratamientos (T0= 0 % orujo cervecería, T1 = 7.5 % orujo cervecería y T2=15 % orujo cervecería) con tres repeticiones. Se utilizaron 135 peces con pesos promedios de T1  $4.080\pm 1.21$ ; T2  $5.019\pm 0.84$ ; T3  $3.950\pm 0.25$  y longitud promedio de T1  $6.524\pm 0.63$ ; T2  $7.009\pm 0.22$ ; T3  $6.527\pm 0.14$ , que fueron colocados en 09 tinas plásticas de 100 litros de capacidad a una densidad de 1 pez por cada 6.6 litros. La alimentación de los peces fue 3 veces al día ad libitum, cada 15 días se realizó muestreos biométricos y se calcularon índices productivos como, crecimiento absoluto, tasa de crecimiento absoluto, crecimiento relativo, tasa de crecimiento relativo, crecimiento específico, sobrevivencia (%) y el factor de conversión alimenticia. los datos fueron analizados en un diseño completo al azar, y se aplicó una prueba de promedios de Tukey con  $\alpha = 0.05$ , concluyéndose que, se encontró diferencias significativas en el peso y longitud entre los tratamientos en el crecimiento absoluto y tasa de crecimiento absoluto mientras en el crecimiento relativo, tasa de crecimiento relativo y crecimiento específico no se encontraron diferencias significativas; Sin embargo, se observó los mejores promedios de peso y longitud, en el tratamiento T2 con 7.5% de orujo de cervecería, teniendo una sobrevivencia al 100 % y el factor de conversión alimenticia siendo menor y aceptable en el con un 1.8 mientras que en los tratamientos T1 y T3 fueron mayores.

**Palabras claves:** alimentación, insumos, ración, conversión alimenticia.

## ABSTRACT

In the laboratory of reproduction and nutrition of fish of the Intercultural National University of Amazonia (UNIA), located in the Highway San Jose km 0,5, district of Yarinacocha, province of Coronel Portillo, Ucayali region. It was developed the work of investigation titled "Inclusion of different levels from orujo of brewery in the feeding of youthful of "Piaractus brachyomus" in controlled environment, for which, "9 plastic trays of 110 Liters of capacity were used" disinfecting them and filling them until approximately 100 liters of water and were placed their respective airpump. "An isoprotéica diet with 30% PB and isocalórica formulated with program MIXIT-2 was used", incorporating the contents of orujo of brewery (in percentage of 0 %, 7,5%, 15%). The fish were acquired of the Calicanto Foundation and transported to the laboratory to seed them in a density of sowing of 1 fish by each 6.6 liters of water, having therefore an amount of 15 fish by tray doing a total of 135 fish distributed in the 9 trays. Every 15 days, samplings of stature were made ( cm) and weight (g) of the total of individuals (fish) of the 9 experimental units (bathtubs), and calculated productive indices like, weight gain and carves, absolute growth, rate of absolute growth, relative growth, rate of relative growth, rate of growth specify, survival (%) and the factor of nutritional conversion. The growth samplings, were made every 15 days, the data were analyzed in a complete design at random and was applied to a test of averages of Tukey with  $\alpha = 0,005$ ; concluding that, the treatment witness, with 0% of orujo of brewery display the best averages in weight, and it carves for the absolute growth, rate of absolute growth, being observed significant differences between the treatments for weight and does not carve, for the relative growth, rate of relative growth and specific growth; Nevertheless, it was observed the best averages of weight and carves, in the treatment with 7,5% of orujo of brewery, for the gain of weight and carves, survival and the factor of nutritional conversion, being the smaller and acceptable nutritional conversion in T2 with 1,8 whereas in the treatments T1 and T3 was greater.

**Keywords:** feed, inputs, ration, feed conversion.

## I. INTRODUCCIÓN

El elevado costo de los insumos alimenticios tradicionales, usados en la alimentación animal, ocasiona una baja rentabilidad en la actividad pecuaria, ya que los costos de alimentación, en animales monogástricos, representa entre el 60 y 75% del costo total de producción. Una de las alternativas para corregir esta limitante es el uso de recursos alimenticios regionales, tales como productos agrícolas, residuos de cosecha, subproductos agroindustriales y leguminosas forrajeras. Para formular un alimento balanceado, de acuerdo a la especie y la clase animal, es necesario conocer el valor nutricional de los insumos, especialmente de aquellos insumos regionales no tradicionales, que cuentan con gran potencial para la alimentación animal (Rebaza 1996).

Se han utilizado diferentes estrategias de alimentación y dietas nutricionalmente balanceadas del tipo peletizado o extrusado para intentar maximizar el crecimiento del mismo y en cuya formulación integran insumos procedentes de la costa peruana “harina de pescado y torta de soya” que son insumos primordiales para la elaboración de las dietas, es por eso que muchas veces los costos de alimentación encarecen (Ruiz 2013).

Para la realización del trabajo de investigación se utilizó subproducto de la industria cervecera conocido como orujo de cervecería; donde se incluyó niveles a una dieta de *Piaractus brachyomus* “Paco”, planteándonos el siguiente problema de investigación ¿Cuál es el efecto de la inclusión de diferentes niveles de orujo de cervecería sobre los índices productivos y sobrevivencia de *Piaractus brachyomus* “Paco” en ambientes controlados?

Conociendo que *Piaractus brachyomus* “Paco”, Es una especie de gran rusticidad, adaptable a condiciones limnológicas desfavorables (Hernández 1994); aún se tiene poco conocimiento sobre la inclusión de insumos, sub productos de las industrias en dietas para peces, porque constituyen una alternativa para rebajar costos de producción en la alimentación de especies monogástricas en nuestra región.

El orujo de cervecería tiene un buen contenido de proteína de (16,42%) y carbohidratos solubles (63,66%), que sumado a su moderado contenido de fibra cruda (9,39%) lo perfila como un insumo de gran utilidad; siendo este un insumo energético considerado de baja digestibilidad (Rosales 1996); pero es necesario realizar pruebas adicionando porcentajes de orujo de cervecería a las dietas de peces para tener respuesta si es bueno o no y en qué porcentaje incluirlo para así poder tener una alternativa de reducir los costos de producción y obtener mayores ganancias; estando disponible al público a un precio accesible.

Entonces considerando la importancia de buscar insumos alternativos para disminuir el costo de las raciones y de ese modo contribuir al desarrollo de la piscicultura en el presente trabajo de investigación se planteó la siguiente hipótesis: Los juveniles de paco alimentados con

dietas incluidas con 7.5 y 15 % de orujo de cervecería reportan semejantes índices productivos en relación con los juveniles de paco alimentados con dieta sin inclusión de orujo de cervecería. Llevando a plantearse el siguiente objetivo general de Evaluar el efecto de la inclusión de dos niveles de orujo de cervecería sobre los índices productivos, sobrevivencia y factor de conversión alimenticia de *Piaractus brachypomus* "Paco" en ambientes controlados, teniendo que la inclusión de orujo de cervecería al 7.5 % y 15 % no presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), en los siguientes índices productivos como son los crecimientos relativos, tasa de crecimiento relativo y específico; pero presentó diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) para crecimiento absoluto y tasa de crecimiento absoluto siendo el más sobresaliente el T2 al 7.5 % de orujo de cervecería y en la sobrevivencia y la conversión alimenticia presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos siendo mejor el T2 con 7.5 % de orujo de cervecería tanto para sobrevivencia que fue de 100 % y conversión alimenticia de 1.8. Así dando resultados alentadores en el uso de este insumo de la industria cervecera.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes del problema.

Los antecedentes relacionados a la inclusión de orujo de cervecería en dietas para peces, no existen, sin embargo, se han utilizado otros insumos de origen vegetal en dietas para *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum*.

Chirinos (2015) utilizó 3 dietas con diferentes niveles de inclusión de Torta de Castaña (*Bertholletia excelsa*) en sus tratamientos (T1 =25%, T2=30% y T3=35%) e igual nivel de inclusión de Macambo "pulpa + semilla" *Theobroma bicolor* (T1=20%, T2=20% y T3=20%) frente a una dieta comercial de testigo (TT=Purigamitana 25) donde evaluó el crecimiento de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*), teniendo así que la torta de castaña y el macambo (pulpa + semilla) mostraron ser buenos insumos alternativos en dietas balanceadas extruidas para alimentar a juveniles de paco, porque generó desempeño productivo positivo en el crecimiento de esta especie.

Casado (2009) realizó estudios alimentando con tres dietas peletizadas conteniendo tres niveles de inclusión (T1 = 10%, T2 = 20%, T3 = 30%) de harina de trigo regional (*Coix lacrymajob*) y una dieta control (T0 = 0%) durante 135 días a gamitana (*Colossoma macropomum*); según los resultados la harina de trigo regional mostró ser un buen ingrediente alternativo para la alimentación de gamitana hasta una inclusión de 30% en la dieta. Asimismo

Vela (2014) obtuvo un ICAA de 2.5 para el T1, 2.6 para el T2, 2.1 en el T3 y en el T4; los parámetros de crecimientos (peso y longitud) e índices zootécnicos no registraron diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre ellos con respecto a las dietas, al realizar estudios en la inclusión de la harina de la semilla de coposú (*Theobroma grandiflorum*; *Sterculiaceae*) donde los alevinos de gamitana fueron criados en corrales.

Casanova y Chu-Koo (2008) estudiaron diferentes niveles de inclusión de un nuevo insumo, el polvillo de malta de cebada (T0 = 0%, T1 = 10%, T2 = 20%, T3 = 30%), durante 120 días, donde utilizó doce estanques a una densidad de 12 pez/m<sup>2</sup> y alimentados tres veces al día a una tasa de alimentación de 5% durante los primeros 90 días y de 3% en los últimos 30 días de estudio determinándose que el polvillo de malta de cebada es un ingrediente alternativo útil para ser utilizado en la alimentación de gamitana en acuicultura.

Ruiz (2013) utilizó alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818) lo cual en sus dieta usó tres insumos vegetales y del ensilado biológico de pescado, obteniendo resultados que en sus tres tratamientos T1, T2 y T3 tuvieron mejor biodisponibilidad de nutrientes (proteína) debido a la acción de la enzima proteolítica papaína (procedente de la

resina papaya); a comparación del tratamiento control T4 que no contenía esta enzima al no poseer Ensilado Biológico de Pescado en su composición.

Castillo y castillo (2017), estudiaron el efecto de la inclusión de la harina de semilla de copozú (*Theobroma grandiflorum*) en los porcentajes de (5, 10 y 15 %) en sus dietas. Los resultados mostraron que la harina de semilla de copoazú mostro ser un ingrediente alternativo para la alimentación de juveniles paco, pudiendo ser empleada en las dietas balanceadas.

Bautista et al. (2005) realizo estudios en alevinos de pacotana (*Piarattus brachypomus x Colossoma macropomum*), donde probaron tres niveles de inclusión (10, 15 y 18 %) de dos subproductos del café. Los resultados muestran que no hubo diferencias entre los dos tipos de pulpa utilizados, lo que indica que no es necesario añadir melaza al ensilado de pulpa de café. Donde concluyo que la pulpa de café ecológicamente ensilada (PCEE) puede ser empleada hasta en niveles del 18 % en la alimentación de alevinos de este pez híbrido.

García y Gallardo (2014) realizaron estudios de efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818), alimentados con harina de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K); criados en jaulas.

Morillo (2013), en su estudio utilizo como sustituto de la harina de pescado utilizando como fuente proteica *Erythrina edulis* (chachafruto) y *Glycine max* (soya) y realizo una en comparación con una dieta testigo a base de harina de pescado en alevines de *Colossoma macropomum* (cachama negra) y obtuvo resultados de la composición corporal de la cachama negra alimentada con las diferentes dietas, el porcentaje de proteína (en base seca) se encuentra entre 66,03 y 68,75 y no hubo diferencias significativas entre ellas, mientras que el contenido de lípidos (% MS) se encontró entre 11,26 y 16,03% y sí presentó diferencias significativas entre dietas. De acuerdo a los resultados, una sustitución total de la harina de pescado por harina de chachafruto y harina de soya conduciría a buenos resultados para la alimentación de alevines de cachama.

Flores (2008) realizo la inclusión de polvillo de malta de cebada en diferentes porcentajes a una dieta para alimentar juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), durante 120 días, evaluando el crecimiento y composición corporal donde sus resultados muestran que no se registró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en ninguno de los parámetros de crecimiento e índices zootécnicos evaluados. Se registró un aumento significativo ( $P < 0.05$ ) en la composición corporal final de lípidos y cenizas de los peces en todos los tratamientos. Llegando a concluir que el polvillo de malta de cebada, un insumo rico en carbohidratos, mostró ser un ingrediente alternativo útil para ser utilizado en la alimentación de gamitana en acuicultura.

También se han realizado trabajos de investigación para determinar los requerimientos de proteínas y energía, asimismo evaluar el efecto de diferentes niveles de proteínas sobre el crecimiento de peces.

Gutiérrez (2009) evaluó el comportamiento productivo de la gamitana donde en sus dietas empleo harina de anchoveta y harina de torta de soya como fuentes de proteína y maíz amarillo duro, subproducto de trigo y subproducto de cervecería como fuentes de energía, donde uso en sus dietas dos niveles de proteína (25 y 35%) y tres niveles de energía digestible (2.3, 2.5 y 2.7 kcal/g de alimento) por tal motivo uso un experimento factorial para examinar el efecto de la interacción de dos niveles de proteína y tres niveles de energía digestible. En los resultados se encontraron interacciones altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre la energía digestible y la proteína. En las dietas con 25% de proteína, el incremento del nivel de energía digestible mejoró significativamente la GP, CA, ER y la REP, siendo la mejor respuesta con 2.7 kcal/g. Sin embargo, para el nivel de 35% de proteína, solo el nivel de 2.7 kcal/g influyó significativamente sobre el comportamiento productivo de la gamitana

Varela (2014) formulo dietas para alimentar alevines del híbrido Cachamay (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) en condiciones de cautiverio donde en sus dietas tuvo similar contenido energético (2,7 kcalED/g) al 20; 22; 24 y 26% de proteína cruda (PC), y se compararon con una dieta de balanceado comercial al 28% PC como testigo y evaluó el desempeño productivo de las dietas isocalóricas con diferente contenido proteico. Reportando en sus resultados un incremento significativo (ANOVA  $P < 0,05$ ) para el peso húmedo total, longitud estándar y consumo de alimento entre tratamientos, siendo la dieta al 26% PC la que arrojó los mejores indicadores de productividad sobre las variables zootécnicas; sin embargo, para la variable factor de conversión alimenticia (FCA), los tratamientos al 20 y 22% PC resultaron ser estadísticamente iguales y con el mayor valor para FCA. Por su parte, con la dieta al 24% PC se alcanzó el efecto promedio, mientras que la dieta al 26% de PC y el testigo fueron estadísticamente similares con el menor valor de FCA.

Rebaza (1996) utilizo seis dietas experimentales que contenían dos niveles de proteína bruta (27,4 % y 29,8 %) y tres niveles de energía digestible (2700, 2900 y 3100 kcal/kg de alimento). Para alimentar "Paco" (*Piaractus brachypomus* Pisces, Characidae) y así poder determinar los requerimientos de proteínas y energía, obteniendo resultados del análisis estadístico demostró que niveles mínimos de 29,8% de proteína bruta y 2700 kcal de energía digestible/kg de alimento son los requeridos por juveniles de paco en dietas de crecimiento para obtener una adecuada ganancia de peso y una eficiente retención de proteínas, con una relación energía digestibles/proteínas de 9,0 Kcal/g de proteínas.

## **2.2. Bases teóricas.**

### **2.2.1. Descripción del “Paco” (*Piaractus brachypomus*)**

Posee un cuerpo alto y comprimido, cabeza moderada; opérculos de forma alargada. Premaxilar fuerte con dos series de dientes tricúspides modificados. La serie interna formada por cuatro dientes molariformes; los anteriores situados por detrás de las dos primeras de la serie externa. Escamas cicloideas numerosas, en la línea lateral; branquiespinas en cantidad moderada. Los juveniles poseen un cuerpo plateado con una mancha ocelar en los flancos; los adultos con la mitad superior grisácea y la mitad inferior anaranjada (Chu-koo 2009).

### **2.2.2. Distribución.**

Se encuentra en Perú, Colombia, Venezuela, Brasil y Bolivia en las cuencas del Amazonas y Orinoco (Chu-koo 2009).

### **2.2.3. Hábitat.**

Estudios realizados en Brasil y Perú registran a esta especie en aguas blancas y claras. En época de creciente se les halla colonizando las áreas de inundación de los principales ríos y cochas amazónicas (Chu-koo 2009).

### **2.2.4. Alimentación.**

Es omnívoro. Tiene dientes molariformes adaptados para triturar frutos y semillas por lo que pueden ser frugívoros y herbívoros. Consumen también insectos acuáticos y peces pequeños (Chu-koo 2009).

### **2.2.5. Reproducción.**

Es una especie migratoria, que presenta desove total. Época de reproducción de diciembre a febrero, periodo que coincide con el inicio del aumento de aguas de los ríos (Chu-koo 2009).



## **2.2.6. Nutrición y alimentación.**

Los requerimientos nutricionales en la dieta de todas las especies acuáticas cultivadas, se pueden considerar bajo cinco diferentes grupos de nutrientes; proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales. La ciencia de la nutrición y alimentación acuícola está comprometida con el suministro de esos nutrientes en la dieta de los peces o camarones, tanto de una manera directa, en forma de un alimento “artificial” exógeno, o indirectamente a través del incremento en la producción de alimento vivo natural dentro del cuerpo de agua, en el cual los peces o camarones estén siendo cultivados (Tacon 1989).

### **2.2.6.1. Proteína.**

De todos los compuestos que hacen parte del cuerpo de los animales, la proteína es el más importante por varias razones: es el constituyente básico de las células, representa después del agua el grupo químico más abundante en ellas, como nutriente es utilizado como fuente de energía y para el crecimiento. Como ingrediente en dietas artificiales es el componente más costoso. Los niveles de Proteína Bruta (PBI requeridos para un óptimo crecimiento varían en las diferentes especies con las condiciones de cultivo, condiciones ambientales y estado fisiológico y de desarrollo de los individuos (Elangovan y Shim 19971).

### **2.2.6.2. Lípidos.**

Los peces requieren lípidos en la dieta, para utilizarlos como fuentes de energía metabólica y de ácidos grasos esenciales. Los componentes básicos de las grasas y aceites son los ácidos grasos y el glicerol. Algunos de estos ácidos son considerados esenciales, el pez no los puede sintetizar y cuando consigue hacerlo, lo hace en cantidades que son insuficientes para cubrir sus necesidades; por tanto, deben obtenerlos directamente de los alimentos ingeridos.

Para un normal crecimiento y sobrevivencia, las exigencias de estos ácidos son bastante diferentes entre especies, ya que algunos tienen necesidades específicas de uno u otro grupo, en tanto que otras tienen capacidad para aumentar y modificar cadenas cortas para atender sus requerimientos (Alava y Kanazawa 1996).

### **2.2.6.3. Carbohidratos**

No ha sido demostrado con exactitud cuáles son los requerimientos de carbohidratos para peces (Wilson 1994). Sin embargo, se sabe que, si no están presentes en la dieta, la proteína, los ME, los AGE y algunos metabolitos intermediarios en la síntesis de compuestos biológicamente importantes para el organismo, son catabolizados para producir energía. De esta forma es posible deducir que los usos de los carbohidratos en las dietas pueden contribuir para aumentar la eficiencia de uso de la proteína (Shiau 1997), así como disminuir la excreción de nitrógeno producto del catabolismo de los aminoácidos y, consecuentemente, minimizar el impacto ambiental por reducción de la contaminación del agua devuelta al sistema (Aksnes et al. 1996 y Grisdalle-Helland y Helland 1997).

La inclusión de carbohidratos en las raciones de engorde debe tenerse en cuenta porque representan una fuente económica de energía dietética muy valiosa para aquellas especies no carnívoras (Gallagher, 1997); además, porque su uso cuidadoso puede representar un ahorro en lo referente a la utilización de la proteína como fuente energética; igualmente, pueden ser empleados como ligantes para aumentar la estabilidad de los pelets en el agua y en algunos, casos para aumentar la palatabilidad del alimento. Como ingredientes en dietas para peces los carbohidratos son nutrimentos de bajo costo, sin embargo, no siempre son aprovechados eficientemente por las diferentes especies de peces (Elangovan y Shim 1997).

### **2.2.6.4. Vitaminas.**

Los peces necesitan de las mismas vitaminas exigidas por los otros animales. Estas son agrupadas en dos: las Liposolubles como las vitaminas A, D, E, K. y las hidrosolubles que comprenden la vitaminas C, B1, B2, B6, B12 ácido pantoténico, niacina, ácido fólico, colina e inositol. De manera general las vitaminas son consideradas compuestos esenciales; actúan como componentes O cofactores enzimáticos en diferentes procesos metabólicos (metabolismo energético, de aminoácidos, síntesis de proteínas, oxidación y síntesis de ácidos grasos y triglicéridos, síntesis de hemoglobina y de las células sanguíneas, transmisión de impulsos nerviosos, etc.) y presentan acciones fisiológicas específicas esenciales para el crecimiento, reproducción y salud de los peces. Las deficiencias vitamínicas generalmente se manifiestan en enfermedades irreversibles. Una buena parte de las vitaminas se

encuentran presentes en la mayoría de los ingredientes comúnmente utilizados en la fabricación de raciones, especialmente en las harinas de pescado, tortas, aceites vegetales, granos y cereales y sus subproductos, (Elangovan y Shim 1997).

#### **2.2.6.5. Minerales.**

Los minerales realizan diversas funciones dentro del organismo de los peces, entre otras se pueden destacar: formación de huesos y dientes, metabolismo energético, componentes de los fosfolípidos en las membranas celulares, cofactores enzimáticos en diversos procesos metabólicos, componentes de la hemoglobina, equilibrio osmótico y balance ácido-base de la sangre, transmisión de impulsos nerviosos, componentes de las hormonas tiroideas, componentes de las sales biliares, etc. Los minerales exigidos por los peces pueden ser divididos en dos grandes grupos: los macrominerales necesarios en mayores cantidades como calcio, fósforo, magnesio, potasio, cloro y sodio Y los microminerales, exigidos en pequeñísimas cantidades como hierro, manganeso, zinc, cobre, yodo y selenio (Elangovan y Shim 1997).

#### **2.2.7. Ración e insumos.**

Con los insumos, es posible formular raciones alimenticias; esto consiste en combinar las cantidades necesarias de los alimentos, para contribuir con los requerimientos diarios de los peces. Para lograr un alimento balanceado y a bajo costo, debemos tomar en cuenta algunos aspectos tales como: La cantidad de insumos o subproductos disponibles en la localidad y la época en la que se obtiene a mejor precio y el valor nutrimental de los ingredientes que en términos de manejo de raciones, deberán de ser de aprovechamiento adecuado de los peces. Es posible que en algunas ocasiones localmente haya la escasez de ingredientes para la formulación de una dieta adecuada y por lo tanto se requiera suplementar, pero esto no es equivalente a depender al 100% de los alimentos ofertados por las empresas que se dedican a la venta de alimentos balanceados (Abraham 2015).

Al inicio de la acuicultura mundial y hasta hace muy poco, los alimentos comerciales provistos para peces especialmente incluían tradicionalmente como fuente de mayor proteína y grasas, a la harina y aceites de pescado originados en las pesquerías, al igual que las dietas para animales terrestres. Con el rápido crecimiento de la acuicultura a nivel mundial, aumentó la necesidad de una mayor cantidad de estos

productos y subproductos para ser incluidos en las dietas balanceadas para especies acuícolas bajo cultivo; mientras, por otro lado, el abastecimiento de esos productos disminuía desde las pesquerías; causando mayor presión sobre los precios que aumentaron a medida que aquellas decrecían. Esto mostró hace pocos años, que se era imprescindible una mayor investigación para el reemplazo parcial o total, si se deseaba un desarrollo acuícola económicamente sustentable en el tiempo y amigable con la naturaleza (Luchini 2011).

#### **2.2.8. Orujo de cervecería.**

Es una mezcla de residuos de cervecería y residuos de lúpulo. Tiene alto contenido de humedad y su contenido de materia seca varía de 20-25%. Este subproducto húmedo es muy susceptible de fermentación y alteración, especialmente en épocas de calor, de allí que se recomiendan su uso fresco haciendo la compra cada dos días o máximo cada tres días durante el verano, o dos veces por semana durante el invierno. Este subproducto también ha sido deshidratado con lo cual se facilita y tecnifica su uso, se le conoce con el nombre de residuo de cervecería deshidratado (orujo seco). (Valley 1999)

#### **• Residuo de cervecería deshidratado “Orujo seco”**

Rosales (1996) menciona que el orujo de cervecería seco muestra un buen contenido de proteína (16,42%) y carbohidratos solubles (63,66%), que sumado a su moderado contenido de fibra cruda (9,39%) lo perfila como un insumo de gran utilidad (ver anexo 1 figura 16. Los requerimientos nutricionales). El valor proteico obtenido es inferior a lo reportado por García (1978) que es de 20,20%; estas variaciones se atribuyen al grano, método de obtención y naturaleza de los aditivos empleados (Hidalgo 2013).

#### **2.2.9. Factor de conversión alimenticia.**

Cantidad de alimento proporcionado en una crianza o actividad productiva para la obtención de un kilogramo de carne dependiendo del tipo de alimentación suministrada. En *Piaractus brachypomus* la conversión alimenticia es de 1.5 – 1.2. (Eufrazio 2004).

#### **2.2.10. Proceso de fabricación del alimento.**

En el proceso de fabricación de los alimentos concentrados se realizan una serie de operaciones como son:

### **2.2.10.1. La molienda.**

Se refiere a la reducción del tamaño de los insumos, tales como granos de cereales, pescado, levadura seca, etc. Los cuales tienen tamaños y densidades distintas. Con la molienda se logra: obtención de una mezcla homogénea, de tal manera que en la ración diaria se encuentren presentes todos los componentes y en la porción adecuada; aumenta la superficie específica, mejorando de esta manera la digestibilidad de los nutrientes. El alimento compuesto molido adecuadamente mejora el proceso de peletización, se prolonga la vida de los dados, facilita la penetración del vapor dentro de las partículas. Mejora las propiedades de la mezcla de cada uno de los ingredientes y la densidad del ingrediente alimenticio (Guevara 2003).

En la elaboración de alimentos concentrados para peces se recomienda pasar todos los ingredientes, después de molidos, por una malla de 0,25 mm para mezclas y granulados de iniciación y por una malla de 0,35 mm para pellets de reproductores o de crecimiento, obteniéndose máximos beneficios nutricionales al proporcionar los tamaños de partícula adecuados para el animal (Guevara 2003).

Existe una gran variedad de molinos para el proceso de molienda, siendo el más utilizado en la industria de concentrados el molino de martillos, en general consta de una cámara de molienda en donde se encuentra el rotor que contiene los martillos, en la parte interior y cubriendo la mayor superficie se encuentra una rejilla a manera de tamiz, esta últimas son intercambiables de acuerdo con el tamaño de partícula deseada, el molino es alimentado a través de una tolva localizada en la parte superior. Se debe tener un sistema de imanes para evitar el paso de elementos metálicos que puedan dañar los martillos (Guevara 2003).

### **2.2.10.2. Mezclado.**

Se refiere a la incorporación y mezcla homogénea de todos los insumos que constituyen la fórmula, con un peso definido en una distribución homogénea. Con este paso se espera que todos los principios nutritivos de la fórmula original estén presentes en la ración a suministrar al animal (Guevara 2003).

### **2.2.10.3. Aglomeración o peletización.**

Consiste en la transformación de la mezcla homogénea en gránulos o pastillas (pelets) mediante un proceso de compresión, calentamiento y adhesión. La mezcla pasa continuamente por una cámara de acondicionamiento en donde se adiciona un 4 a 6 % de agua (usualmente como vapor), proporcionando una lubricación adecuada para la compresión y en presencia de calor se causa la gelatinización del almidón contenido en los ingredientes vegetales, dando como resultado la adhesión necesaria para la formación de los gránulos o pellets (Guevara 2003).

El proceso mecánico es realizado en una peletizadora, donde la mezcla acondicionada con vapor de agua se hace pasar a través de los agujeros de una matriz anular, el material sale en forma de fideo el cual es cortado con unas cuchillas obteniéndose gránulos con diámetros entre 2– 10 mm. Con una longitud de dos a tres veces el diámetro. En general la peletizadora consta de 04 secciones (Guevara 2003):

- Alimentación: Presenta un sistema de tornillo sin fin.
- Acondicionamiento: en donde se inyecta vapor de agua a una presión de 2 a 3 kg/cm<sup>2</sup>, una temperatura de 120 °C y humedad determinada, con lo que la harina se calienta de 50 a 90 °C aumentando la humedad hasta un 16 %.
- Compactación: la masa se comprime aumentando su densidad de 0,5 a 0,7 g/cc además se aumenta la temperatura en 5 a 10 °C por frotamiento. Las masas ricas en proteínas compactan bien, mientras en las que contienen fibras ocurre lo contrario.
- Corte: el material compactado sale en forma de fideos el cual es cortado por cuchillas.

### **2.2.10.4. Enfriado y secado:**

Al finalizar el proceso de peletización, los gránulos salen calientes y húmedos teniéndose que realizar un proceso de enfriamiento y remoción del exceso de humedad para poder manipularlos y almacenar en buenas condiciones. Este proceso se realiza por medio de una corriente de aire. Comercialmente este proceso es realizado en secadores – enfriadores de tipo horizontal o vertical, los cuales cuentan con una cámara donde circula el aire a temperatura ambiente (Guevara 2003).

#### **2.2.10.5. Peletizado por extrusado**

el proceso de obtención de alimento extruido es similar al efectuado en la granulación comprimida, con las diferencia que el acondicionamiento de la mezcla se realiza con humedad, temperaturas y presión mayores, el porcentaje inicial de humedad de la mezcla es de 20 a 30 %, la temperatura de acondicionamiento es de 65 a 95 °C, una vez logrado esto la mescla es llevada a un barril de extrucción presurizado en donde es cocinada a una temperatura de 130 a 180 °C las cuales se logran por medio de calor y presión mecánica (50 kg/cm<sup>2</sup>) durante 10 a 60 segundos dependiendo del tamaño de partícula de los insumos, de la composición de la mezcla y de las propiedades físicas requeridas. La mescla cocida es extruida al pasar por un tornillo ahusado, siendo obligada a pasar a través de una matriz plana (dado) hacia el final del barril de extrusión presurizado. Al salir hacia el exterior del barril de extrusión presurizado el material se expande y pierde humedad por la caída brusca de la presión y temperatura. En el proceso de cocción los almidones alcanzan un grado de gelatinización del 90 % proporcionando al pelets gran estabilidad en el agua (Guevara 2003).

#### **2.2.11. Estabilidad del alimento en el agua.**

Muchos de los ingredientes de los alimentos peletizados absorben agua, lo que causa una pérdida de estabilidad al entrar en contacto con el agua. Por ejemplo, el uso de salvado de trigo y de arroz reduce notablemente la estabilidad del alimento en el agua, mientras que los subproductos de cereales actúan como ligantes (especialmente cuando ocurre la gelatinización). La mayoría de los subproductos de semillas oleaginosas brindan una buena estabilidad en el agua mientras que los subproductos animales suelen ser malos ligantes. Si el alimento compuesto es tratado térmicamente, al menos un 20% del alimento deberá consistir de ingredientes con un alto contenido de almidones (maíz, trigo, etc.) para mejorar la estabilidad en el agua mediante la gelatinización (FAO 2013).

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Alimentación:** es uno los factores de mayor importancia para lograr expresar el potencial en las diferentes etapas de crecimiento o de producción en la que se encuentre (Fernández 2013).
- **Conversión alimenticia:** es la relación entre el alimento entregado a un grupo de animales y la ganancia de peso que estos tienen durante el tiempo en que la consumen. Siendo entonces un valor tan directamente relacionado con la rentabilidad (Paunero 2013).
- **Insumos:** caracterización de ingredientes de origen vegetal y animal que se puedan utilizar (Abraham 2015).
- **Ración:** cantidad de alimento diario que se proporcionara a la actividad productiva (Panduro 2013).



### **III. METODO**

#### **3.1. Ubicación del lugar donde se realizó el estudio.**

La presente investigación se realizó en el laboratorio de reproducción y nutrición de peces de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA). Esta casa de estudio está ubicada en la Carretera San José Km 0.5, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Coordenadas Este: 545154; Norte: 9077715.

El clima de Pucallpa es tropical cálido todo el año. La temperatura promedio durante el año es 26°C, La temperatura máxima promedio es 33°C y la temperatura mínima es 21.5°C promedio. La precipitación anual es de 1570 mm, con mayor precipitación entre los meses de octubre y abril. La investigación tuvo una duración de 90 días en la fase experimental desde el 15 de abril hasta el 29 de junio del 2016.

#### **3.2. Instalación de los materiales en el laboratorio.**

Se utilizaron 9 bandejas de plásticos de 110 litros de capacidad que fueron lavadas con una solución de 20 ml de hipoclorito de sodio en 10 litros de agua; después de la desinfección se agregó abundante agua y se dejó reposar por tres días para que se volatilice el olor del hipoclorito de sodio (antes de poner los peces se volvió a enjuagar). Luego las bandejas se llenaron hasta aproximadamente 100 litros de agua y se colocaron sus respectivos aireadores, utilizando una bomba de aireación marca ACO; asimismo se instaló el abastecimiento de agua con tuberías PVC de 1" de diámetro para el sistema de crianza (ver foto 1).

#### **3.3. Formulación de la dieta y elaboración del alimento.**

##### **3.3.1. Formulación de la dieta.**

Para la formulación de la dieta isoprotéica con 30% PB, se utilizó los siguientes insumos: maíz, torta de soja, harina de trigo, fosfato, sal, pre mezcla vitaminas, minerales, cloruro de colina, vitamina C, BHT, aceite de palma, harina de pescado, metionina, treonina, triptófano, orujo de cervecía (en porcentajes de 0 %, 7.5%, 15%); los aportes nutricionales de los insumos se pueden observar en el (anexo 1).

Para saber los porcentajes de cada insumo en la dieta se utilizó el programa MIXIT – 2 (programa formulador de raciones que almacena la información de los ingredientes alimenticios de los animales y calcula mezclas al mínimo costo para todas las especies

de interés zootécnico). Se pueden observar los porcentajes de los insumos formulados en el anexo 2.

### **3.3.2. Obtención de los insumos y elaboración del alimento.**

#### **a) Origen de los insumos.**

Los insumos fueron adquiridos de una distribuidora que brinda servicios de ventas de alimentos balanceados e insumos de calidad y el orujo de cervecería seco de la empresa ORUJO SAC que se dedica a su secado y comercialización, para proceder a la elaboración de las dietas se realizó lo siguiente.

#### **b) Preparación del alimento.**

El maíz, el orujo de cervecería seco, las tortas de soya fueron molidos en una moledora industrial de martillo hasta obtener partículas de diámetro de 0,25 mm.

Luego se procedió a realizar la mezcla de todos los insumos para cada dieta independientemente con sus respectivos niveles de 0 %, 7.5 % y 15% de orujo de cervecería; la mezcladora utilizada fue de tipo cilíndrica de 500 kilos de capacidad donde permanecieron los insumos por 5 minutos.

Después de realizado la mezcla la dietas con los diferentes niveles de orujo de cervecería pasaron a la peletizadora extrusadora donde la mezcla se realizó con humedad, la temperatura de acondicionamiento fue de 60 °C, una vez logrado esto pasó a un barril de extrusión a una temperatura 180 °C, las cuales se logran por medio de calor y presión mecánica (50 kg/cm<sup>2</sup>) durante 60 segundos para luego pasar a un tornillo ahusado siendo obligada a pasar a través de una matriz plana (dado) hacia el final para que salga hacia una faja de 5 m de largo donde se recibe el pellets. Los pellets de tamaño de 4 mm de diámetro y 30% de proteína se trasladó a una secadora por tres horas a temperatura de 32 grados centígrados hasta obtener unos pellets con humedad del 12 % (ver foto 7 y 8),

Secado los pellets se procedió al empaquetado que consistió en poner el alimento en costales rotulando en cada costal el nivel de orujo que contenía, fueron trasladados al lugar del experimento donde se almacenó en un lugar ventilado para evitar alteraciones y se malogre el alimento.

El proceso de elaboración del alimento se muestra en la siguiente figura 1 que muestra Flujograma de preparación de alimento.

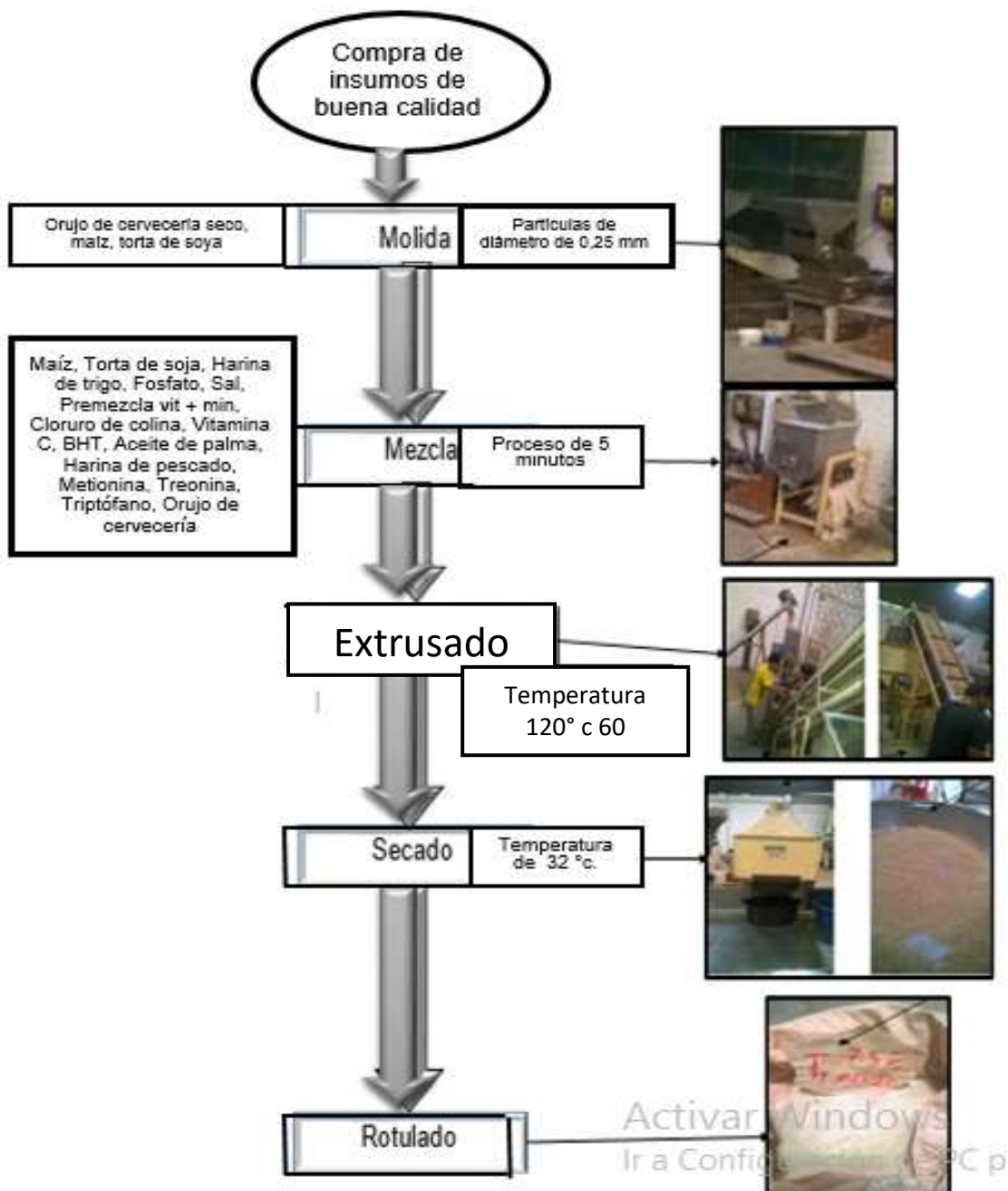


Figura 1. Flujograma de preparación de alimento.

Fuente: Elaboración propia

### **3.4. Transporte, siembra y manejo de los peces**

#### **3.4.1. Transporte.**

Los peces fueron adquiridos de la Fundación Calicanto. Para su transporte al laboratorio se utilizó bolsas plásticas especiales de 40 cm de base y 60 cm de altura, se agregó 10 litros de agua y se colocaron los peces, luego se agregó oxígeno hasta las  $\frac{3}{4}$  partes y se amarró con liga, las bolsas se colocaron en cajas plásticas y trasladadas en un motokar hasta el laboratorio.

#### **3.4.2. Siembra y densidad.**

Los peces en laboratorio fueron seleccionados por tamaño y se sembró en las bandejas. La densidad de siembra fue de 1 pez por cada 6.6 litros de agua teniendo así una cantidad de 15 peces por bandeja haciendo un total de 135 peces repartidos en las 9 bandejas. Los pesos y tallas promedios fueron de 4 g de peso y 6 cm de longitud respectivamente.

#### **3.4.3. Manejo de los peces.**

Instalados los peces en las bandejas, se realizó un proceso de adaptación al sistema y al alimento balanceado, durante 18 días, durante esta fase se fueron reemplazando los peces que murieron por problemas de adaptación. Para el inicio del experimento los peces de los tres tratamientos fueron pesados utilizando una balanza digital marca Henkel de capacidad de 300 g y sensibilidad de 0.01 y tallados con una regla graduada de 50 cm de capacidad 1 cm de sensibilidad (ver foto 3 y 4).

Los muestreos de crecimiento se realizaron cada 15 días, los datos se obtuvieron del total de peces de cada unidad experimental. Después de cada evaluación se realizó un baño profiláctico con una solución de violeta de genciana, (2 ml/100 litros) por 6 horas.

#### **3.4.4. Limpieza de las tinas plásticas.**

Las tinas plásticas se limpiaron todos los días antes de la alimentación en las mañanas mediante la técnica de sifoneo (que consistió que con una manguera limpiar los restos de alimento, heces de los peces); luego con una jarra de 1 litro se sacó 20 litros de agua y se repuso el agua que se retiró abriendo la llave de la estructura de

abastecimiento de agua por una hora dejándolo que haya recambio constante durante ese lapso de tiempo; cada 5 días se realizó con un franela la limpieza de las paredes de las bandejas.

### 3.5. Proceso de alimentación

#### 3.5.1. Alimentación

La cantidad de alimento suministrado (ración) a cada unidad experimental fue en función a la biomasa, aplicando una tasa de alimentación según el peso promedio. Se inició con una tasa del 10% y se culminó en la última quincena del estudio con una tasa de 7 %. La frecuencia de alimentación fue dos veces por día, por la mañana entre las 8 -9 am y por las tardes de 4-5 pm. La ración se modificó después de cada muestreo de crecimiento, según el peso promedio alcanzado se aplicó una nueva tasa de alimentación.

El alimento fue distribuido lentamente a cada unidad experimental, permitiendo el aprovechamiento por los peces, en los casos que se observaba insatisfacción de los peces se incrementaba la ración y en los casos que los peces no consumían el total de alimento se suspendía, en ambos casos se registraba el consumo de alimento en una ficha de control, cada unidad experimental tenía una ficha de control.

**Cuadro 1.** Cantidad de alimento a suministrar de acuerdo al peso del pez (tasa de alimentación).

<b>Peso promedio del pez (g)</b>	<b>Porcentaje de biomasa (%)</b>
5 – 50	10 – 5
60 – 210	4 – 3
220 – 400	2
400 – 1000	1.5

**Fuente:** Panduro (2013)

- **Cálculos realizados para determinar la ración.**

Ración es la cantidad de alimento que se debe proporcionar diariamente al pez, se calculó de la siguiente forma:

- **Biomasa** = Población x peso promedio
- **Ración diaria** = biomasa x tasa de alimentación

### 3.5.2. Biometría.

Cada 15 días se realizó muestreos de crecimiento de talla (cm) y peso (g) del total de individuos (peces) de las 9 unidades experimentales (tinajas), para realizar la evaluación se suspendió el alimento por 24 horas antes que los peces fueran pesados para asegurar que la evacuación gástrica se completara, las mediciones de la talla se realizaron con un lictiómetro de 50 cm y el peso con una balanza digital marca Henkel de capacidad de 300 g y sensibilidad de 0.01. Los datos se registraron en una ficha de evaluación de peso y talla ver cuadro 4 en el anexo 3, fueron procesados y llenados en una ficha de producción donde se establecían todos los parámetros productivos evaluados. Se calcularon los siguientes índices productivos:

- Crecimiento absoluto (CA):  $Y_2 - Y_1$
- Tasa de crecimiento absoluto (TCA):  $(CA / t_2 - t_1)$
- Crecimiento relativo (CR):  $(CA / Y_1) \times 100$
- Tasa de crecimiento relativo (TCR):  $(Y_2 - Y_1 / Y_1 (t_2 - t_1)) \times 100$
- Tasa de crecimiento específico (TCE % día):  $((\ln Y_2 - \ln Y_1) / t_2 - t_1) \times 100$
- Supervivencia (%):  $PF-PI/100$
- Factor de conversión alimenticio (FCA) = alimento proporcionado(g) / biomasa total (g)

**Fuente:** Busacker y Cols (1990)

#### **Donde:**

**Y1**= peso inicial.

**Y2**= peso final.

**T1**= tiempo al inicio del cultivo.

**T2**= tiempo final del cultivo.

**ln**= logaritmo natural

**PF**= población final

**PI**= población inicial.

### 3.6. Diseño de la investigación

Se aplicó un diseño experimental porque se manipularon las variables independientes, en este caso los niveles de inclusión de orujo de cervecera en el alimento de *Piaractus brachypomus* y la evaluación de las variables dependientes como el crecimiento talla y peso, supervivencia y factor de conversión alimenticia.

El experimento se ajusta a un Diseño Completamente al Azar (DCA), porque se tiene los peces de una misma edad, talla y peso similar; donde se tendrá dos tratamientos con inclusión de 7.5 % y 15 % de orujo de cervecería en la una dieta de *Piaractus brachypomus* y se tendrá un testigo (la dieta sin orujo) cada uno con tres repeticiones (ver croquis de distribución de los tratamientos figura 2)

<b>T1</b> <b>0 %</b>	<b>T3</b> <b>15 %</b>	<b>T1</b> <b>0 %</b>
<b>T2</b> <b>7.5%</b>	<b>T1</b> <b>0 %</b>	<b>T2</b> <b>7.5%</b>
<b>T3</b> <b>15 %</b>	<b>T2</b> <b>7.5%</b>	<b>T3</b> <b>15 %</b>

**Figura 2.** Croquis de distribución de los tratamientos.

**Fuente:** elaboración propia.

### **3.7. Tratamiento estadístico.**

Los datos obtenidos fueron procesados en el programa excell y luego analizados a través de análisis de varianza simple (ANOVA), para poder aplicar la prueba de comparación de promedios de Tukey-Kramer ( $\alpha=0.05$ ), cuando se encuentre diferencias significativas en el ANOVA.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Peso y Longitud

Los siguientes cuadros 2 y 3 muestran los promedios del comportamiento de crecimiento en peso y longitud en el cultivo de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*) durante 75 días de cultivo, utilizando una dieta isoproteica con diferentes niveles de inclusión de orujo de cervecería.

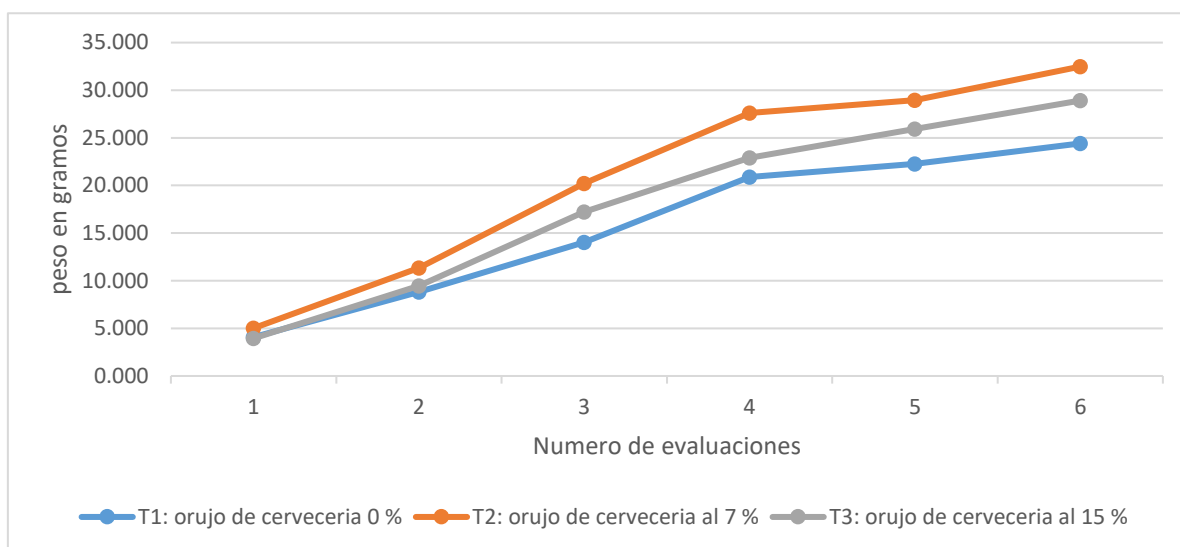
**Cuadro 2.** Promedio de muestreo quincenal de crecimiento en peso de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*) durante 75 días de cultivo.

Trat.	Descripción	Numero de evaluaciones de los pesos (g)					
		1	2	3	4	5	6
T1	Orujo de cervecería 0%	4.080±1.21a	8.832 ± 1.71a	14.037±2.40a	20.887±2.64a	22.273±2.88a	24.415 ±3.09a
T2	Orujo de cervecería 7.5%	5.019±0.84a	11.348±2.16a	20.223±4.07b	27.622±5.49b	28.969±4.79b	32.479 ±4.62b
T3	Orujo de cervecería 15%	3.950±0.25a	9.455 ±0.90a	17.223±2.00ab	22.910±0.67ab	25.940±0.44ab	28.915± 1.11ab

**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro 2 muestra el comportamiento del crecimiento en peso de los juveniles de paco obtenidos durante las evaluaciones donde mostraron diferencias significativas entre las evaluaciones efectuadas (ver anexo 13), al realizar la prueba de promedios de Tukey alcanzando el mayor crecimiento el tratamiento T2 y menores T1 y T3. La figura 3, grafica el comportamiento del crecimiento en peso de los peces en los tres tratamientos, durante 75 días de cultivo que duro el proceso experimental, en crecimiento en peso se observa que el T2 presenta mayor crecimiento con respecto al T1 y T3.





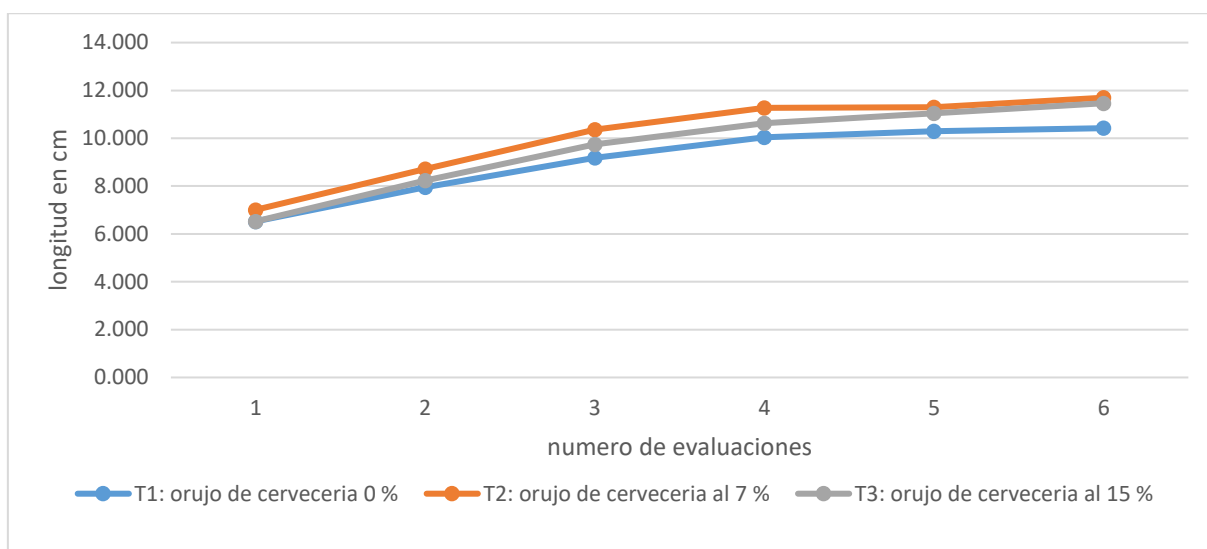
**Figura 3.** Comportamiento de crecimiento en peso de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachyomus*) en 75 días de cultivo.

**Cuadro 3.** Promedio de crecimiento en longitud de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachyomus*) en 75 días de cultivo.

Trat.	Descripción	Numero de evaluaciones de la longitud (cm)					
		1	2	3	4	5	6
T1	Orujo de cerveza 0%	6.524±0.63a	7.951±0.50a	9.182±0.27a	10.344±0.39a	10.293±0.50a	10.422±55a
T2	Orujo de cerveza 7.5%	7.009±0.22a	8.716±0.42a	10.367±0.87a	11.471±0.73a	11.198±0.27b	11.696±0.29b
T3	Orujo de cerveza 15%	6.527±0.14a	8.229±0.22a	9.740±0.31a	10.633±0.21a	11.042±0.16b	11.464±0.30b

**Fuente:** Elaboración propia.

El cuadro 3 muestra el comportamiento del crecimiento en longitud de los juveniles de paco obtenidos durante las evaluaciones donde mostraron diferencias significativas entre las evaluaciones efectuadas (ver anexo 14), al realizar la prueba de promedios de Tukey. La figuras 04, se grafica el comportamiento del crecimiento en longitud y talla de los peces en los tres tratamientos, durante 75 días que duro el proceso experimental, En crecimiento en longitud fue menor en T1 y similar en los T2 y T3.



**Figura 4.** Comportamiento de crecimiento en longitud de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en tres tratamientos durante 75 días de cultivo.

#### 4.2. Crecimiento absoluto

El cuadro 4, muestra los promedios del crecimiento absoluto en peso y longitud en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en 75 días de cultivo.

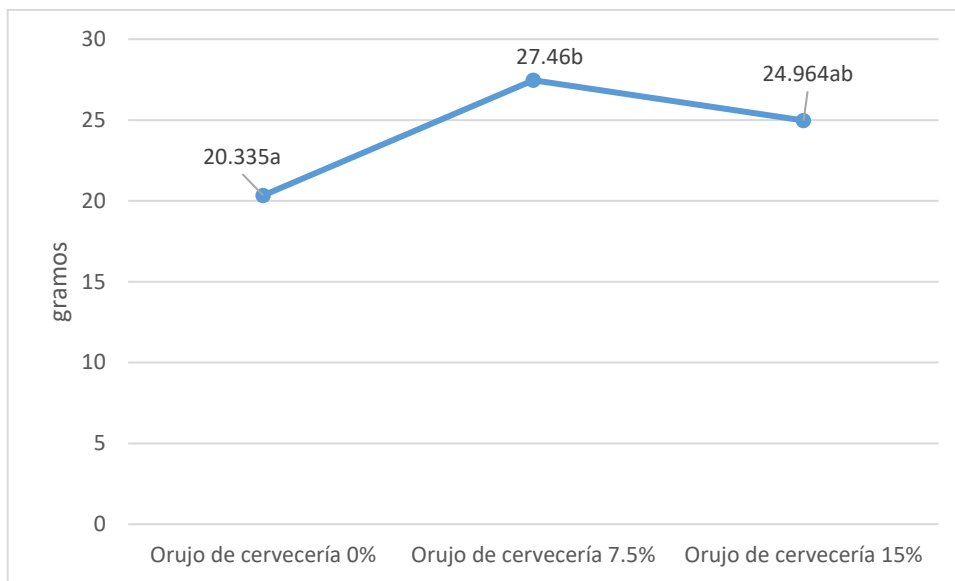
**Cuadro 4.** Promedio del crecimiento absoluto en peso y longitud en juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en 75 días de cultivo.

Tratamientos	Descripción	Crecimiento absoluto en peso	Crecimiento absoluto en longitud
T1	Orujo de cerveza 0%	20.335 a	3.898 a
T2	Orujo de cerveza 7.5%	27.460 b	4.687 b
T3	Orujo de cerveza 15%	24.964 ab	4.938 b

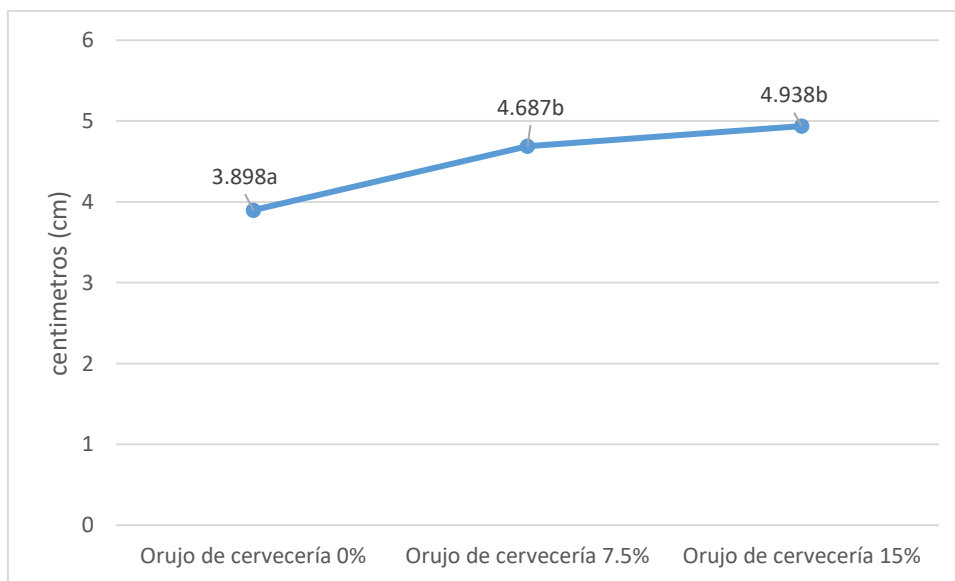
**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis estadístico correspondiente al crecimiento absoluto en peso (ver anexo 15) muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos, al realizar la prueba de promedios de Tukey, se observa en el cuadro 4 y figura 5, que el T1 presenta diferencia significativa con el T2, asimismo el T3 no presenta diferencia significativa con respecto a los tratamientos T1 y T2. El análisis estadístico correspondiente al crecimiento absoluto en longitud (ver anexo 16) muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos, al realizar la prueba de promedios de Tukey, que se muestra en el cuadro 4 y figura 6, que el T1 presenta diferencia

significativa con T2 y T3, asimismo el T2 y T3 no muestran diferencia significativa entre ellos. Como se muestra en la figura 6.



**Figura 5.** Crecimiento absoluto en peso de *Piaractus brachypomus* en tres tratamientos durante 75 días de cultivo.



**Figura 6.** Crecimiento absoluto en longitud de *Piaractus brachypomus* en tres tratamientos durante 75 días de cultivo.

### 4.3. Tasa de crecimiento absoluto

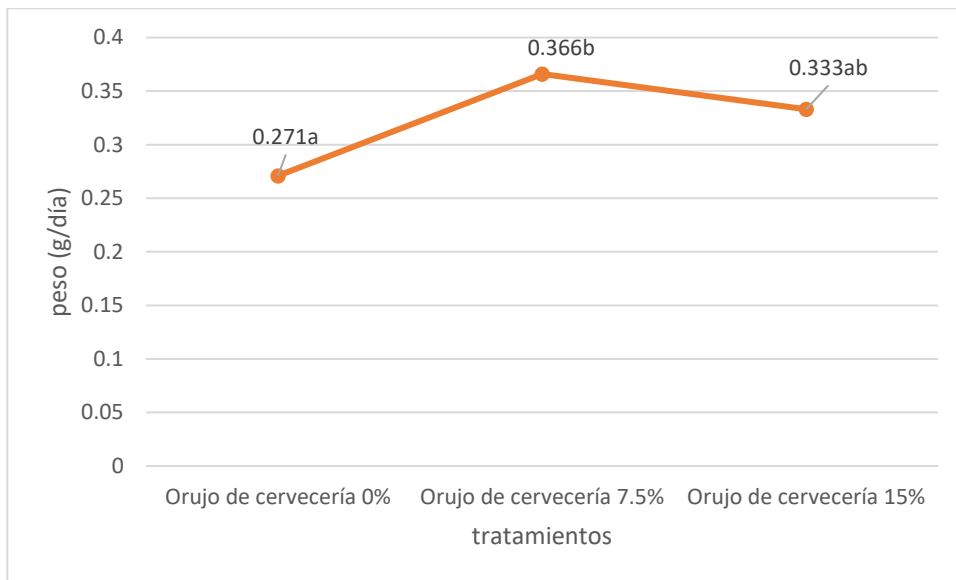
La tasa de crecimiento absoluto nos indica el crecimiento en peso o longitud diario, en el cuadro 5, se muestra los promedios de la tasa de crecimiento absoluto en peso y longitud en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en 75 días de cultivo.

**Cuadro 5.** Promedio de la tasa de crecimiento absoluto en peso y en longitud en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en 75 días de cultivo.

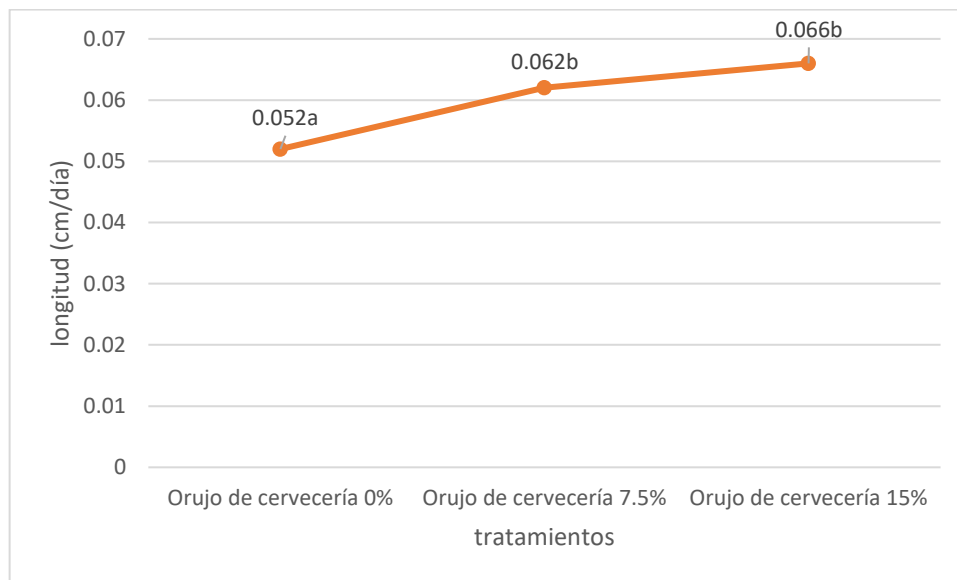
Tratamientos	Descripción	Tasa de crecimiento absoluto en peso (g/día)	Tasa de crecimiento absoluto en longitud (cm/día)
T1	Orujo de cervecería 0%	0.271 a	0.052 a
T2	Orujo de cervecería 7.5%	0.366 b	0.062 b
T3	Orujo de cervecería 15%	0.333 ab	0.066 b

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis estadístico correspondiente a la tasa crecimiento absoluto en peso (ver anexo 17) muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos, al realizar la prueba de promedios de Tukey, se observa en el cuadro 5 y figura 7, que el T1 presenta diferencia significativa con el T2, asimismo el T3 no presenta diferencia significativa con respecto a los tratamientos 1 y 2. El análisis estadístico correspondiente al crecimiento absoluto en longitud (ver anexo 18) muestra que existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos, al realizar la prueba de promedios de Tukey, que se muestra en el cuadro 5 y figura 8, los tratamientos presentan diferencia significativa con en T2 y T3, asimismo el T2 y T3 no muestran diferencia significativa entre ellos.



**Figura 7.** Tasa de crecimiento absoluto en peso de *Piaractus brachyomus* en tres tratamientos en 75 días de cultivo. (Elaboración propia)



**Figura 8.** Tasa de crecimiento absoluto en longitud de *Piaractus brachyomus* en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia)

#### 4.4. Crecimiento relativo.

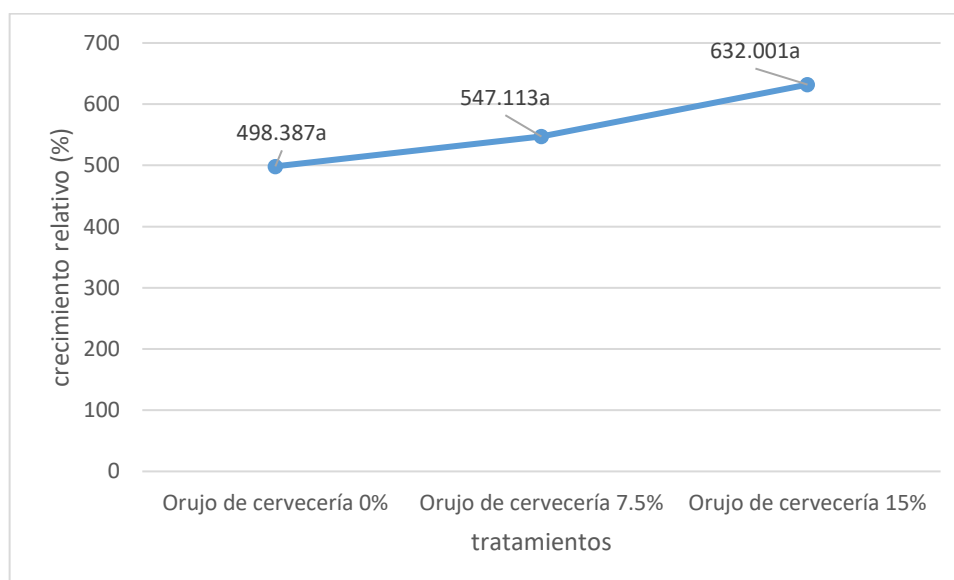
El crecimiento relativo nos indica el crecimiento en peso o longitud expresado en porcentaje que alcanzaron los peces durante 75 días de cultivo. En el cuadro 6, se muestra los promedios del crecimiento relativo en peso y longitud de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) durante 75 días de cultivo.

**Cuadro 6.** Promedio del crecimiento relativo en peso y en talla en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en 75 días de cultivo.

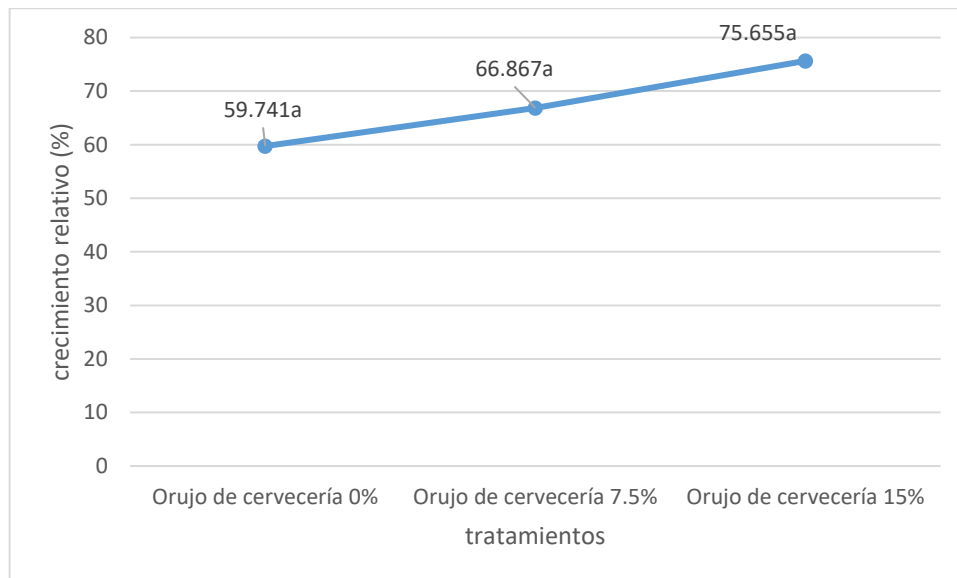
Tratamientos	Descripción	Crecimiento relativo	Crecimiento relativo
		en peso (%)	en longitud (%)
T1	Orujo de cervecera 0%	498.387 a	59.741 a
T2	Orujo de cervecera	547.113 a	66.867 a
	7.5%		
T3	Orujo de cervecera 15%	632.001 a	75.655 a

Fuente: Elaboración propia.

El análisis estadístico correspondiente a crecimiento relativo, tanto en peso como en longitud (ver anexo 19 y 120) muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, al realizar la prueba de promedios de Tukey, se confirma que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, como se observa en la siguiente figura 9 y 10.



**Figura 9.** Crecimiento relativo en peso de *Piaractus brachypomus* en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia)



**Figura 10.** Crecimiento relativo en longitud de *Piaractus brachypomus* en tres tratamientos durante 75 días de cultivo.

#### 4.5. Tasa de crecimiento relativo

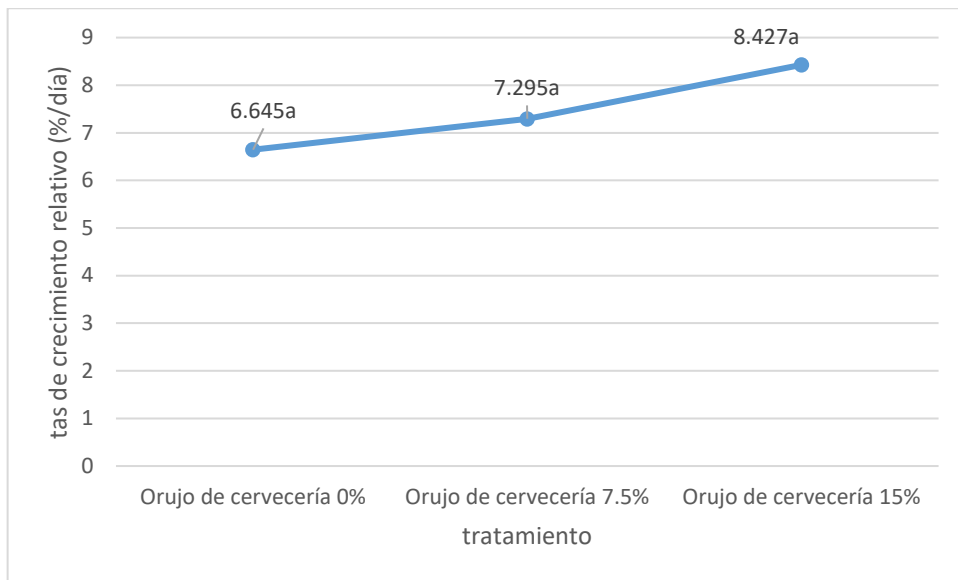
El siguiente cuadro, muestra los promedios de la tasa de crecimiento relativo en peso y longitud en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en 75 días de cultivo.

**Cuadro 7.** Promedio de la tasa de crecimiento relativo en peso y longitud en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en 75 días de cultivo.

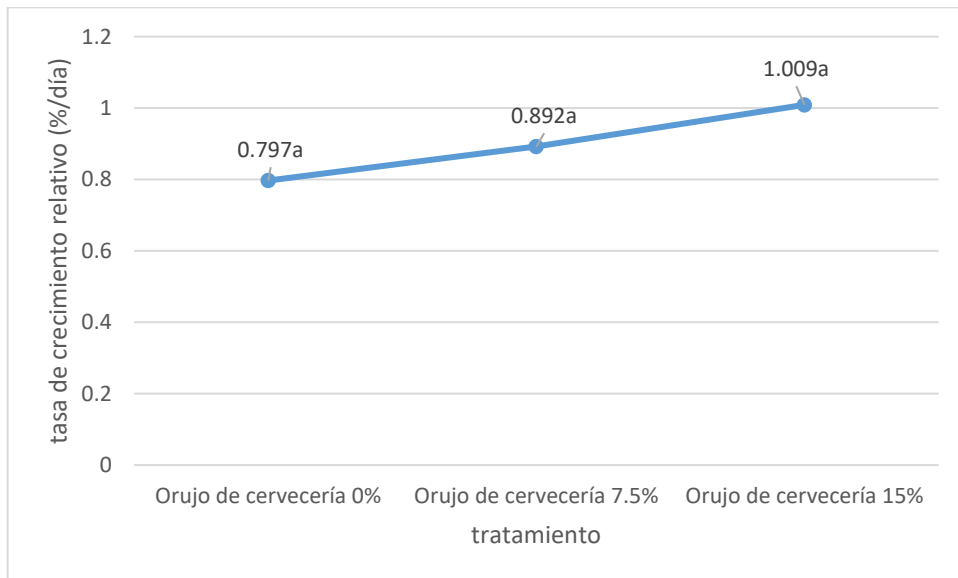
Tratamientos	Descripción	Tasa Crecimiento relativo en peso (%/día)	Tasa Crecimiento relativo en longitud (%/día)
T1	Orujo de cervecería 0%	6.645 a	0.797 a
T2	Orujo de cervecería 7.5%	7.295 a	0.892 a
T3	Orujo de cervecería 15%	8.427 a	1.009 a

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis estadístico correspondiente a la tasa de crecimiento relativo, tanto en peso como en longitud (ver anexo 21 y 22) muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, al realizar la prueba de promedios de Tukey, como se observa en la siguiente figura 11 y 12.



**Figura 11.** Tasa de crecimiento relativo en peso de *Piaractus brachypomus* en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia)



**Figura 12.** Tasa de crecimiento relativo longitud de *Piaractus brachypomus* en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia)



#### 4.6. Crecimiento específico

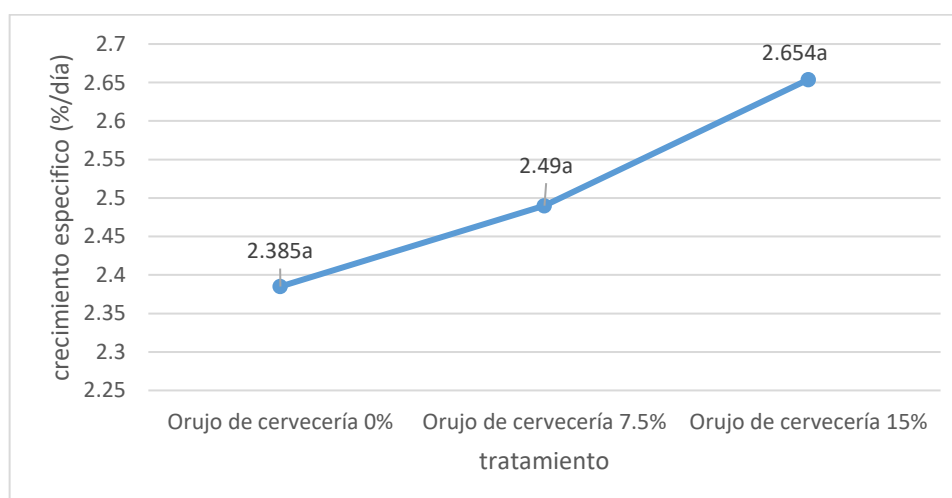
El siguiente cuadro, muestra los promedios del crecimiento específico en peso y en longitud en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en 75 días de cultivo.

**Cuadro 8.** Promedio del crecimiento específico en peso y longitud en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en 75 días de cultivo.

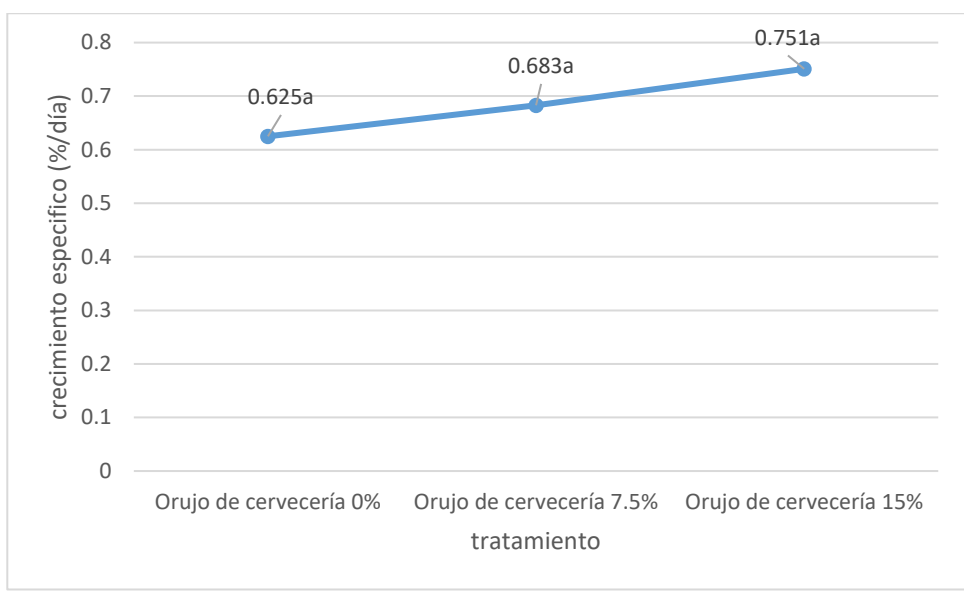
Tratamientos	Descripción	Crecimiento específico del peso (%/día)	Crecimiento específico de la longitud (%/día)
T1	Orujo de cervecería 0%	2.385 a	0.625 a
T2	Orujo de cervecería 7.5%	2.490 a	0.683 a
T3	Orujo de cervecería 15%	2.654 a	0.751 a

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis estadístico correspondiente a la tasa de crecimiento específico tanto en peso como en longitud (ver anexo 23 y 24) muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, al realizar la prueba de promedios tukey se confirma que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio como se observa en la figura 13 y 14.



**Figura 13.** Crecimiento específico en peso de *Piaractus brachypomus* en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia)



**Figura 14.** Crecimiento específico en longitud de *Piaractus brachypomus* en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia)

**4.7. Sobrevivencia**

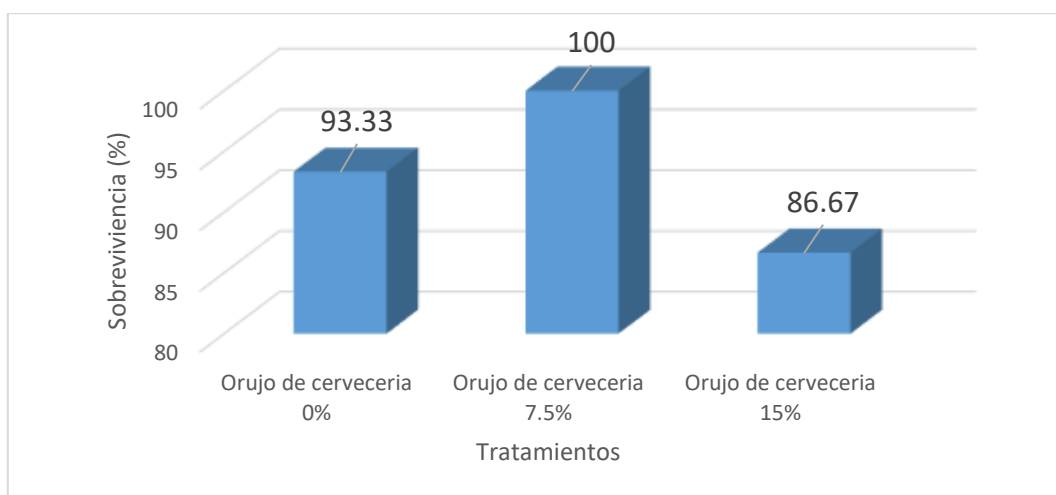
El siguiente cuadro, muestra los promedios del porcentaje de sobrevivencia en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en 75 días de cultivo.

**Cuadro 9.** Promedio del porcentaje de sobrevivencia en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachypomus*) en 75 días de cultivo.

Tratamientos	Descripción	Sobrevivencia (%)
T1	Orujo de cervecería 0%	93.33 ab
T2	Orujo de cervecería 7.5%	100a
T3	Orujo de cervecería 15%	86.67b

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis estadístico correspondiente al porcentaje de sobrevivencia (ver anexo 25) muestra las diferencias significativas entre los tratamientos, al realizar la prueba de promedios de tukey, se confirma que el T2 y T3 son diferentes, mientras que el T1 tiene similitud al T2 y T3 (cuadro 9). El más alto porcentaje de sobrevivencia fue en el T2, como se observa en la siguiente figura 15.



**Figura 15.** Porcentaje de sobrevivencia de *Piaractus brachyomus* en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia)

#### 4.8. Factor de conversión alimenticia (FCA)

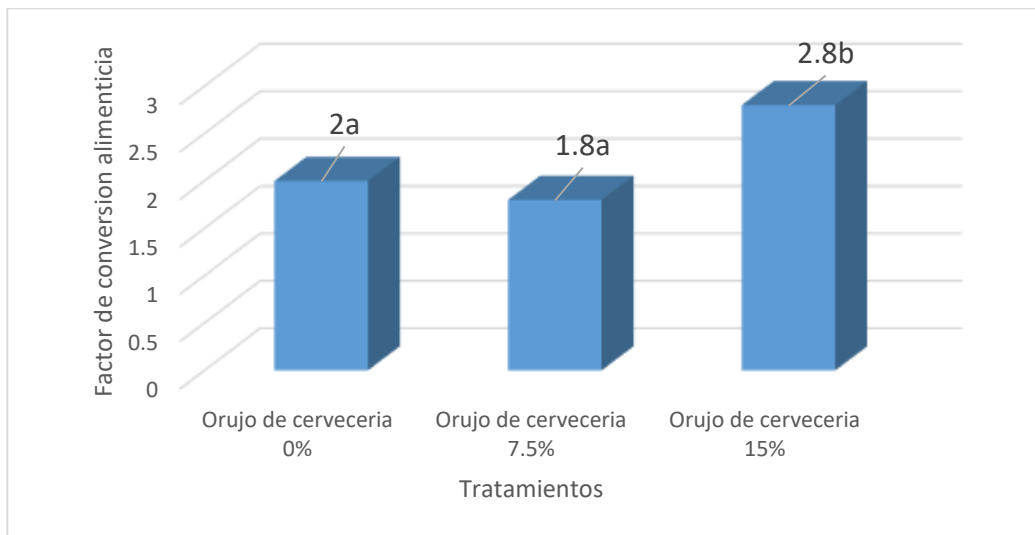
El siguiente cuadro, muestra los promedios del factor de conversión alimenticia en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachyomus*) durante 75 días de cultivo.

**Cuadro 10.** Promedio del factor de conversión alimenticia en el cultivo de juveniles de "Paco" (*Piaractus brachyomus*) durante 75 días de cultivo

Tratamientos	Descripción	Factor de conversión alimenticia (FCA)
T1	Orujo de cervecería 0%	2.0 a
T2	Orujo de cervecería 7.5%	1.8 a
T3	Orujo de cervecería 15%	2.8 b

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis estadístico correspondiente al factor de conversión alimenticia (ver anexo 26) en el muestran las diferencias significativas existentes entre los tratamientos, al realizar la prueba de promedios de Tukey, se confirma que el tratamiento con T1 y T2 son similares mientras que T3 mostró diferencias significativas con respecto a los otros dos tratamientos (ver cuadro 10). Entre los tratamientos el T2 tuvo un factor de conversión alimenticia más aceptable, como se observa el grafico en la siguiente figura 16.



**Figura 16.** Factor de conversión alimenticia de *Piaractus brachypomus* en tres tratamientos durante 75 días de cultivo. (Elaboración propia)

## V. DISCUSIÓN.

Por sus hábitos alimenticios (omnívoros), el paco puede consumir frutos como papaya, guayaba, palta, plátano, semillas de maíz, sorgo, trigo y tortas oleaginosas, coco, algodón, etc. Sin embargo, estos alimentos no son completos y es necesario suministrar raciones balanceadas que garanticen un crecimiento y engorde en corto tiempo, Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (2006). Referente al caso de esta investigación se realizó la inclusión de niveles de 7.5 % y 15 % de orujo de cervecería y un testigo con 0 % de orujo de cervecería a una dieta para juveniles de *Piaractus brachypomus* con un nivel de proteína de 30 % y un periodo de cultivo de 75 días a una densidad de 1 pez por cada 6.6. Litros.

Por otra parte estudios realizados con la inclusión de insumos algunos autores como Casanova y Chu-Koo (2008) evaluaron al polvillo de malta de cebada, como insumo alimenticio para *Colossoma macropomum* donde los peces alimentados con una dieta de 20% y 30% de inclusión del polvillo de malta presentaron los mejores resultados en el estudio realizado, mientras que Casado (2009) en su investigación realizada con trigo regional coix lacryma - jobi (poaceae) como insumo alimenticio para gamitana *Colossoma macropomum*, demostraron ser un buen ingrediente alternativo con un 30% en su inclusión del alimento formulado asimismo Castillo y Castillo (2017) uso la inclusión de harina de copoazu obteniendo resultados muy alentadores.

La inclusión de diferentes porcentajes de orujo de cervecería a la dieta en estudio se obtuvieron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), en el comportamiento del crecimiento, crecimiento absoluto y tasa de crecimiento absoluto donde el tratamiento T2 obtuvo el mayor peso usando 7.5 % mientras que en el tratamiento T3 15% se obtuvieron pesos menores al T2. Consideramos que la dieta con niveles de inclusión del 7.5 % de orujo de cervecería tiene un menor contenido de fibra que el T3 y la fibra se caracteriza por su baja digestibilidad y actúa como promotor de acelerar el tránsito de los alimentos en el intestino e influye en la absorción de los nutrientes. Núñez (2008) refuerza lo manifestado, indicando que la fibra es un material difícil de digerir por los peces, se encuentra en poca cantidad en la harina de pescado y en las diferentes harinas de carnes, pero los granos y cáscaras de semillas tienen alto contenido de fibra. Pasando ésta por el sistema digestivo sin ser aprovechada. Rosales (1996), respecto al insumo utilizado (orujo de cervecería) manifiesta que es energético de muy baja digestibilidad, que tiene un alto contenido de fibra cruda. Por esta razón al usar en el estudio 15 % de orujo de cervecería en el T3, la dieta alcanzó el mayor porcentaje de fibra, según el análisis proximal fue 4.80 %, mayor a los T1 y T2.

El mayor porcentaje de orujo de cervecería utilizado en la dieta, provocó que el paso del alimento por el sistema digestivo sea más rápido y no haya mucha asimilación de los nutrientes conllevando al menor crecimiento en peso, siendo esto sostenido por Lanna et al. (2004) que niveles crecientes de fibra bruta, interfieren significativamente en la digestibilidad aparente de los nutrientes, esto debido a que el incremento de la fibra bruta en la dieta disminuye significativamente el tiempo del tránsito gastrointestinal.

En el caso del crecimiento en longitud se evidencia que fueron similares el T2 y T3, al usar los porcentajes de 15 y 7.5 % de orujo de cervecería los peces tienen un crecimiento similar en longitud, pero la diferencia está en la ganancia de peso, esto se explica por lo expuesto por Lanna et al. (2004) y Rosales (1996).

Crecimiento relativo, tasa de crecimiento relativo y crecimiento específico, no presenta diferencia significativa, sin embargo se observa que estas variables de crecimiento relativo y específico tienen un comportamiento ascendente, siendo mayor en el T3. Según Busacker y cols (1990) menciona en sus fórmulas para el cálculo del crecimiento relativo, tasa de crecimiento relativo y crecimiento específico están indicando el incremento en porcentaje respecto al peso inicial; También se ha determinado que existe una relación de comportamiento entre el CR con el CE, y coincide con el trabajo realizado por Reátegui (2018) y Pilco (2016) por otra parte Kaushik (1995) indicó que la tasa de crecimiento específico (TCE) declina con la edad y la talla de los organismos y De Silva y cols (1989) y Boujard (2001) han comprobado que la cantidad y calidad de proteínas de los alimentos influyen determinadamente en el crecimiento de organismos acuáticos. Las tasas de crecimiento de los peces son altamente variables porque dependen fuertemente de una diversidad de factores ambientales que interactúan, tales como la temperatura del agua, los niveles de oxígeno disuelto, el amonio, la salinidad, el fotoperíodo, el grado de competencia, la cantidad y calidad del alimento ingerido, la edad y el estado de madurez de los peces.

El porcentaje de sobrevivencia en el estudio en los tratamientos T1 (93.33 %), T2 (100 %) y T3 (86.67 %) se encontró diferencias significativas. Los niveles de sobrevivencia del presente estudio son inferiores a lo reportado por Casanova y Chu-Koo (2008), Casado (2009), Vela (2014), García y Gallardo (2014) y Castillo y Castillo (2017) que tuvieron una sobrevivencia al 100 % esto relacionado con el sistema de crianza utilizado.

El factor de conversión alimenticia según Eufrazio (2004) En *Piaractus brachypomus* es de 1.5 – 1.2. En el estudio realizado se obtuvieron de T1 (2.0), T2 (1.8) y T3 (2.8), siendo el T2 el que tuvo un FCA aceptable debido a la inclusión de un porcentaje de 7.5 % de orujo de cervecería ayudó a mejorar la dieta base T1 y a un mejor aprovechamiento de los

nutrientes mientras que el T3 tuvo más elevado su FCA esto es debido a que se usó mayor porcentaje de orujo de cervecería y este contiene un elevado porcentaje de fibra lo que evidencia que su recorrido por el estómago es más rápido y por este motivo el pescado tiende a consumir más alimento para poder satisfacer sus necesidades nutricionales.

## VI. CONCLUSIONES

- El cultivo de *Piaractus brachypomus* "paco" paco en ambientes controlados utilizando una dieta con inclusión de orujo de cervecería al 7.5 % y 15 % no presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), en los crecimientos relativos, tasa de crecimiento relativo y específico. Presento diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) para crecimiento absoluto y tasa de crecimiento absoluto
- La sobrevivencia y la conversión alimenticia presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos siendo mejor el T2 con 7.5 % de orujo de cervecería tanto para sobrevivencia que fue de 100 % y conversión alimenticia de 1.8.



## VII. RECOMENDACIÓN

- Continuar con estudios sobre el uso de orujo de cervecera en peces amazónicos en sus fases de alevinos, juveniles y adultos a fin de estandarizar los valores del uso de orujo de cervecera en la alimentación de peces.
- El lugar elegido para la realización del experimento debe contar todos los equipos y disponibilidad de agua y energía.
- Realizar trabajos de investigación con porcentajes de orujo de cervecera con la finalidad de determinar los coeficientes de digestibilidad del insumo.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, B. 2009. Evaluación del trigo regional *Coix lacryma-jobi* (poaceae) como insumo alimenticio para gamitana (*Colossoma macropomum*), instituto de investigación de la amazonia peruana, folia amazónica, vol.18 N° 1-2 2009 pág. 89-96, Iquitos –Perú.
- Abraham, B. 2015. Caracterización de insumos como alternativa para la alimentación de tilapia, instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias, centro de investigación regional pacífico, campo experimental Tecomán, Folleto Técnico No. 6, ISBN: 978-607-37-0441-0 pág. 40.
- Alava, V. y Kanazawa, A. 1996. Effect of dietary fatty acid on growth of milkfish Chanos chanos fry in brackish water. *Aquaculture*, 144: 363-369
- Aksnes, A; Hjertnes, T. y Opstved J. 1996. Effect of dietary protein level on growth and carcass composition in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*. 145: 225-233.
- Boujard, T. (2001). Feeding behaviour and regulation of food intake. 19–25. En: Guillaume, J., S. Kaushik, P. Bergot, R. Métailler. Nutrition and feeding on fish and crustaceans. Springer and Praxis Publishing, Chichester UK. 408 pp
- Castro, C. 2012. Evaluación del rendimiento técnico en Cachama Blanca *Piaractus brachypomus* al sustituir Morera *Morus alba* y Falso Girasol *Tithonia diversifolia* en el alimento balanceado de ceiba. *Revista CITECSA*. Volumen 2, número 3, Colombia.
- Callachier, M. 1997. Coeficiente aparentes de digestibilidad para algunos carbohidratos en dietas para el bagre rayado híbrido *Morone saxatilis* x *M. chrysops*. *Journal World Aquaculture*, 28(4): 429-431.
- Casado, P. 2009, evaluación del trigo regional *Coix lacryma-jobi* (Poaceae) como insumo alimenticio para gamitana (*Colossoma macropomum*), instituto de la amazonia peruana, folia amazónica, Vol. 18 N° 1-2 2009: 89 – 96.
- Castillo, S. y Castillo H., 2017, “efecto de la inclusión de la harina de semilla de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en la dieta balanceada durante el crecimiento en fase juvenil de paco (*Piaractus brachypomus*)”, universidad nacional amazónica de Madre de Dios, facultad de ingeniería, escuela académica profesional de ingeniería agroindustrial, Puerto Maldonado-Perú.
- Cassanova-Flores, Chu-koo 2008, evaluación del polvillo de malta de cebada, *Hordeum vulgare*, como insumo alimenticio para gamitana (*Colossoma macropomum*), instituto de investigación de la amazonia peruana, folia amazónica, VOL. 17 N° 1-2 2008: 15 - 22
- Chu - koo, F. 2009. Información nutricional sobre algunos peces comerciales de la amazonia peruana. *Boletín de investigación del instituto tecnológico pesquero del Perú* (SSN 1023 – 7070), vol. 9, pág. 68. Callao – Perú.
- Crisdalle-Helland, B. y Helland, S. 1997. Replacement of protein by fat and carbohydrate in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*) at the end of the freshwater stage. *Aquaculture*, 152: 167-180.
- Chirinos N. 2015, efecto de dietas extruidas en base a torta de castaña (*Bertholletia excelsa*) y fruto de macambo (*Theobroma bicolor*), sobre los índices de crecimiento y zootécnicos en el cultivo de pacos juveniles (*Piaractus brachypomus*), provincia de tambopata, departamento de madre de dios, universidad nacional amazónica de Madre de Dios.

- De Silva, S.S., R.M. Gunasekera, D. Atapattu (1989). *The dietary protein requirements of young tilapia an evaluation of the least cost dietary protein levels*. *Aquaculture*, 80:271-284
- Eufracio, V. 2004. Manual de cultivo de gamitana – sub proyecto “Programa de Transferencia de Tecnología en Acuicultura para Pescadores Artesanales y Comunidades Campesinas” acuerdo de colaboración interinstitucional AECI/PADESPA – FONDEPES, pág. 106, Editor Palomino R. Perú.
- Flores, C. 2008. Evaluación del polvillo de malta de cebada, *Hordeum vulgare*, como insumo alimenticio para gamitana (*Colossoma macropomum*). Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Folia Amazónica, vol. 17 N° 1-2 pág. 15 – 22, Iquitos – Perú.
- Fao (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2013, formulación y preparación, producción de alimentos. Sistema de Información sobre Alimentos y Recursos Fertilizantes para la Acuicultura.
- Fernández E. 2013, Formulación de alimentos balanceados y mejoramiento genético en ganado lechero, Guía técnica, agrobanco, Monsefú – Chiclayo – Lambayeque – Perú.
- Gutiérrez, A. 2009. Efecto de varios niveles de energía digestible y proteína en la dieta sobre el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*) Cuvier 1818. Revista de Investigación Veterinaria del Perú, Estación Experimental del Centro de Investigación IVITA-Pucallpa. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marco. Vol.20, N° 2, Pág. 178-186, Perú.
- Guevara N. 2003, Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos, universidad nacional Jorge Basadre grohmann, facultad de ingeniería pesquera, Tacna – Perú.
- García y Gallardo (2014), efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), alimentados con harina de pijuayo, *Bactris gasipaes* (H.B.K); criados en jaulas, Facultad de ciencias biológicas, universidad nacional de la amazonia peruana.
- Elancovan, A. y Shim, F. 1997, response of juvenile Barbodes altus fed Isocaloric diets with variable protein levels. *Aquaculture*, 158: 321-329.
- Hidalgo, L. 2013. Formulación de alimentos balanceados para engorde de ganado vacuno. Guía técnica. AGROBANCO, servicios financieros para el Perú rural, pág. 32, Puno – Perú.
- IIAP, 2006. Cultivos de peces amazónicos 2da edición Editorial. Irg. San Martín -Perú.
- Kaushik, S. (1995). Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture. *Aquaculture*, 129:225-241
- Lanna, T.; Pezzato, L., Cecon, P., Furuya, M., Bomfin, M. 2004. Digestibilidade aparente e trânsito gastrintestinal em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da fibra bruta da dieta. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa. 36 (6). 2186-2192.
- Luchini, L. 2011, acuicultura y nutrición: formulas y raciones formuladas para especies de clima subtropical y templado: pacu randia, amur, tilapia y langosta de pinzas rojas. MAGYP- Dirección de Acuicultura Nación-CENADAC, Acerca de la Exposición realizada en el Congreso CAENA.
- Morillo, M. 2013. Alimentación de alevinos de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soya, VOL. 38 N° 2, Venezuela.
- Nunez, M.; 2008. "Experimento con especies amazónicas comerciales" tercer convenio nacional de oportunidades de negocio en la acuicultura. Convenio IRD/IIAP. Lima, Perú.

- PRODUCE DIREPRO (Dirección regional de producción de Ucayali), 2011, 2012, 2013. Estadísticas de Producción Acuícola, Ucayali.
- Panduro, P. 2013. Piscicultura, Guía técnica. AGROBANCO servicios financieros para el Perú rural, pág. 26, Madre de Dios – Perú.
- Paunero. 2013, importancia de la conversión alimenticia en producción porcina, (en línea), Cordoba, consultado el 23-2-2016, disponible en: [http://www.infopork.com/post/2901/Importancia\\_de\\_la\\_conversion\\_alimenticia\\_en\\_produccion\\_porcina\\_.html](http://www.infopork.com/post/2901/Importancia_de_la_conversion_alimenticia_en_produccion_porcina_.html).
- Shiau, S. 1997. Utilization of carbohydrates In warmwater fish - with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus*. *Aquaculture* 151: 79-96.
- Rebaza, M. 1996. Determinación de los requerimientos de proteínas y energía de juveniles de paco, *Piaractus brachypomus* (Pisces, Characidae). Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP). *Folia Amazónica*. Vol. 8(2), Pág. 35. Pucallpa –Perú
- Ruiz, J. 2013, viabilidad del uso de tres insumos vegetales y del ensilado biológico de pescado en dietas para alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818), criados en jaulas, en la localidad de el estrecho, río Putumayo, Perú, universidad nacional de la amazonia peruana.
- Rosales. 1996. Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali. Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP). *Folia Amazónica*, vol. 8(2), pág. 13. Iquitos-Perú.
- Tacon, J. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados, manual de capacitación proyecto AQUILA I (GCP/RLA/075/ITA), publicado durante la segunda etapa operativa del proyecto “apoyo a las actividades regionales de acuicultura en américa latina y el caribe”, AQUILA II (GCP/RLA/102/ITA). Brasil.
- Tello, M. 2006. Cultivando peces amazónicos, proyecto de Cultivo de Peces Nativos, una Opción de Desarrollo Sostenido en el Área de Influencia del Parque Nacional Río Abiseo. Instituto de investigación de la Amazonia Peruana (IIAP), pág. 201. San Martín - Perú
- Valley, B. 1999. Colombia, ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos - kayouli chedly y stephen lee. Departamento de Agricultura. FAO. New Zeland.
- Varela, J. 2014. Evaluación de dietas con diferente contenido proteico sobre el desempeño productivo de alevines del híbrido cachamay (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en condiciones de cautiverio. *Revista Científica. FCV-LUZ / Vol. XXIV, N° 5, 458 – 465, Venezuela.*
- Vela, R. 2014, inclusión de la harina de la semilla de “copoasú” *Theobroma grandiflorum* (sterculiaceae) en el crecimiento de alevinos de “gamitana” *Colossoma macropomum* (cuvier, 1818), cultivados en corrales.” Facultad de ciencias biológicas, escuela de formación profesional de acuicultura. iquitos – Perú.
- Wilson, R. 1994. Utilization of dietary carbohydrate by fish *Aquaculture*. 124: 67-80.

## IX. ANEXOS

**Anexo 1.** Análisis proximal de los principales insumos alimenticios, en base seca (%) según Rosales (1996).

Insumo	Materia seca	Proteína cruda	Grasa cruda	Fibra cruda	Ceniza	Nifex
Harina maíz	88.4	10.02	6.69	3.07	1.43	78.79
Harina coronta de maíz	84.7	2.64	1.62	30.00	1.41	64.33
Polvillo de arroz	86.7	11.81	7.57	7.45	5.03	68.14
Nielen de arroz	86.7	11.86	4.13	3.55	2.56	77.90
Harina yuca	88.1	3.18	0.98	1.54	2.22	92.08
Hna. cáscara de yuca	87.7	5.11	0.87	19.31	9.51	65.20
Hna. yuca con cáscara	87.9	2.59	0.71	2.05	2.24	92.41
Afrecho yuca	87.2	2.72	0.15	6.12	3.58	87.43
Hna. hoja de yuca	87.5	25.75	6.92	10.95	6.05	50.33
Hna. plátano	90.1	3.04	0.71	0.36	1.93	93.96
Hna. cáscara de plátano	88.7	5.93	4.51	10.63	12.07	66.86
Hna. plátano con cáscara	87.8	3.95	1.44	2.03	3.09	89.49
Hna. de hoja de plátano	87.2	12.70	10.28	24.38	12.60	40.04
Harina de sangre	86.2	80.47	0.33	1.62	2.78	14.80
Hna. pescado boquichico	87.9	55.56	16.72	1.51	17.90	8.31
Hna. cáscara de cacao	88.9	10.56	9.61	24.23	11.88	43.72
Orujo cervecería	87.4	16.42	6.70	9.39	3.83	63.66
Harina hoja de cetico	87.8	16.18	2.00	19.09	8.51	54.22
Harina hoja de amasisa	88.1	19.36	4.56	22.63	6.88	46.57
Hna. Kudzú	87.4	15.99	1.92	13.74	5.40	62.95
Hna. <i>C. pubescens</i>	88.7	17.47	2.02	32.22	4.76	43.53
Harina Stylo	87.9	14.60	0.99	30.22	4.98	49.21
Harina Desmodio	89.1	12.08	1.01	33.92	4.26	48.73

**Anexo 2.** Formulación de la dieta de *Piaractus brachypomus*.

Insumos	0%	7.50%	15%
Maiz	31.79	24.27	16.81
Torta de soja	45.93	45.99	46.04
Harina de trigo	8.00	8.00	8.00
Fosfato	1.66	1.66	1.66
Sal	0.34	0.34	0.35
Premezcla vit + min	0.10	0.10	0.10
Cloruro de colina	0.10	0.10	0.10
Vitamina C	0.10	0.10	0.10
BHT	0.05	0.05	0.05
Aceite de palma	1.49	1.71	1.93
Harina de pescado	10.10	9.85	9.60
Metionina	0.22	0.22	0.22
Treonina	0.05	0.05	0.04
Triptófano	0.08	0.07	0.00
Orujo de cervecería	0.00	7.50	15.00
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Valores nutricionales</b>			
PB	30.00	30.00	30.00
ED	3128.00	3117.00	3096.00
EE	4.00	4.00	4.00
Fibra total	2.98	3.90	4.80
Calcio	1.00	1.00	1.00
Fósforo disponible	0.60	0.60	0.60
Sódio	0.20	0.20	0.20
Lisina total	1.91	1.91	1.91
metionina total	0.65	0.65	0.65
Treonina total	1.15	1.15	1.15
Triptófano total	0.39	0.39	0.39

**Anexo 3.** Costos de los insumos.

INSUMOS	0%	COSTO	7.50%	COSTO	15%	COSTO
maíz	31.79	38.2	24.27	29.12	16.81	20.17
torta de soya	45.93	96.5	45.99	96.57	46.04	96.68
harina de trigo	8	9.6	8	9.6	8	9.6
fosfato	1.66	5.8	1.66	5.8	1.66	5.8
sal	0.34	0.5	0.34	0.5	0.34	0.5
PREMSCLA VIT + MIN	0.1	2	0.1	2	0.1	2
cloruro de colina	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5
vitamina C	0.1	5.5	0.1	5.5	0.1	5.5
BHT	0.05	0.9	0.05	0.9	0.05	0.9
aceite de palma	1.49	4	1.71	4.5	1.93	5.17
harina de pescado	10.1	35.4	9.85	34.47	9.6	33.6
metionina	0.22	3.5	0.22	3.5	0.22	3.5
treonina	0.05	0.5	0.05	0.5	0.04	0.4
triptofano	0	0	0.07	0.5	0	0
orujo de cervecería	0	0	7.5	4.5	15	9
<b>total en kilos</b>	<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>	
<b>total en soles</b>		<b>202.9</b>		<b>198.46</b>		<b>193.32</b>

**Anexo 4.** Ficha de evaluación biométrica de peso y longitud.

	TRATAMIENTO 1 0 % SIN ORUJO FECHA: 13/4/2016					
	PESO g			TALLA Cm		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	21.384	43.565	22.888	10.3	13	10.4
2	27.01	23.497	26.12	10.8	10.3	10.8
3	18.096	18.756	24.258	9.6	9.6	10.9
4	17.666	21.478	21.354	9.8	9.8	10.4
5	21.715	25.372	23.918	10.1	11.2	10.8
6	20.783	19.123	23.173	9.8	9.5	10.6
7	15.334	13.265	36.038	9.2	9.9	12.3
8	13.027	20.356	20.647	8.1	9.7	10.3
9	19.677	23.347	34.153	9.8	10.6	11.6
10	29.108	23.77	28.024	12	10.4	11.4
11	18.156	26.052	22.37	9.5	10.6	10.4
12	18.256	14.421	28.569	9.7	9.1	11.3
13	15.42	20.781	24.178	9.2	10.3	10.6
14	18.92	24.086	18.978	9.8	10.4	9.8
15	15.32	18.42	21.456	9.3	9.7	10.5

**Anexo 5.** Ficha de producción del tratamiento 1 repetición – 1.

<b>Parámetros</b>	<b>SELECCIÓN Y SIEMBRA 10/02/2016</b>	<b>1º EVALUACIÓN N 25/02/2016</b>	<b>2º EVALUACIÓN N 14/03/2016</b>	<b>3º EVALUACIÓN N 29/03/2016</b>	<b>4º EVALUACIÓN N 13/04/2016</b>	<b>5º EVALUACIÓN N 28/04/2016</b>
Población (Unidad)	15	15	15	15	15	15
Peso (g)	3.979	10.161	11.788	17.945	19.325	21.325
Talla (cm)	6.4	8.2	9.0	9.9	9.8	9.9
Incremento Peso (Kg)		6.181	1.628	6.156	1.380	2.000
Incremento talla (cm)		1.8	0.7	0.9	-0.1	0.1
Consumo de alimento (Kg)		89.537	73.475	125.319	46.925	50.194
Incremento Biomasa (kg)		92.721	24.413	92.347	20.700	30.000
Conversión Alimenticia		1.0	3.0	1.4	2.3	1.7
Tasa de alimentación (%)						
Ración						
Alimento Acumulado (kg)		89.537	163.012	288.331	335.256	385.450
Biomasa Total (gr)	59.691	152.412	176.825	269.172	289.872	319.872



**Anexo 6.** Ficha de producción del tratamiento 1 - repetición 2.

<b>Parámetros</b>	<b>SELECCIÓN Y SIEMBRA 10/02/2016</b>	<b>1º EVALUACIÓN 25/02/2016</b>	<b>2º EVALUACIÓN 14/03/2016</b>	<b>3º EVALUACIÓN 29/03/2016</b>	<b>4º EVALUACIÓN 13/04/2016</b>	<b>5º EVALUACIÓN 28/04/2016</b>
Población (Unidad)	15	15	15	15	15	15
Peso (g)	2.919	6.909	13.761	21.656	22.419	24.419
Talla (cm)	6.0	8.3	9.1	10.5	10.3	10.4
Incremento Peso (Kg)		3.990	6.852	7.896	0.763	2.000
Incremento talla ( cm)		2.3	0.9	1.4	-0.2	0.1
Consumo de alimento (Kg)		65.673	113.459	131.206	43.017	63.987
Incremento Biomasa (kg)		59.848	102.781	118.435	11.443	30.000
Conversión Alimenticia		1.1	1.1	1.1	3.8	2.1
Tasa de alimentación (%)						
Ración						
Alimento Acumulado (kg)		65.673	179.132	310.338	353.355	417.342
Biomasa Total (gr)	43.782	103.630	206.411	324.846	336.289	366.289

**Anexo 7.** Ficha de producción del tratamiento 1 - repetición 3.

<b>Parámetros</b>	<b>SELECCIÓN Y SIEMBRA 10/02/2016</b>	<b>1º EVALUACIÓN 25/02/2016</b>	<b>2º EVALUACIÓN 14/03/2016</b>	<b>3º EVALUACIÓN 29/03/2016</b>	<b>4º EVALUACIÓN 13/04/2016</b>	<b>5º EVALUACIÓN 28/04/2016</b>
Población (Unidad)	15	15	15	15	15	15
Peso (g)	5.342	9.428	16.561	23.059	25.075	27.500
Talla (cm)	7.2	7.4	9.5	10.6	10.8	11.0
Incremento Peso (Kg)		4.086	7.133	6.498	2.016	2.425
Incremento talla (cm)		0.17	2.10	1.15	0.17	0.19
Consumo de alimento (Kg)		98.145	128.791	189.329	63.987	79.830
Incremento Biomasa (kg)		61.284	106.997	97.477	30.235	36.377
Conversión Alimenticia		1.6	1.2	1.9	2.1	2.2
Tasa de alimentación (%)						
Ración						
Alimento Acumulado (kg)		98.145	226.936	416.265	480.252	560.082
Biomasa Total (gr)	80.131	141.415	248.412	345.889	376.124	412.501

**Anexo 8.** Ficha de producción del tratamiento 2 - repetición 1.

<b>Parámetros</b>	<b>SELECCIÓN Y SIEMBRA 10/02/2016</b>	<b>1º EVALUACIÓN 25/02/2016</b>	<b>2º EVALUACIÓN 14/03/2016</b>	<b>3º EVALUACIÓN 29/03/2016</b>	<b>4º EVALUACIÓN 13/04/2016</b>	<b>5º EVALUACIÓN 28/04/2016</b>
Población (Unidad)	15	15	15	15	15	15
Peso (g)	5.987	13.835	24.745	33.617	34.309	37.6761333
Talla (cm)	7.3	9.2	11.3	12.1	11.5	12.0
Incremento Peso (Kg)		7.848	10.910	8.872	0.692	3.367
Incremento talla (cm)		1.9	2.1	0.7	-0.6	0.5
Consumo de alimento (Kg)		134.715	294.4952	228.845	18.523	92.953
Incremento Biomasa (kg)		117.718	163.651	133.081	10.382	50.500
Conversión Alimenticia		1.1	1.8	1.7	1.8	1.8
Tasa de alimentación (%)						
Racion						
Alimento Acumulado (kg)		134.715	429.2102	658.0552	676.5782	769.5312
Biomasa Total (gr)	89.81	207.53	371.18	504.26	514.64	565.14

**Anexo 9.** Ficha de producción del tratamiento 2 - repetición 2

<b>Parámetros</b>	<b>SELECCIÓN Y SIEMBRA 10/02/2016</b>	<b>1º EVALUACIÓN 25/02/2016</b>	<b>2º EVALUACIÓN 14/03/2016</b>	<b>3º EVALUACIÓN 29/03/2016</b>	<b>4º EVALUACIÓN 13/04/2016</b>	<b>5º EVALUACIÓN 28/04/2016</b>
Población (Unidad)	15	15	15	15	15	15
Peso (g)	4.479	10.175	19.078	26.408	27.560	30.9266
Talla (cm)	6.9	8.5	10.1	11.7	11.2	11.7
Incremento Peso (Kg)		5.696	8.903	7.330	1.152	3.367
Incremento talla (cm)		1.6	1.62	1.6	-0.5	0.5
Consumo de alimento (Kg)		100.7745	228.936	214.327	33.841	94.557
Incremento Biomasa (kg)		85.441	133.545	109.951	17.279	50.500
Conversión Alimenticia		1.2	1.7	1.9	2.0	1.9
Tasa de alimentación (%)						
Racion						
Alimento Acumulado (kg)		100.7745	329.7105	544.0375	577.8785	672.4355
Biomasa Total (gr)	67.18	152.62	286.17	396.12	413.40	463.90

**Anexo 10.** Ficha de producción del tratamiento 2 - repetición 3.

<b>Parametros</b>	<b>SELECCIÓN Y SIEMBRA 10/02/2016</b>	<b>1º EVALUACIÓN 25/02/2016</b>	<b>2º EVALUACIÓN 14/03/2016</b>	<b>3º EVALUACIÓN 29/03/2016</b>	<b>4º EVALUACIÓN 13/04/2016</b>	<b>5º EVALUACIÓN 28/04/2016</b>
Población (Unidad)	15	15	15	15	15	15
Peso (g)	4.591	10.033	16.845	22.841	25.039	28.8331333
Talla (cm)	6.9	8.5	9.7	10.7	10.9	11.4
Incremento Peso (Kg)		5.442	6.812	5.995	2.198	3.794
Incremento talla (cm)		1.6	1.2	1.0	0.3	0.5
Consumo de alimento (Kg)		103.293	192.548	153.017	59.799	95.574
Incremento Biomasa (kg)		81.637	102.182	89.931	32.970	56.915
Conversión Alimenticia		1.3	1.88	1.70	1.81	1.7
Tasa de alimentación (%)						
Racion						
Alimento Acumulado (kg)		103.293	295.841	448.8583	508.6573	604.2313
Biomasa Total (gr)	68.86	150.50	252.68	342.61	375.58	432.50

**Anexo 11.** Ficha de producción del tratamiento 3 - repetición 1.

<b>Parametros</b>	<b>SELECCIÓN Y SIEMBRA 10/02/2016</b>	<b>1º EVALUACIÓN 25/02/2016</b>	<b>2º EVALUACIÓN 14/03/2016</b>	<b>3º EVALUACIÓN 29/03/2016</b>	<b>4º EVALUACIÓN 13/04/2016</b>	<b>5º EVALUACIÓN 28/04/2016</b>
Población (Unidad)	15	15	15	15	15	15
Peso (g)	4.093	9.747	15.890	23.264	26.306	29.673
Talla (cm)	6.6	8.2	9.5	10.5	11.2	11.7
Incremento Peso (Kg)		5.654	6.143	7.374	3.042	3.367
Incremento talla (cm)		1.6	1.3	1.0	0.7	0.5
Consumo de alimento (Kg)		92.103	167.876	241.934	127.916	140.681
Incremento Biomasa (kg)		84.809	92.140	110.606	45.635	50.500
Conversión Alimenticia		1.1	1.8	2.2	2.8	2.8
Tasa de alimentación (%)						
Racion						
Alimento Acumulado (kg)		92.103	259.9787	501.9128	629.82878	770.51023
Biomasa Total (gr)	61.40	146.21	238.35	348.96	394.59	445.09

**Anexo 12.** Ficha de producción del tratamiento 3 - repetición 2.

<b>Parametros</b>	<b>SELECCIÓN Y SIEMBRA 10/02/2016</b>	<b>1º EVALUACIÓN 25/02/2016</b>	<b>2º EVALUACIÓN 14/03/2016</b>	<b>3º EVALUACIÓN 29/03/2016</b>	<b>4º EVALUACIÓN 13/04/2016</b>	<b>5º EVALUACIÓN 28/04/2016</b>
Población (Unidad)	15	15	15	15	15	15
Peso (g)	4.101	10.175	19.519	23.334	26.063	29.429
Talla (cm)	6.6	8.5	10.1	10.9	11.1	11.6
Incremento Peso (Kg)		6.074	9.344	3.815	2.728	3.367
Incremento talla ( cm)		1.9	1.6	0.8	0.2	0.5
Consumo de alimento (Kg)		92.268	228.936	164.345	110.531	145.906
Incremento Biomasa (kg)		91.112	140.166	57.225	40.927	50.500
Conversión Alimenticia		1.0	1.6	2.9	2.7	2.9
Tasa de alimentación (%)						
Racion						
Alimento Acumulado (kg)		92.268	321.204	485.549	596.08	741.986
Biomasa Total (gr)	61.51	152.62	292.79	350.02	390.94	441.44

**Anexo 13.** Ficha de producción del tratamiento 3 - repetición 3.

<b>Parametros</b>	<b>SELECCIÓN Y SIEMBRA 10/02/2016</b>	<b>1º EVALUACIÓN 25/02/2016</b>	<b>2º EVALUACIÓN 14/03/2016</b>	<b>3º EVALUACIÓN 29/03/2016</b>	<b>4º EVALUACIÓN 13/04/2016</b>	<b>5º EVALUACIÓN 28/04/2016</b>
Población (Unidad)	15	15	15	15	15	15
Peso (g)	3.656	8.442	16.261	22.132	25.452	27.6413333
Talla (cm)	6.4	8.0	9.6	10.5	10.9	11.1
Incremento Peso (Kg)		4.786	7.818	5.871	3.319	2.190
Incremento talla ( cm)		1.7	1.6	0.9	0.4	0.3
Consumo de alimento (Kg)		82.2585	189.951	239.551	139.861	89.39
Incremento Biomasa (kg)		71.795	117.277	88.072	49.790	32.847
Conversión Alimenticia		1.1	1.6	2.7	2.8	2.7
Tasa de alimentación (%)						
Ración						
Alimento Acumulado (kg)		82.2585	272.2095	511.7606	651.62184	741.01184
Biomasa Total (gr)	54.84	126.63	243.91	331.98	381.77	414.62



**Anexo 14. Análisis de varianza del comportamiento del crecimiento en peso y longitud por evaluaciones.**

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	peso	4432,924 <sup>a</sup>	17	260,760	33,990	,000
	talla	151,684 <sup>b</sup>	17	8,923	46,825	,000
Intersección	peso	17993,748	1	17993,748	2345,460	,000
	talla	4977,152	1	4977,152	26119,729	,000
trat	peso	243,326	2	121,663	15,859	,000
	talla	8,231	2	4,116	21,599	,000
evaluaci	peso	4126,059	5	825,212	107,565	,000
	talla	141,993	5	28,399	149,034	,000
trat * evaluaci	peso	63,538	10	6,354	,828	,605
	talla	1,460	10	,146	,766	,660
Error	peso	276,182	36	7,672		
	talla	6,860	36	,191		
Total	peso	22702,854	54			
	talla	5135,696	54			
Total corregido	peso	4709,106	53			
	talla	158,544	53			

a. R al cuadrado = .941 (R al cuadrado ajustada = .914)

b. R al cuadrado = .957 (R al cuadrado ajustada = .936)

**Anexo 15.** Análisis de varianza del crecimiento absoluto del peso (g).

<b>Pruebas de efectos inter-sujetos</b>					
Variable dependiente: crecimiento absoluto g					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	78,427 <sup>a</sup>	2	39,213	5,305	,047
Intersección	5293,830	1	5293,830	716,198	,000
Trat	78,427	2	39,213	5,305	,047
Error	44,349	6	7,392		
Total	5416,606	9			
Total corregido	122,776	8			

a. R al cuadrado = .639 (R al cuadrado ajustada = .518)

**Anexo 16.** Análisis de varianza del crecimiento absoluto de longitud (cm).

<b>Pruebas de efectos inter-sujetos</b>					
Variable dependiente: crecimiento absoluto cm					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,849 <sup>a</sup>	2	,924	10,146	,012
Intersección	184,054	1	184,054	2020,110	,000
Trat	1,849	2	,924	10,146	,012
Error	,547	6	,091		
Total	186,450	9			
Total corregido	2,396	8			

a. R al cuadrado = .772 (R al cuadrado ajustada = .696)

**Anexo 17.** Análisis de varianza de la tasa de crecimiento absoluto del peso (g/día).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: tasa de crecimiento absoluto g/día

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,014 <sup>a</sup>	2	,007	5,305	,047
Intersección	,941	1	,941	716,198	,000
Trat	,014	2	,007	5,305	,047
Error	,008	6	,001		
Total	,963	9			
Total corregido	,022	8			

a. R al cuadrado = .639 (R al cuadrado ajustada = .518)

**Anexo 18.** Análisis de varianza de la tasa de crecimiento absoluto en longitud (cm/día).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: tasa de crecimiento absoluto (cm/día)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,002 <sup>a</sup>	2	,001	1,000	,422
Intersección	,071	1	,071	64,000	,000
Trat	,002	2	,001	1,000	,422
Error	,007	6	,001		
Total	,080	9			
Total corregido	,009	8			

a. R al cuadrado = .250 (R al cuadrado ajustada = .000)

**Anexo 19.** Análisis de varianza del crecimiento relativo en peso (%).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: crecimiento relativo (%)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	18163,563 <sup>a</sup>	2	9081,781	,799	,492
Intersección	2928333,788	1	2928333,788	257,601	,000
Trat	18163,563	2	9081,781	,799	,492
Error	68206,365	6	11367,727		
Total	3014703,716	9			
Total corregido	86369,928	8			

a. R al cuadrado = .210 (R al cuadrado ajustada = -.053)

**Anexo 20.** Análisis de varianza del crecimiento relativo de la longitud (%).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: crecimiento relativo (%)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	351,882 <sup>a</sup>	2	175,941	3,488	,099
Intersección	41181,938	1	41181,938	816,346	,000
Trat	351,882	2	175,941	3,488	,099
Error	302,680	6	50,447		
Total	41836,500	9			
Total corregido	654,562	8			

a. R al cuadrado = .538 (R al cuadrado ajustada = .383)

**Anexo 213.** Análisis de la tasa de crecimiento relativo del peso (g/día).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: tasa de crecimiento relativo %/día

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3,229 <sup>a</sup>	2	1,615	,799	,492
Intersección	520,593	1	520,593	257,601	,000
Trat	3,229	2	1,615	,799	,492
Error	12,126	6	2,021		
Total	535,947	9			
Total corregido	15,355	8			

a. R al cuadrado = ,210 (R al cuadrado ajustada = -,053)

**Anexo 42.** Análisis de varianza de la tasa de crecimiento relativo de la longitud (g/día).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: tasa de crecimiento relativo %/día

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,060 <sup>a</sup>	2	,030	3,000	,125
Intersección	7,290	1	7,290	729,000	,000
Trat	,060	2	,030	3,000	,125
Error	,060	6	,010		
Total	7,410	9			
Total corregido	,120	8			

a. R al cuadrado = .500 (R al cuadrado ajustada = .333)

**Anexo 53.** Análisis de varianza de la tasa de crecimiento específico en peso (%/día).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: tasa de crecimiento específico %/día

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,088 <sup>a</sup>	2	,044	,973	,430
Intersección	57,256	1	57,256	1265,528	,000
Trat	,088	2	,044	,973	,430
Error	,271	6	,045		
Total	57,616	9			
Total corregido	,360	8			

a. R al cuadrado = .245 (R al cuadrado ajustada = -.007)

**Anexo 64.** Análisis de varianza de la tasa de crecimiento específico en longitud (%/día).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: tasa de crecimiento específico %/día

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,016 <sup>a</sup>	2	,008	3,500	,098
Intersección	4,271	1	4,271	1922,000	,000
Trat	,016	2	,008	3,500	,098
Error	,013	6	,002		
Total	4,300	9			
Total corregido	,029	8			

a. R al cuadrado = .538 (R al cuadrado ajustada = .385)

## Anexo 75. Análisis de varianza de la Supervivencia

### Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: supervivencia %

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	266,667 <sup>a</sup>	2	133,333	6,000	,037
Intersección	78400,000	1	78400,000	3528,000	,000
Trat	266,667	2	133,333	6,000	,037
Error	133,333	6	22,222		
Total	78800,000	9			
Total corregido	400,000	8			

a. R al cuadrado = .667 (R al cuadrado ajustada = .556)

## Anexo 86. Análisis de varianza de la Factor de conversión alimenticia.

### Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: factor de conversión alimenticia

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,680 <sup>a</sup>	2	,840	28,000	,001
Intersección	43,560	1	43,560	1452,000	,000
Trat	1,680	2	,840	28,000	,001
Error	,180	6	,030		
Total	45,420	9			
Total corregido	1,860	8			

a. R al cuadrado = .903 (R al cuadrado ajustada = .871)

## X. Iconografía



**Fotos 1.** Instalación de las bandejas de 110 litros.



**Fotos 2.** Evaluaciones de peso y talla.



**Fotos 3.** Peces listo para su evaluación y pesando los insumos.



**Foto 4.** Máquinas para la preparación del alimento y alimento preparado.



**Foto 5.** Pesando la ración diaria y placas Petri con las raciones para cada tratamiento.