

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS PECUARIAS**  
**MENCIÓN ACUICULTURA**



**“INCLUSIÓN DE HARINA DE LEVADURA DE CERVECERÍA  
(*Saccharomyces cerevisiae*) EN DIETAS DE ALEVINOS DE  
PACO (*Piaractus brachypomus*) CRIADOS BAJO CONDICIONES  
CONTROLADAS EN PUCALLPA”**

**Tesis**

**Para optar el grado académico de**

**MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS**  
**MENCIÓN ACUICULTURA**

**LUIS ANGEL PABLO CAPUÑAY BENITES**

**Tingo María – Perú**

**2019**



**TM**  
**CPE**

**Capuñay Benites, Luis Angel Pablo**

“Inclusión de harina de levadura de cervecería (*Saccharomyces cerevisiae*) en dietas de alevinos de Paco (*Piaractus brachipomus*) criados bajo condiciones controladas en Pucallpa”

55 páginas; 10 cuadros; 00 figuras.; 75 ref.; 30 cm.

Tesis (Maestro en Ciencias Pecuarias, Mención: Acuicultura) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Escuela de Posgrado.

- |                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| <b>1. INCLUSIÓN</b> | <b>2. LEVADURA DE CERVECERÍA</b> |
| <b>3. ALEVINOS</b>  | <b>4. ÍNDICES HEMATOLÓGICOS</b>  |



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DIRECCION**



Av. Universitaria s/n .Telefax (062) 561070-E-mail: [posgrado@unas.edu.pe](mailto:posgrado@unas.edu.pe)

*"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"*

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

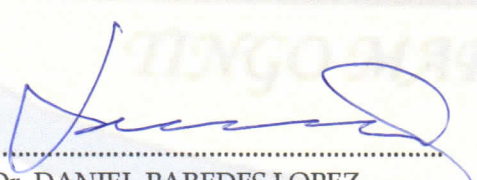
En la ciudad universitaria, siendo las 6:00 p.m., del día miércoles 17 de enero del 2018, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:


**"INCLUSIÓN DE HARINA DE LEVADURA DE CERVECERÍA EN DIETAS DE ALEVINOS DE PACO (*Piaractus brachypomus*) CRIADOS BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN PUCALLPA".**

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias Pecuarias, mención Acuicultura, **LUIS ANGEL PABLO CAPUÑAY BENITES.**

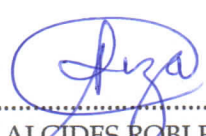
Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** Con el calificativo de **MUY BUENO.**

Acto seguido, a horas 7:45p.m., el Presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

  
.....  
Dr. DANIEL PAREDES LOPEZ  
Presidente del Jurado

  
.....  
M.Sc. JUAN LAO GONZÁLES  
Miembro del Jurado

  
.....  
M.Sc. TULITA ALEGRÍA GUEVARA  
Miembro del Jurado

  
.....  
Dr. RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE  
Miembro del Jurado - Asesor

## **DEDICATORIA**

A Dios que está siempre presente en cada decisión que tomo en esta vida.

A mis padres, ANGEL y MARIA, que están en el cielo guiándome los pasos y las decisiones en el caminar de esta vida.

A mis hermanos, MARIO y JUAN, por su constante apoyo emocional por lo cual estaré infinitamente agradecido.

A mis hijos, que en todo momento fueron mi inspiración para seguir luchando por mi superación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a las instituciones y personas que han colaborado para la culminación del presente trabajo de investigación:

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme brindado la oportunidad de superarme en un grado más de mi carrera profesional.

Al Dr. Rizal Robles Huaynate, por asesorarme hasta la conclusión definitiva de esta importante investigación.

A la Fundación FUDECRAAP (Fundación para el Desarrollo y la Conservación de los Recursos Acuícolas en la Amazonia Peruana), liderada por Ing. Pesq. Luis Huerto Milla y el Tec. Teófilo Tapullima, por brindarme desinteresadamente las instalaciones de su laboratorio de reproducción de peces.

Al Med. Vet. Víctor Fernández Delgado, Ing. Percy Siles Gama, por contribuir en el proceso de redacción de este trabajo de investigación.

De igual manera al Ing. Aron Tapullima Nicoliche y Cindy Tapullima Nicoliche y a Shirley Espichan, por el constante apoyo durante la ejecución del trabajo de investigación.

Asimismo, a todas las personas que han contribuido de una u otra manera en la culminación del presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes.....	3
2.2. Paco ( <i>Piaractus brachipomus</i> ).....	7
2.2.1. Generalidades.....	7
2.2.2. Alimentación de peces amazónicos.....	8
2.3. La levadura de cervecería.....	9
2.3.1. La importancia de la levadura.....	10
2.4. Importancia del análisis hematológico.....	12
2.5. Calidad de agua.....	13
2.5.1. Temperatura.....	14
2.5.2. pH.....	14
2.5.3. Oxígeno disuelto.....	15
2.5.4. Alcalinidad y dureza.....	15
2.5.5. Compuestos nitrogenados, nitritos, nitratos y amonio).....	15
2.5.6. Nitrógeno amoniacal.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Ubicación y duración del experimento.....	17
3.2. Ecología y clima.....	17
3.3. Instalaciones, equipos y materiales.....	18
3.3.1. Evaluaciones del agua de las artesas.....	18
3.4. Insumo en estudio.....	18
3.5. Dietas experimentales y alimentación.....	18
3.6. Peces experimentales.....	19
3.7. Sanidad.....	21
3.8. Tratamientos en estudio.....	21
3.9. Diseño y análisis estadístico.....	21
3.10. Variables evaluadas.....	21

3.11. Metodología.....	22
3.11.1. Índices biométricos.....	22
3.11.2. Índices hematológicos.....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1. Índices biométricos.....	24
4.1.1. Ganancia diaria de peso.....	24
4.1.2. Consumo diario de alimento.....	25
4.1.3. Conversión alimenticia.....	25
4.1.4. Incremento diario de longitud.....	27
4.1.5. Factor de condición.....	28
4.1.6. Biomasa.....	28
4.2. Índices hematológicos.....	30
4.2.1. Factor: Inclusión de harina de levadura de cervecería.....	32
4.2.2. Factor: Edad.....	32
4.3. Parámetros de calidad de agua.....	36
V. CONCLUSIONES.....	38
VI. RECOMENDACIONES.....	39
ABSTRACT.....	40
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
IX. ANEXO.....	50

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Requerimientos nutricionales de alevinos de <i>Piaractus brachipomus</i> .....	8
2. Datos de condiciones climáticas de febrero a abril de 2016.....	17
3. Análisis químico proximal, energía total y minerales de harina de levadura de cervecería.....	19
4. Composición y valores nutricionales de dietas experimentales para alevinos de <i>Piaractus brachipomus</i> .....	20
5. Índices biométricos de alevinos de Paco, alimentados con dietas balanceadas incluidas con diferentes niveles de harina de levadura de cervecería.....	24
6. Incremento diario de longitud, factor de condición y productividad en biomasa de alevinos e Paco en función a tratamientos.....	27
7. Índices hematológicos de Paco ( <i>Piaractus brachipomus</i> ) en función a la inclusión de harina de levadura de cervecería y edades.....	31
8. Interacción entre el nivel de levadura y la edad de Pacos para el porcentaje de neutrófilos segmentados.....	33
9. Interacción entre el nivel de levadura y la edad de Pacos para el porcentaje de linfocitos.....	34
10. Parámetros físico químicos del agua de las artesas experimentales.....	36

## RESUMEN

Con la finalidad de aprovechar los recursos agroindustriales regionales, en la alimentación de peces, la levadura de cerveza fue identificada para la inclusión en la dieta; la levadura posee importantes cantidades de vitaminas del complejo B, proteína y polisacáridos (beta glucanos) en sus paredes, ingrediente alternativo para reemplazar a ingredientes proteicos tradicionales, además, son fuentes de moduladores prebióticos del equilibrio microbiano del tracto intestinal y el sistema inmunitario. Se evaluó los índices biométricos y hematológicos de alevinos de *Piaractus brachypomus* paco, alimentados con dietas incluidas 0%, 7.5%, 15%, 22.5% y 30% de harina de levadura de cervecería. El trabajo se realizó en las instalaciones de la Fundación para el Desarrollo y la Conservación de los Recursos Acuícolas en la Amazonía Peruana (FUDECRAAP), se utilizó 1200 alevinos de 2.43 g distribuidos en 20 estanques, se aplicó un diseño completamente al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados muestran que los diferentes niveles de incorporación de harina de levadura de cervecería en la dieta de alevinos no mostraron influencia significativa ( $p > 0.05$ ) en los parámetros de crecimiento, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión de alimento, incremento de longitud, factor de condición y biomasa ( $\text{kg/m}^3$ ), los índices hematológicos ( $p < 0.05$ ) presentaron mejores resultados de glóbulos blancos y neutrófilos con la inclusión de 7.5% y 15% de harina de levadura de cervecería. Se concluye que con la inclusión de hasta 30% de harina de cervecería no presenta diferencia estadística en los parámetros biométricos y con la inclusión de 22.5 y 30% de harina de levadura de cervecería en dieta para alevinos de *P. brachypomus* incrementa las concentraciones de linfocitos y disminuyen los neutrófilos.

Palabras clave: Inclusión, Alevinos, Levadura de cervecería, Índices hematológicos.

## I. INTRODUCCIÓN

En el año 1970, el consumo per cápita de pescado a nivel mundial fue de 0.7 kg/persona/año, pasando a ser 8 kg/persona/año en 2008, lo que constituye un crecimiento promedio anual de 6.6% (FAO, 2010). La Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación (FAO), proyecta que para el año 2030, la acuicultura continental será la principal fuente proveedora de pescado para la alimentación mundial; por tanto, La acuicultura continental es una alternativa de producción que puede contribuir significativamente a incrementar la oferta de mercado; sin embargo, esta actividad presenta aún un nivel de desarrollo incipiente debido al poco conocimiento de los pilares de la producción acuícola como es la alimentación y nutrición.

El sistema de producción de peces como los monogástricos, presentan grandes transformaciones, teniéndose actualmente los súper intensivos, los cuales requieren condiciones favorables para garantizar la calidad de agua y dietas alimenticias acordes; sin embargo, estos sistemas exponen a los peces presiones de estrés provocando bajos rendimientos productivos, mala calidad del agua, la aparición de enfermedades con posibles índices de mortalidad (BALCAZAR *et al.*, 2004; EL-HAROUN *et al.*, 2006; ROLLO *et al.*, 2006).

El uso de insumos regionales permite reducir los costos por alimentación que bordean entre 60% a 70% del costo total, siendo la nutrición y alimentación clave para un óptimo desarrollo de la acuicultura. La levadura de cervecería, se genera de la separación de la cerveza después de la fermentación de la malta, que contiene elevada proteína (46%) de alta digestibilidad, así como un adecuado perfil de aminoácidos esenciales (especialmente lisina y treonina) por los que constituye una buena fuente

proteica para alimento para lechones, aves jóvenes, terneros, peces y animales de compañía; también, las paredes de las levaduras contienen más del 80% entre manano-oligosacarídeos y  $\beta$ -glucanos, los cuales son carbohidratos que accionan como prebióticos que interactúan con el sistema inmune. Por tanto, el presente trabajo de investigación tiene los siguientes objetivos:

- ✓ Evaluar los índices biométricos y sanguíneos de alevinos de *Piaractus brachypomus* paco, alimentados con dietas extrusadas incluidas con 0%, 7.5%, 15%, 22.5% y 30% de harina de levadura de cervecería.
- ✓ Evaluar las características físico-químicas del agua de los estanques experimentales.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ANTECEDENTES

RUMSEY et al. (1992) estudiaron la respuesta de la trucha arco iris (*O. mykiss*) a la creciente administración de suplementos de ácido nucleico (0,6 a 4,1% de la dieta) y se observó que a medida que se produjo un aumento en la cantidad de proteína de la nutrición, ocurrió aumento ( $p < 0.05$ ) de la tasa de crecimiento y la retención de nitrógeno por los individuos; lo que demuestra la capacidad de estos peces para utilizar el nitrógeno de esta naturaleza para la síntesis y deposición de tejido de proteínas. La inclusión máxima de ácidos nucleicos se realizó mediante la administración de 50% de *S. cerevisiae* en la dieta. En el mismo estudio, los autores evaluaron el fraccionamiento de nitrógeno en el extracto derivado de la ARN de levadura y encontraron, respectivamente, 12.5; 5.4 y 5.8% para el nitrógeno total, nitrógeno total de ácidos nucleicos y aminoácidos.

De acuerdo a ORTUÑO *et al.* (2002), utilizaron raciones conteniendo 1, 5 y 10 g de levadura / dieta liofilizada kg, con el objetivo de definir la influencia de la administración de la levadura para "dorado" (*Sparus aurata* L., 166,0 ± 16, 0 g) como un estimulador del sistema inmune por medio de parámetros de las células (número de fagocitos, la respiración, la actividad de la mieloperoxidasa y leucocito citotóxico) y humoral (suero). Los resultados obtenidos con dosis de 5 o 10 gramos administrados durante cuatro semanas, con velocidad de alimentación equivalente a 1,0% del peso corporal por día mostraron mayor porcentaje de células fagocíticas y también aumenta la cantidad de bacterias (*V. anguillarum*) eliminado. Sin embargo, tan solo dos semanas después del comienzo del suministro de levadura mostraron un incremento significativo ( $P < 0.05$ ) en la actividad respiratoria de los leucocitos y la mieloperoxidasa en el tratamiento que contenía la mayor inclusión de la levadura.

Asimismo, PADUA (1996) estudió los efectos de la sustitución de la harina de pescado por la destilería de alcohol levadura seca para juveniles de paco en los aspectos metabólicos, producción y composición de la canal. La sustitución de hasta un 75% (29.88% de inclusión total en la dieta) causó ningún efecto negativo en los parámetros evaluados por un período de alimentación de hasta 87 días. El reemplazo total de la fuente de proteína animal para microbiana (39.80% en la dieta) condujo a un crecimiento reducido, cambios en la composición corporal y las altas tasas de mortalidad.

También evaluaron el efecto de sustituciones de harina de pescado por la levadura seca derivado de la producción de azúcar y alcohol en las dietas para paco OZÓRIO *et al.* (2004). En los tratamientos (0, 10, 15, 20, 30 y 40% de *S. cerevisiae* en la dieta), y se evaluaron algunos índices de rendimiento y la composición corporal ( $26.6 \pm 1.7$  g de peso inicial) alimentados por período 54 días. El reemplazo total de la levadura no causó ningún cambio en la composición corporal de *P. mesopotamicus*, excepto que el contenido de lípidos fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ) en la dieta 0%. En general, la inclusión de hasta un 30% garantiza las mejores tarifas de desempeño y la eficiencia en la utilización de proteínas de la dieta sin proporcionar efectos indeseables en la salud de los animales y la tasa de consumo de alimentos.

De acuerdo a TOVAR-RAMÍREZ *et al.* (2002) probaron los efectos de la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* y *Debaryomyces hansenii* por aspersión en la dieta microparticulada para larvas de lubina *Dicentrarchus labrax*, a una proporción de  $0.9 \text{ mL.g}^{-1}$  ( $7 \times 10^5 \text{ UFC.g}^{-1}$ ), los efectos positivos fueron evidentes cuando se observó un incremento de la maduración digestiva de larvas alimentadas con *Debaryomyces hansenii* en relación a control y aquellas alimentadas con *Saccharomyces cerevisiae*. La maduración digestiva está en función del aumento en los cocientes de actividad de diversas enzimas intestinales como la maltasa, aminopeptidasa y fosfatasa alcalina en el día 27 después de la eclosión en peces alimentados con *Debaryomyces hansenii*. Por otro lado, LARA-FLORES *et al.* (2010a). Evaluaron el efecto de la inclusión de

dos tipos de Probióticos, una mezcla de dos Bacterias (*Streptococcus faecium* y *Lactobacillus acidophilus*) y una Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), en el crecimiento y la actividad enzimática intestinal en tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Tres dietas fueron formuladas con 40% de proteína para alevines de tilapia: Uno fue suplementado en 0.1% con una mezcla bacteriana conteniendo *Streptococcus faecium* y *Lactobacillus acidophilus*; Un segundo fue suplementado en 0.1% con la levadura *Saccharomyces cerevisiae*; y una tercera parte fue complementada con una dieta control sin suplementos. Dos dietas adicionales fueron formuladas con 27% de proteína para servir de un factor estresante. Fueron suplementadas en 0.1% con ya sea la mezcla bacteriana o la levadura. La alimentación con estas dietas fue para 9 semanas, las tilapias se alojaron en tanques 20 L., en dos densidades: Una densidad alta de 20 peces por tanque como un factor estresante; y una densidad baja de 10 peces por tanque. Cada semana un organismo fue seleccionado de cada tanque para los análisis enzimáticos de fosfatasa alcalina, disacaridasa y peptidasa.

Los resultados de esta investigación indican que la dieta con Inclusión de Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en una dieta de 40% de proteína bruta y a una densidad de 10 peces/20 L (Y40/10) produjo mejor crecimiento significativamente mayor a los demás tratamientos ( $p < 0.05$ ) y todas las dietas suplementadas con levadura mostraron mejores resultados que aquellas con mezcla microbiana y el control. Los peces alimentados con las dietas CON40/10 y CON40/20 resultaron con la menor supervivencia, con valores significativamente diferentes a los obtenidos con las dietas suplementadas con probióticos ( $p < 0.05$ ). También, la mejor tasa de conversión alimenticia fue registrada con las dietas Y40/20, Y40/10, Y27/20 y ALL27/20. En general, los peces alimentados con las dietas suplementadas con la levadura mostraron mejor eficiencia alimenticia que los alimentadas con las dietas con mezcla bacteriana.

Los resultados de la actividad enzimática en las dietas suplementadas con la levadura, el contenido de la fosfatasa alcalina se incrementó durante el experimento con diferencia estadística con los otros tratamientos ( $p < 0.05$ ). El valor más alto se observó en el tratamiento Y40/10. Todos los tratamientos suplementados con microorganismos presentaron valores más altos de disacaridasa que los controles. Los valores más altos se observaron en las dietas con levadura ( $p < 0.05$ ). La actividad peptidasa presentó una disminución exponencial en todas las dietas sin diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ).

Los autores de este estudio llegan a concluir que la adición de 0.1% ( $1 \times 10^6$  UFC/g) de probióticos en dietas para crías de tilapia mejora el crecimiento del animal y mitiga los efectos de los factores de estrés. Las dos cepas bacterianas utilizadas en este estudio fueron efectivas para estimular el aprovechamiento del alimento por los peces, sin embargo, la levadura produjo mejores resultados, manifestándose como la mejor opción para optimizar el crecimiento y utilización del alimento en cultivos intensivos de tilapia. Este estudio también demostró que la utilización del alimento fue mayor en las crías de tilapia alimentadas con dietas suplementadas con levadura, ocasionando que los nutrientes fueran usados más eficientemente para crecimiento y energía.

Estudios realizados por LARA-FLORES *et al.* (2010b) tuvieron con objetivo determinar el nivel óptimo de inclusión de una levadura probiótica (*Saccharomyces cerevisiae*) como promotor de crecimiento para tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Asimismo, se elaboraron once dietas isoproteicas (40% de proteína), isolipídicas (12% de grasa) e isocalóricas (420 kcal/100 g). Se probaron cinco concentraciones de levadura: 0.03% ( $3 \times 10^7$  UFC/g alimento), 0.07% ( $7 \times 10^7$  UFC/g), 0.1% ( $1 \times 10^8$  UFC/g), 0.15% ( $1.5 \times 10^8$  UFC/g) y 0.2% ( $2 \times 10^8$  UFC/g). Para cada concentración se incluyeron dietas con levadura activada (LA) por treinta minutos en agua destilada y levadura no activada (LNA), teniendo, por lo tanto, un total de 10 dietas experimentales y un control sin levadura. La alimentación fue de 10 semanas. En los resultados de este

estudio se observó que la inclusión de la levadura en las dietas afectó el crecimiento de los peces; pero, no se encontraron diferencias entre los distintos tratamientos ( $p > 0.05$ ). Las dietas con levadura no activada (LNA07 y LNA1.5) presentaron un mejor crecimiento con respecto al control.

No hubo diferencias estadísticas en la tasa de conversión alimenticia entre los tratamientos, obteniéndose los mejores resultados con los mayores niveles de inclusión del probiótico (LA1.5, LA2, LNA1.5 y LNA2). LARA-FLORES *et al.* (2010b) concluyen indicando que la levadura influyó en los parámetros de crecimiento de los peces, pero no se presentaron diferencias significativas con respecto al control; sin embargo, los resultados mostraron que las dietas LNA07 y LNA1.5 dieron lugar a mejores respuestas, lo que indica que la inclusión de la levadura no activada tiene efectos positivos sobre el desempeño de los animales.

## 2.2. PACO (*Piaractus brachypomus*)

### 2.2.1. GENERALIDADES

El paco, tiene la misma distribución geográfica que la gamitana en la que comparten hábitat y nicho ecológico, tiene una mancha negra “un ojo” sobre el opérculo óseo. Se parecen a las pirañas más feroces, los mismos hábitos reproductivos, aunque alcanza su madurez sexual al tercer año con un peso de 2.5 a 3.0 kg llega a madurar en cautiverio, pero no desova (inducción hormonal).

Durante su reproducción aparece un color rojo intenso en la parte pectoral (similar al de las pirañas), se diferencia también de la gamitana en su menor altura y por poseer una espina en la base de la aleta dorsal la que es relativamente corta. Es omnívoro, prefiriendo frutas y semillas que caen al agua acepta con facilidad el alimento artificial, en la época de sequía se alimenta de insectos pequeños, moluscos y crustáceos, en condiciones de cultivo en 10 meses de crianza puede alcanzar 0.8 kg. A más dependiendo de la densidad de siembra, es una especie que soporta al manipuleo en cultivo. Esta especie al

igual que la gamitana requiere de administración de hormonas para el desove en ambientes controlados.

Cada hembra produce 100,000 óvulos /kg de peso. Tiene el mismo comportamiento reproductivo que la gamitana, se reproduce al inicio de la creciente de los ríos entre los meses de octubre a diciembre, pudiendo prolongarse hasta marzo. Se utiliza en el consumo humano, tanto al estado fresco como seco salado, su contenido de proteína es de 17.7%, tiene menos espinas que la gamitana y su filete representa el 40.10%.

### 2.2.2. ALIMENTACIÓN DE PECES AMAZÓNICOS

Como la alimentación es una de las operaciones más caras de la piscicultura, es muy importante saber si el alimento fue usado por el pez. Por lo tanto, se recomienda llevar un adecuado registro diario de los alimentos empleados. Por lo general, los peces crecen mejor cuando son alimentados con dietas que contienen entre 20% a 30% de proteína, 7% a 10% de esta proteína debe provenir de fuentes animales. En estanques donde el alimento natural es abundante y los peces son sembrados a bajas densidades, es preferible utilizar alimentos con un 20% a 25% de proteína (IIAP, 2006).

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales de alevinos de *Piaractus brachipomus*

Nutrientes	Unidad	Valores
Proteína total	%	30.00
Energía digestible	kcal/kg	3000 a 3100
Lisina total	%	2.27
Metionina total	%	0.78
Calcio	%	1.20
Fósforo disponible	%	0.70

Fuente: VÁSQUEZ –TORRES (2004).

Es conveniente alimentar a la gamitana, y el paco con alimento propio para peces, aunque en época de emergencia puede usarse otros

alimentos como concentrados comerciales para cerdos, pollos, etc., procurando que estos alimentos tengan al menos un 20% de proteína (IIAP, 2006). Se recomienda, según su desarrollo, los siguientes porcentajes de proteína.

### 2.3. LA LEVADURA DE CERVECERÍA

La levadura de cervecería es un coproducto deshidratado de alta calidad, cuyo principal destino es la alimentación humana. Procede de la separación de la cerveza después de la fermentación de la malta. Una vez finalizada la fermentación, las levaduras son aisladas por centrifugación y secadas por atomización mediante el proceso conocido como "spray-dried".

Puede comercializarse también en forma húmeda y prensada, en cuyo caso las levaduras mantienen todavía su actividad biológica. Las levaduras tienen un elevado contenido en proteína (46%) de alta digestibilidad, así como un adecuado perfil de aminoácidos esenciales (especialmente lisina y treonina), por lo que constituye una buena fuente proteica para piensos de lechones, aves jóvenes, terneros lactantes, acuicultura y animales de compañía. Tiene un contenido apreciable en fibra soluble, así como pequeñas cantidades de FND, almidón y azúcares como residuos del grano de cebada fermentado. Es una buena fuente de vitaminas del grupo B, en especial biotina y ácido fólico, y tiene un elevado contenido en fósforo, pero bajo en calcio.

A pesar de su sabor amargo, por la presencia de restos de lúpulo, la levadura tiene una elevada palatabilidad en todas las especies. Se ha descrito que la adición de levaduras vivas a la ración de vacas de leche promueve el crecimiento de bacterias fibrolíticas y la digestión de la fibra, reduce la concentración ruminal de lactato (y ayuda a controlar el pH) y estimula el consumo de materia seca, especialmente en animales de alta producción.

Algunos autores les atribuyen un potencial efecto probiótico en monogástricos jóvenes que podría estar relacionado con la presencia (5%) de

manano-oligosacáridos (MOS) en este ingrediente, localizados en la pared celular de la levadura. La levadura de cerveza es un fermento que procede de la descomposición del gluten contenido en la cebada, está constituida por un hongo conocido con el nombre de *Sacharomyces*. Esta levadura es considerada el cultivo más antiguo realizado por el hombre, que da nacimiento a la biotecnología y tiene gran importancia por su valor alimenticio intrínseco (AVILÉS et al., 2005).

### 2.3.1. LA IMPORTANCIA DE LA LEVADURA

La levadura es un hongo unicelular ampliamente utilizado en la alimentación animal, industrial y de procesos biotecnológicos. Una forma se encuentra levadura seca (*Saccharomyces cerevisiae*), residuos de la industria del etanol generado a partir del proceso de fermentación de etanol, después de la centrifugación y secado procesos bajo condiciones definidas. La obtención de la recuperación de la levadura puede ser realizada por tres formas: Sangrado de levadura leche, y fondos de cubas vinaza, y la composición química puede variar de acuerdo con el tipo de sustrato utilizado, el grado de aireación del medio, las especies de levadura, tratamientos aplicados al medio de cultivo y la concentración de sales (BUTOLO, 2002).

El proceso de obtención del producto final (levadura seca) puede también conducir a cambios en su valor nutricional. El secado de la biomasa puede ser efectuada por medio de dos procesos: (a) convertir rollos, el principio del método se basa en la superficie de contacto de la levadura en crema caliente (200 °C) y (b) "Spray-secadora" utilizando la combinación de la atomización de la leche en pequeñas partículas en contacto con el aire de secado caliente causando instantáneamente (MOREIRA et al., 2000). El tiempo de secado más corto y temperatura empleada en este último proceso implica mejorar el valor nutritivo de la levadura seca en comparación con el rodillo giratorio (FARIA et al., 2000).

Para 1000 L de alcohol etílico producido, se generan de 20 a 30 kg de levadura seca (BUTOLO, 2002). Considerada como la producción anual de alcohol en mil millones de L (AGRIANUAL, 2005) se pueden deducir conseguir alrededor de 375 mil toneladas de secado *S. cerevisiae*, al nivel actual de la producción en este sector.

Según las estimaciones que se presentan en AGRIANUAL (2005), se estima que se espera que la temporada 2013/14 para generar la producción de alrededor de 28 mil millones L de alcohol, la duplicación de la producción de este tipo de residuos. Además del sector de etanol en otras dos importantes industrias productoras de levadura en sus líneas de procesamiento: Brewer y la panadería, tanto en comparación con el potencial más bajo que el primer sector (OZÓRIO *et al.*, 2004) generación residual.

Según MARQUES *et al.* (1998), las ventajas en el uso de la levadura en la alimentación animal son: (a) la tasa de crecimiento rápido de la biomasa; (B) alta concentración de proteínas, (c) amplia variedad de sustratos, incluyendo residuos industriales, que pueden ser considerados como posibles fuentes productoras microorganismo, (d) hizo posible la producción con facilidad, independientemente de las condiciones meteorológicas, el uso eficiente del agua y espacio físico y (e) la viabilidad de la aplicación de técnicas de la biotecnología que pueden permitir cambios estructurales y fisiológicos con el fin de acomodar el uso de estos organismos para una función de uso particular.

En la práctica, el uso de la levadura *S. cerevisiae* en la formulación de dietas para diferentes especies animales, incluyendo los organismos acuáticos, se produce más a menudo debido a su alto valor nutritivo: 43% de proteína cruda con altos niveles de aminoácidos esenciales (lisina 3.5% y 3.5% treonina) 3000 kcal/kg de energía disponible, 0.8% de fósforo y como una fuente de vitaminas solubles en agua (BACCARIN y PEZZATO, 2001; OZÓRIO *et al.*, 2004).

#### 2.4. IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS HEMATOLÓGICO

El paco (*Piaractus brachipomus*), es un pez de rápido crecimiento, gran rusticidad y variados hábitos alimenticios. El conocimiento del comportamiento de las células sanguíneas en esta especie da una visión general sobre implementar la sustitución de la dieta convencional con la adición de ensilaje en las diferentes etapas de desarrollo, con el ánimo de minimizar los costos y aumentar la producción, sin que llegue a afectar su condición fisiológica.

La sangre es considerada como tejido conectivo especializado compuesto por elementos figurados, eritrocitos, leucocitos y plaquetas, las células eritrocitarias representan el mayor porcentaje del volumen sanguíneo y son los transportadores primarios de oxígeno de las células y de los tejidos corporales (GUYTON, 1976). En los vertebrados superiores como los mamíferos, la formación de los glóbulos blancos se limita a la médula ósea, el bazo y los ganglios linfáticos; entretanto, en los peces, los órganos como el riñón, el bazo y el timo participan en la hematopoyesis (BLAXHALL, 1970). Los esfuerzos investigativos en el paco (*Piaractus brachipomus*) han sido dirigidos a conocer sus requerimientos nutricionales y hábitos alimenticios (PARDO y SUAREZ, 1991).

Existen pocos estudios conocidos sobre el comportamiento del cuadro hemático en peces como el paco (*Piaractus brachipomus*) a partir de dietas no convencionales, estudios sobre parámetros hemáticos en peces que demuestran que las variaciones en las condiciones ambientales como la temperatura, el pH, oxígeno entre otros causan modificaciones fisiológicas en los niveles de algunos parámetros sanguíneos (VALENZUELA *et al.*, 2002); de igual manera, se ha determinado que éstos parámetros pueden estar influenciados por diversos factores como la especie, la edad, el fotoperíodo, el estado nutricional, el estado de salud y la metodología usada para su valoración (DE PEDRO *et al.*, 2004).

También son indicadores de contaminación y como indicadores fisiológicos de disfunción orgánica por estrés (VALENZUELA *et al.*, 2003); parámetros de hematocrito, hemoglobina y CHCM fueron estudiados mediante la suplementación con  $\beta$ -glucanos y ácido ascórbico sobre la respuesta inmune de la cachama blanca (*P. brachypomus*) observándose menor valor del hematocrito con respecto a los suplementados con 0.5% de  $\beta$ -glucanos y 250 ppm de ácido ascórbico; parámetros hematológicos de la cachama en ambientes de cautiverio reportan valores promedio de hematocrito y hemoglobina fueron: 24.88% y 8.30 g/dL respectivamente (VELOZA, 2003).

De acuerdo con TABARES-DIAS & MOARES (2007), la medición de variables sanguíneas permite detectar alteraciones fisiológicas y provee información que puede ser utilizada para diagnóstico y pronóstico de enfermedades en peces cultivados. Por esta razón, los procedimientos de evaluación hematológica gradualmente vienen siendo considerados una práctica rutinaria para determinar el estado de salud de peces criados bajo diferentes condiciones de cultivo. La hematología permite conocer detalles del equilibrio metabólico de peces en relación a condiciones de cultivo (CHENA *et al.*, 2003; PAVLIDIS *et al.*, 2007).

Los valores de química sanguínea son considerados indicadores válidos en la determinación del estado nutricional (ABIMORAD *et al.*, 2007) y de salud de peces cultivados (BARCELLOS *et al.*, 2003); permiten determinar condiciones normales, detectar desórdenes fisiológicos y enfermedades causadas por factores diversos (TABARES-DIAS y MATAQUIERO, 2004); la evaluación comparativa de parámetros de química sanguínea depende de la disponibilidad de valores de referencia "normales" para cada especie (MANERA y BRITTI, 2006; TAVARES-DÍAS y MORAES, 2007).

## 2.5. CALIDAD DE AGUA

BOCANEGRA (2005), señala que la calidad de agua en el cultivo de paco es un aspecto de suma importancia, que pocas veces se toma en cuenta.

La calidad del agua puede ser buena o mala si se reúne o no las condiciones adecuadas para el cultivo de estos peces, se dice que el agua es de buena calidad cuando presenta condiciones de temperatura, transparencia, oxígeno disuelto, pH y derivados nitrogenados en niveles adecuados para el normal desarrollo de los peces:

#### 2.5.1. TEMPERATURA

BOCANEGRA (2005), manifiesta que la temperatura óptima está comprendida entre 24 – 29 °C: Puede tolerar temporalmente temperaturas menores a 22 °C o mayores a 34 °C. Sin embargo, si permanecen mucho tiempo en bajo estas condiciones los peces se estresan, reducen el consumo de alimento, se tornan susceptibles a enfermedades y mueren en poco tiempo. Excepcionalmente estos peces pueden soportar hasta 36 °C pero por poco tiempo. A exposiciones prolongadas de temperaturas superiores a estas se puede presentar mortalidad de los peces, los estanques con profundidades menores de 60 centímetros tienden a calentarse rápidamente en especial cuando llega la época seca.

#### 2.5.2. POTENCIAL DE HIDRÓGENO pH

BOCANEGRA (2005), indica que el potencial hidrógeno (pH) debe estar comprendido entre 6.5 - 8.5, pero el pH óptimo es de 7.0 para que haya buena producción de plancton. Es un factor que indica el grado de acidez o alcalinidad del agua de cultivo de los peces. El agua de los aguñales o de las quebradas en la Amazonia normalmente es de color negruzca debido a su alto contenido de materia vegetal en proceso de descomposición, esta agua es acida y presenta niveles de pH de 5.5 a 6.5, pero hay que ver que la productividad de los estanques es superior cuando presenta niveles de pH cercanos al neutro, es decir, cercanos a 7 Por esta razón cuando se desea mejorar la productividad se corrige el pH del agua agregando cal al suelo cuando el estanque esta vacío. Una forma práctica de medir el p>H es usando una cinta especial que se puede conseguir en una farmacia.

### 2.5.3. OXÍGENO DISUELTO

BOCANEGRA (2005) señala que el oxígeno disuelto debe ser mayor de 4 ppm en el agua para el normal desarrollo del cultivo de peces tropicales. Habiendo peces que toleran concentraciones menores a 2 ppm, pero se afectan mucho los peces (disminuyen el consumo de alimento y se hacen más susceptibles a enfermedades).

El oxígeno disuelto es importante para el proceso de respiración de los peces en los estanques de cultivo y ésta varía a través del día, normalmente la concentración es alta durante el día y baja durante la noche debido a que es altamente influenciada por la presencia de microorganismos de origen vegetal, que cuando este es abundante transmite al agua un color verde a las aguas lo que provoca la mortalidad de los peces por deficiencia de oxígeno, el boqueo viene a ser un intento de los peces de compensar la deficiencia de oxígeno del agua, tomándola de la película superficial del agua. Cuando los niveles de oxígeno son cercanos a cero en las cachamas blancas se observa la dilatación del labio inferior hacia delante y hacia los lados, para contrarrestar esta dificultad se debe suspender la fertilización y en casos extremos se puede llegar a suspender la alimentación por una semana y si se cuenta con agua disponible se puede renovar una parte del volumen.

### 2.5.4. ALCALINIDAD Y DUREZA

BOCANEGRA (2005), menciona que la alcalinidad debe ser mayor de 20, ideal 60 mg/litro, equivalentes a carbonato de calcio, importantes en la regulación del pH, producción de fitoplancton, producción de oxígeno y turbidez adecuada para el cultivo y la dureza debe ser mayor de 20 mg/L.

### 2.5.5. COMPUESTOS NITROGENADOS (NITRITOS, NITRATOS Y AMONIO)

BOCANEGRA (2005), manifiesta que los compuestos nitrogenados son productos de las excreciones metabólicas y tóxicas para los peces. Valores de 0.1 mg/litro para nitritos y 0.01 mg. /litro de amonio indican

perturbación del ciclo normal. Los nitratos son poco tóxicos, pero en condiciones anaerobias pueden transformarse en nitritos.

#### 2.5.6. NITRÓGENO AMONICAL

BOCANEGRA (2005) manifiesta que este debe ser originado de la descomposición de la materia orgánica en general, ya sea que proceda de la fertilización de los estanques o de la acumulación de excretas o de los restos de alimentación de los peces. El nitrógeno amoniacal en el estanque de cultivo de peces, se encuentra disponible en forma ionizada y no ionizada, dependiendo del pH del agua.

Cuando se recurre a altas tasas de fertilización o de la alimentación de los peces en cultivo o cuando se asocia el cultivo de peces a la cría de cerdos, se debe medir con frecuencia el nivel del pH del agua de los estanques debido a que el aporte de excretas incrementa los derivados nitrogenados y con ello el nivel de nitrógeno amoniacal, con altos niveles de pH (> 9.5) se incrementa la forma toxica del nitrógeno amoniacal en el agua por lo cual es conveniente suspender la fertilización o alimentación y si hay agua disponible agregar al estanque en una cantidad suficiente para proporcionar el recambio de por lo menos 1/3 del volumen.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Fundación para el Desarrollo y la Conservación de los Recursos Acuícolas en la Amazonía Peruana (FUDECRAAP), Ubicado en la carretera Federico Basadre km. 8.200 m.i. int. 3 km. Geográficamente, el área está situado a 08° 24' 38,9" de latitud sur y 74° 35' 49,4" de longitud oeste a 174 m.s.n.m.

#### 3.2. ECOLOGÍA Y CLIMA

Según el Sistema Holdrige, Ucayali se clasifica como "bosque húmedo tropical" y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema "bosques tropicales semi-siempre verde estacional", cuyas condiciones climáticas promedio para la zona de Pucallpa son: temperatura máxima anual 36. 5°C, temperatura media anual 26. 9°C, temperatura mínima anual, 17. 4°C, precipitación promedio anual, 1773 mm.

A continuación, en el Cuadro 2, se muestran los datos de condiciones climáticas durante el desarrollo del experimento.

Cuadro 2. Datos de las condiciones climáticas de los meses febrero - abril del 2016

Meses	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
T° Max.	27.5	27.7	29.2	28.3
T° Min.	21.3	21.3	21.5	21.4
Oscil.	6.2	6.4	7.7	6.8
T° Media	24.4	24.5	25.4	28.8
H. R. (%)	90.4	89.3	85.7	88.5
P.p. (mm)	887.1	980.7	540.3	802.7
E.T.P. (mm)	109.3	121.7	121.8	117.6

Fuente: Estación Meteorológica - Universidad Nacional de Ucayali.

### 3.3. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES

El experimento, se realizó en un galpón de 15 m de largo x 10 m de ancho (150 m<sup>2</sup>) con piso de concreto, buen drenaje, zócalo de concreto, pared de cortinas de polipropileno, techo de calamina y con una orientación en el campo de Este a Oeste; del área total, apenas se utilizó 95.4 m<sup>2</sup>, dónde se instalaron 20 estanques de 0.6 x 1.4 x 0.45 m de ancho, largo y alto, respectivamente, cada estanque tuvo los estanques fueron de madera prensada y forrada con plástico, implementada con grifos conectadas por tubos de pvc de dos pulgadas, donde el flujo de agua fue continuo a razón de 1 L/20 minutos. Los materiales utilizados fueron: una balanza gramera, con capacidad de 1000 g y con sensibilidad de 0.1 g, un lctiómetro, una cámara fotográfica y materiales de escritorio.

#### 3.3.1. EVALUACIONES DEL AGUA DE LAS ARTESAS

Se evaluó la temperatura del agua de las artesas y el medio ambiente diariamente cada 2 horas (8:00 am; 10:00 am; 12:00 pm; 2:00 pm; 4:00 pm; 6:00 pm).

### 3.4. INSUMO EN ESTUDIO

La levadura de cervecería, fue donada por la Empresa Orujo SAC, el cual fue 20 kg en forma líquida pastosa, esta muestra fue secada en estufas de ventilación forzada a 60 °C por cuatro días y en seguida una muestra de 100 g de harina de levadura de cervecería fue enviada al Laboratorio de Nutrición Animal y otra muestra al Laboratorio de Suelos, ambas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Cuadro 3).

### 3.5. DIETAS EXPERIMENTALES Y ALIMENTACIÓN

Se formularon cinco dietas (Cuadro 4), sin y con inclusiones de 7.5%, 15%, 22.5% y 30%, de harina de levadura de cervecería, las dietas fueron isonutrientes y las recomendaciones nutricionales fueron de acuerdo a VÁSQUEZ-TORRES (2004), las mismas que se procesaron en un equipo extrusor de la marca Vulcano con diámetro de 0.3 mm, de propiedad de la

empresa Iturwill Perú Amazónico E.I.R.L. La alimentación, se realizó de acuerdo a la biomasa de cada repetición, el cual fue de 7% y la frecuencia fue 7 veces /día en el primer mes y 5 veces/día para el segundo mes de evaluación.

Cuadro 3. Análisis químico proximal, energía total y minerales de harina de levadura de cervecería

Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad
Materia seca, %	9.18	Calcio, %	0.14
Proteína total, %	27.13	Fósforo, %	0.31
Extracto etéreo, %	0.45	Sodio, %	0.005
Fibra total, %	5.92	Hierro, ppm	39.50
Materia mineral, %	5.97	Zinc, ppm	6.10
ELN, %	51.35	Manganeso, ppm	4.83
Energía total, kcal/kg	4,023		

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

### 3.6. PECES EXPERIMENTALES

Dos millares de alevinos de paco fueron adquiridos del IIAP – Pucallpa, con 30 días de edad, 2.43 g de peso vivo medio y una longitud promedio de 5.60 cm, los cuales fueron distribuidos de 60 alevinos por estanque y se mantuvieron en acostumbramiento a los estanques, al manejo y al alimento durante 20 días. Cumplido los días de adaptación, en forma al azar se eligieron 20 estanques con sus respectivos 60 alevinos, en total 1200 alevinos, las cuales fueron distribuidos en cinco tratamientos, cuatro repeticiones y cada repetición con sesenta alevinos, iniciándose el ensayo con sus respectivas dietas experimentales. Se mantuvieron una sola secuencia de manejo y alimentación de los alevinos y las evaluaciones de índices productivos se realizaron a los 0, 30 y 60 días de evaluación; entretanto, las evaluaciones de índices sanguíneos fueron a los 30 y 60 días de evaluación.

Cuadro 4. Composición y valores nutricionales de dietas experimentales para alevinos de *Piaractus brachipomus*

Insumos, %	0%	7.5%	15%	22.5%	30%
Maíz amarillo	22.67	22.80	17.69	10.98	5.75
Harina de pescado, 60%	14.72	20.11	18.00	16.36	11.32
Afrecho de trigo	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Torta de soja	35.69	24.00	23.36	24.00	25.65
Almidón	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Carbonato de calcio	0.00	0.00	0.39	0.75	1.29
Fosfato bicálcico	1.61	0.60	0.32	0.00	0.00
Sal común	0.53	0.44	0.43	0.42	0.45
Suplemento vit+min.	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Vitamina C	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
BHT	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Aceite de palma	1.20	1.04	1.33	1.63	2.06
L-Lisina, 78.2%	0.49	0.49	0.48	0.40	0.46
DL-Metionina, 99%	0.31	0.25	0.26	0.27	0.31
L-Treonina, 99%	0.24	0.21	0.20	0.16	0.18
<b>HLC<sup>1</sup></b>	<b>0.00</b>	<b>7.50</b>	<b>15.00</b>	<b>22.50</b>	<b>30.00</b>
Valores nutricionales <sup>2</sup>	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Energía digestible	3088	3118	3089	3066	3013
Proteína total, %	30.00	30.00	30.00	30.64	30.00
Fibra total, %	3.00	3.54	3.86	4.22	4.66
Grasa total, %	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Calcio, %	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Fósforo disponible, %	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Lisina total, %	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27
Metionina total, %	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78

<sup>1</sup>: Harina de levadura de cervecería, <sup>2</sup>: VÁSQUEZ-TORRES (2004).

### 3.7. SANIDAD

Antes del inicio del ensayo, el galpón y los estanques fueron lavados con detergente y desinfectados con hipoclorito de sodio al 13% y con frecuencia inter diaria se realizó la limpieza de los estanques, que consistió en el sifonado y recambio del 50% del agua de cada artesa.

### 3.8. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

T1: Dieta extrusada sin inclusión de harina de levadura de cervecería

T2: Dieta extrusada con 7.5% de inclusión de harina de levadura de cervecería

T3: Dieta extrusada con 15% de inclusión de harina de levadura de cervecería

T4: Dieta extrusada con 22.5% de inclusión de harina de levadura de cervecería

T5: Dieta extrusada con 30% de inclusión de harina de levadura de cervecería

### 3.9. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos, 4 repeticiones y 60 alevinos por repetición; Para el análisis de variancia se utilizó el software estadístico InfoStat (INFOSTAT, 2016) y los promedios de los tratamientos fueron diferenciados por el test de Student Newman Keuls, (p-valor: 0.05), cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_j + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Una observación cualquiera,  $j$  – ésima observación en el  $i$ - ésimo tratamiento en estudio.

$U$  = Media general

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento en estudio

$E_{ij}$  = Error residual.

### 3.10. VARIABLES EVALUADAS

Ganancia diaria de peso, g; consumo diario de alimento, g; conversión alimenticia, g/g; Incremento diario de longitud, cm; factor de condición, g/cm; biomasa, kg/m<sup>3</sup>, sobrevivencia, %, índices hematológicos.

### 3.11. METODOLOGÍA

#### 3.11.1. ÍNDICES BIOMÉTRICOS

**Ganancia diaria de peso.-** Esta variable se determinó restando el peso final menos el inicial dividido entre 60 días de evaluación.

**Consumo diario de alimento.-** Esta variable se determinó por la diferencia entre la cantidad de alimento ofertado para cada repetición menos los sobrantes y dividido entre 60 días de evaluación.

**Conversión alimenticia.-** Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{\text{Alimento Consumido}}{\text{Ganancia de Peso}} \times 100$$

**Incremento diario de longitud.-** Para obtener el incremento de longitud se utilizó un ictiómetro de 20 cm, esta variable se determinó restando la longitud total al final del ensayo menos la longitud inicial dividido entre los 60 días de evaluación.

**Factor de condición (FC)-** Esta variable se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$FC = \frac{\text{Peso total (g)}}{\text{Longitud total}^3(\text{cm})}$$

**Sobrevivencia.-** Esta variable se determinó en porcentaje %, de la relación de la cantidad de alevinos vivos al inicio menos la cantidad al final de la evaluación, según la siguiente fórmula:

$$\text{Supervivencia (\%)} = (\text{Peces finales} / \text{Peces iniciales}) * 100$$

#### 3.11.2. ÍNDICES HEMATOLÓGICOS

A los 30 y 60 días del ensayo de campo, se tomaron muestras de sangre de los alevinos de cada repetición, haciendo un total de 20

muestras por cada fecha de evaluación. Previo a la extracción de sangre, cada organismo fue pesado y medido su longitud. Seguidamente, se realizó un corte a nivel del pedúnculo caudal, para tomar la muestra sanguínea de la vena caudal, empleando jeringas desechables de 3 ml impregnadas con heparina sódica como anticoagulante. Estas muestras fueron depositadas en tubos de microcentrifuga con el mismo anticoagulante para las determinaciones hematológicas.

La concentración de hemoglobina (Hb) fue obtenida de acuerdo al método de la cianometahemoglobina (DRABKIN y AUSTIN, 1932), siendo la concentración de la misma expresada en g.dL-1, mientras que el hematocrito (HCTO) fue determinado por el método de microhematocrito estándar y expresado en porcentaje, según los procedimientos descritos por BLAXHALL y DAISLEY (1973).

Para la determinación de la distribución diferencial de los leucocitos (LEUC) se realizaron frotis sanguíneos por duplicado, los cuales fueron secados al aire y coloreados usando solución de Giemsa (ICSH, 1984). Una vez teñidos los frotis se realizó el recuento diferencial en microscopio óptico marca Nikon, recorriendo la preparación en sentido longitudinal, desde el extremo más grueso hasta el más fino de la lámina, contando las células observadas consecutivamente hasta un total de cien células. Los leucocitos observados fueron clasificados en linfocitos (LINF), monocitos (MONO), neutrófilos (NEU) y eosinófilos (EOSI) (BLAXHALL y DAISLEY, 1973). Los resultados se expresaron en porcentajes de células según cada población leucocitaria.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ÍNDICES BIOMÉTRICOS

En el Cuadro 5 se detallan los índices biométricos de alevinos de *Piaractus brachipomus* alimentados con dietas extrusadas incluidas con diferentes concentraciones de harina de levadura de cervecería.

Cuadro 5. Índices biométricos de alevinos de paco alimentados con dietas balanceadas incluidas con diferentes niveles de harina de levadura de cervecería

Tratamientos	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	GDP (g)	CDA (g)	CA (g/g)
0.0%	2.58	6.83	0.07	0.08	1.08
7.5%	2.50	6.69	0.07	0.07	1.02
15.0%	2.41	6.89	0.08	0.08	1.03
22.5%	2.33	6.96	0.08	0.08	1.03
30.0%	2.32	6.18	0.07	0.08	1.17
CV (%)	18.15	7.97	13.91	11.77	12.02
p-valor	0.558	0.296	0.390	0.905	0.462

GDP: Ganancia diaria de peso, CDA: Consumo diario de alimento, CA: Conversión alimenticia, GDT: Ganancia diaria en talla, K: Factor de condición, BIO: Biomasa, CV: Coeficiente de variación, n=240 alevinos.

#### 4.1.1. GANANCIA DIARIA DE PESO

La inclusión de diferentes niveles de harina de levadura de cervecería, no influenciaron ( $p > 0.05$ ) sobre la ganancia diaria de peso de alevinos de paco. Numéricamente, se observan mejor ganancia de peso en alevinos que consumieron dietas extrusadas adicionadas con 15% y 22.5% de harina de levadura de cervecería en relación a aquellos que consumieron dietas extrusadas sin y con 7.5%, y 30%. Los alevinos del tratamiento control, que

consumieron dietas sin inclusión de harina de levadura de cervecería, tuvieron 0.07 g de ganancia diaria de peso, 2.1 g de ganancia durante 30 días.

LUQUE-DÁVILA *et al.* (2015) estudiaron la alimentación de alevinos de paco con 28% de proteína durante 100 días y obtuvieron 1.03 g de ganancia diaria de peso, el cual es mayor y esta diferencia podría deberse al mayor tiempo de evaluación y a las diferentes condiciones de manejo propuesto, que en el caso del presente estudio se realizó el lavado de los tanques todos los días durante 30 días.

#### 4.1.2. CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO

La inclusión de diferentes niveles de harina de levadura de cervecería, ( $p > 0.05$ ) no influenciaron el consumo de alimento de alevinos de paco. Numéricamente, se observa, mayor consumo de alimento cada vez que se adicionó mayores niveles de harina de levadura de cervecería. Los alevinos del tratamiento control, que consumieron dietas sin inclusión de harina de levadura de cervecería, reportaron 0.08 g de consumo diario de alimento, 2.4 g de consumo durante 60 días.

LUQUE-DÁVILA *et al.* (2015), estudiaron la alimentación de alevinos de *Piaractus brachipomus* con 28% de proteína durante 100 días y reportaron 3.69 g de consumo diario de alimento, el cual es elevado y esta diferencia podría deberse al mayor tiempo de evaluación y a las diferentes condiciones de manejo alimentar propuesto, que en el caso del presente estudio se realizó a una taza del 5% de la biomasa y 5 raciones por días con intervalos de tres horas, ofreciéndose hasta la saciedad.

#### 4.1.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La inclusión de diferentes niveles de harina de levadura de cervecería, ( $p > 0.05$ ) no influenciaron la conversión alimenticia de alevinos de paco; numéricamente, se reporta eficiente y semejante conversión alimenticia para los alevinos alimentados con dietas extrusadas adicionadas sin y con 7.5%,

15% y 22.5% de harina de levadura de cervecería en relación a aquellos que consumieron dietas con 30% quienes reportaron 1.17.

Mayores niveles de inclusión de harina de levadura de cervecería acaban desmejorando la conversión alimenticia, debido posiblemente a altos niveles de fibra y al efecto negativo que pueden causar los  $\beta$ -glucanos y manano-oligosacáridos, sobre el sistema inmune, generando aguda activación del sistema inmune y, por lo tanto, el organismo responde con mayor gasto energético y proteico para su defensa.

Esta afirmación es corroborada por OZÓRIO *et al.* (2012) estudiaron la inclusión de 0%, 10%, 15%, 20%, 30% y 40% de levadura de cerveza en dietas de juveniles de tilapia, dónde observaron que a partir de 15% de inclusión el comportamiento productivo de la tilapia mostró una tendencia lineal negativa. También, PERDOMO *et al.* (2004) comentan que la digestibilidad de la pared celular de la levadura de cervecería es inferior ( $p < 0.05$ ) a levadura integral y extracto de levadura (sin pared celular).

También, PRASAD *et al.* (2013) estudiaron la suplementación de levadura de cerveza como promotor de crecimiento en dietas del camarón gigante de malasia *Macrobrachium rosenbergii*, y los resultados indican que la dosis ideal es de 0.5%, sobre la mejora de los índices productivos, pero la sobrevivencia no fue influenciada por la suplementación.

LUQUE-DÁVILA *et al.* (2015) estudiaron la alimentación de alevinos de *Piaractus brachipomus* con dietas conteniendo 28% de proteína durante 100 días y reportaron 3.66 de conversión alimenticia, el cual es elevado y esta diferencia podría deberse al mayor tiempo de evaluación y a las diferentes condiciones de manejo alimentar propuesto.

También, BAUTISTA *et al.* (2005) estudiaron la alimentación de alevinos de híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomus* (6

g de peso inicial), con diferentes inclusiones de ensilado de cáscara de café durante 84 días y obtuvieron 3.5 de conversión alimenticia. Entretanto, MORILLO *et al.* (2013), estudiaron la alimentación de alevinos de *Colossoma macropomum* (0.82 g de peso vivo) con diferentes fuentes de proteína durante 32 días y reportaron 0.25 g de ganancia diaria de peso, 0.26 de consumo diario de alimento y 1.04 de conversión alimenticia.

KOCHENBORGER *et al.* (2000) tuvo resultados de 1.44 y 1.19 de conversión alimenticia en un experimento a base de afrecho de arroz, lo cual, al compararlo con el trabajo de investigación a base de levadura, se tiene valores similares. En el Cuadro 6 se detallan las variables biométricas de alevinos de paco alimentados con dietas extrusadas incluidas con 0%, 7.5%, 15%, 22.5% y 30% de harina de levadura de cervecería.

Cuadro 6. Incremento diario de longitud, factor de condición y productividad en biomasa en kg/m<sup>3</sup> de alevinos de paco en función a tratamientos

Tratamientos	Longitud Inicial (cm)	Longitud Final (cm)	GDL (cm)	K	BIO (kg/m <sup>3</sup> )
0.0 %	5.82	8.94	0.05	0.76	1.42
7.5 %	5.65	8.78	0.05	0.77	1.39
15.0 %	5.29	9.02	0.06	0.76	1.43
22.5 %	5.70	9.12	0.06	0.76	1.44
30.0 %	5.52	9.09	0.06	0.68	1.28
CV (%)	10.13	8.10	15.73	6.52	7.99
p-valor	0.725	0.964	0.828	0.131	0.294

GDP: Ganancia diaria de peso, CDA: Consumo diario de alimento, CA: Conversión alimenticia, GDT: Ganancia diaria en talla, K: Factor de condición, BIO: Biomasa, CV: Coeficiente de variación, n: 240 alevinos.

#### 4.1.4. INCREMENTO DIARIO DE LONGITUD

La inclusión de diferentes niveles de harina de levadura de cervecería ( $p > 0.05$ ) no influenciaron el incremento diario de longitud de alevinos de paco. Numéricamente, se observan mayor incremento de longitud

en alevinos que consumieron dietas adicionadas con mayores niveles de harina de levadura de cervecería.

Los alevinos del tratamiento control, que consumieron dietas sin inclusión de harina de levadura de cervecería, reportaron 0.05 cm de incremento diario de longitud, tres cm de incremento durante 60 días; estos resultados son semejantes a los reportados por BAUTISTA *et al.* (2005) quienes estudiaron la alimentación de alevinos de híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* (5.61 cm de longitud inicial), con diferentes inclusiones de ensilado de cáscara de café durante 84 días y obtuvieron 0.055 mm de incremento diario en longitud.

#### 4.1.5. FACTOR DE CONDICIÓN

La inclusión de diferentes niveles de harina de levadura de cervecería ( $p > 0.05$ ) no influenciaron el factor de condición de alevinos de paco. Numéricamente, se observan semejante factor de condición en todos los tratamientos, con excepción para los alevinos que consumieron dietas extrusadas adicionadas con 30% de harina de levadura de cervecería, los cuales reportaron 0.68. Los alevinos del tratamiento control, que consumieron dietas sin inclusión de harina de levadura de cervecería, reportaron 0.76 de factor de condición.

Estos resultados son semejantes a los reportados por FELIPA *et al.* (2016) quienes estudiaron la estimación del factor de condición de alevinos de *Colossoma macropomum* de diferentes pesos y longitudes, obteniendo 0.43 de factor de condición, para alevinos de 5.69 cm de longitud y 2.42 g de peso vivo. El factor de condición es estimado para conocer el periodo en el que la especie alcanza su grado máximo de bienestar o robustez.

#### 4.1.6. BIOMASA

La inclusión de diferentes niveles de harina de levadura de cervecería, ( $p > 0.05$ ) no influenciaron la productividad en biomasa  $\text{kg/m}^3$  de

alevinos de paco. Numéricamente, se observan semejante productividad en biomasa en todos los tratamientos, con excepción de alevinos que consumieron dietas extrusadas adicionadas con 30% de harina de levadura de cervecería, los cuales reportaron apenas 1.28 kg/m<sup>3</sup> de productividad en biomasa. Los alevinos del tratamiento control, que consumieron dietas sin inclusión de harina de levadura de cervecería, reportaron 1.42 kg/m<sup>3</sup> de productividad en biomasa.

POLEO *et al.* (2011) estudiaron las variables de densidad y biomasa de *P. brachypomus* cultivados en dos sistemas de estanques con cero recambios y con recirculación durante 192 días, donde finalizaron los peces con pesos de 449 g y la productividad fue de 12.9 y 12.1 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente, para ambos sistemas, los cuales son diferentes a los resultados del presente estudio, posiblemente al tamaño del pez y a los sistemas de los estanques utilizados. El uso de harina de levadura de cervecería en cantidades reducidas, mejora los índices productivos (RUMSEY *et al.*, 1991, OLIVA-TELES *et al.*, 2001 y CRAIG y MC LEAN, 2006) y la respuesta inmune no específica (YOSHIDA *et al.*, 1995) en una variedad de especies de peces. La levadura es una fuente atractiva de proteínas y polisacáridos no amiláceos, incluyendo el  $\beta$ -1,3 glucano, donde en altas concentraciones podría jugar un rol preponderante como factores antinutricionales.

En aves los  $\beta$ -glucanos pueden afectar la absorción de nutrientes, posiblemente por el incremento de la viscosidad (BEDFORD y CLASSEN, 1992); además, altas concentraciones en ácidos nucleicos pueden afectar el metabolismo de nutrientes en humanos y en animales monogástricos (SCHULZ y OSLAGE, 1976). También, OLIVA-TELES & GONÇALVES (2001) Y OZÓRIO *et al.* (2010) reportaron que el reemplazo de harina de pescado por levadura de cerveza en un 50% de su proteína, en dietas de *Dicentrarchus labrax* y *Piaractus brachipomus*, respectivamente, no causaron efectos negativos sobre los índices productivos. También, LARA-FLORES *et al.* (2003) observaron que un 40% de inclusión de levadura de cervecería ofreció positivos efectos en los índices productivos de tilapias.

También, JIN (2013) estudió la digestibilidad y la caracterización de enzimas digestivas del bagre y de la tilapia, dónde concluyeron que la digestibilidad es alta en la tilapia comparado al bagre, sin embargo, la harina de levadura de cervecería, no sería una alternativa de fuente proteica para la tilapia en reemplazo de la harina de pescado en 100%, debido a que la digestibilidad de la proteína de la levadura es apenas un 50%; pero, económicamente la levadura es utilizada en dietas de peces. Los resultados del estudio indican que la adicción del 30% de harina de levadura de cervecería, no influencio en los parámetros de productividad. El uso de harina de levadura de cervecería como probiótico en la dieta para alevinos de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no influenció en el desempeño productivo y la sobrevivencia en el sistema de cultivo (MEURER *et al.*, 2007). De la misma forma como ocurre con el desempeño de alevinos de paco del presente estudio, alimentados con dieta incluida con levadura de cervecería.

De acuerdo con CORNELIO (2009), los probióticos (levadura y bacteria) pueden ser utilizados como suplementos efectivos para la ganancia de peso y la mejor conversión alimenticia, asimismo como para el incremento de la resistencia a la infección por patógenos en tilapia; de esta manera, podrían ser los probióticos considerados como alternativa para el uso de antibióticos. La suplementación de levadura, con adición de 1.3% a 1.6%, proporciona mejor coeficiente de digestibilidad de raciones experimentales para tilapia, mejorando el desempeño productivo (HISANO *et al.*, 2007). En los resultados observados en el estudio la adición de 30% de levadura de cervecería en la dieta, no fue ( $p>0.05$ ) significativo con el tratamiento control, por lo que, para disminuir costos de producción, podría ser utilizado en la dieta de alevinos de paco.

#### 4.2. ÍNDICES HEMATOLÓGICOS

En el Cuadro 7 se detallan los índices hematológicos de alevinos de paco en función a los tratamientos edades de alevinos de paco. También, se reporta las interacciones entre las dos variables, las cuales se desdoblaron para cada factor (Cuadros 8 y 9).

Cuadro 7. Índices hematológicos de pacos (*Piaractus brachipomus*) en función a la inclusión de harina de levadura de cervecería y edades

Factores	RGB	RGR	Hematocrito	Hemoglobina	Neutrófilos	Linfocitos
	10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>	%	mg/dL	segmentados, %	%
Inclusión de levadura	0.013	0.084	0.099	0.077	0.001	0.001
Edad	0.368	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Inclusión de levadura x Edad <sup>2</sup>	0.233	0.219	0.145	0.150	0.001	0.001
Coeficiente de variación (%)	41.16	14.02	14.05	12.48	16.83	11.79
Nivel de Inclusión de harina de levadura de cervecería						
0.0%	0.948 a	4.046	30.50	9.97	47.50 a	52.50 b
7.5%	0.750 ab	3.696	28.13	9.53	51.00 a	19.00 b
15.0%	0.563 ab	4.018	30.63	10.20	51.88 a	49.00 b
22.5%	0.594 ab	3.779	28.88	9.84	17.63 b	82.38 a
30.0%	0.469 b	3.350	25.50	8.54	19.00 b	81.00 a
Edad en días						
30 días	0.704	3.374 b	25.70 b	8.67 b	57.25 a	42.75 b
60 días	0.625	4.182 a	31.75 a	10.56 a	17.55 b	82.80 a

<sup>ab</sup> Promedios seguidos de la misma letra en cada columna no difieren entre sí por el teste de SNK ( $P > 0,05$ ). Las variables Neutrófilos segmentados y Linfocitos fueron transformados por la el  $\arcsen (\%)^{1/2}$ , <sup>2</sup>Interacción de los factores.

#### 4.2.1. FACTOR: INCLUSIÓN DE HARINA DE LEVADURA DE CERVECERÍA

La inclusión de diferentes niveles de harina de levadura de cerveza, ( $p < 0.05$ ) influenciaron el RGB, los neutrófilos segmentados y los linfocitos; sin embargo, el RGR, hematocrito y hemoglobina no fueron ( $p > 0.05$ ) influenciados. Las concentraciones de RGB y neutrófilos, se reducen conforme se incrementa la harina de levadura de cerveza. Sin embargo, las concentraciones de linfocitos se mantienen semejantes para los alevinos que consumieron dietas extrusadas incluidas con 0%, 7.5% y 15% de harina de levadura de cerveza; pero, cuando los alevinos consumieron dietas extrusadas con altos niveles de inclusión de harina de levadura de cerveza 22.5% y 30%, las concentraciones de linfocitos aumentaron ( $p < 0.05$ ).

Los resultados indican que los componentes de la harina de levadura de cerveza como es la pared celular está compuesta por  $\beta$ -glucanos y manano-oligosacáridos que tienen una influencia importante en la colonización de bacterias patógenas en el intestino delgado y también promueven el crecimiento de los macrófagos, activando el sistema inmune de los que consumen (HUAYLLAZACA, 2015); debido a ello, se observa aumento significativo de linfocitos cuando los alevinos consumieron altos porcentajes de harina de levadura de cerveza. La cantidad de glóbulos blancos, sin embargo, es evidentemente inferior a los reportados por TAVARES-DIAS *et al.* (2002) en *Brycon amazonicus* (4200 cel/mm<sup>3</sup>).

#### 4.2.2. FACTOR EDAD

La edad de los alevinos ( $p < 0.05$ ) influyó a todas las variables hematológicas, con excepción para el recuento de células blancas (RGB), observándose incrementos ( $p < 0.05$ ) de recuento de células rojas (RGR), hematocrito, hemoglobina y linfocitos a mayor edad de los alevinos (30 versus 60 días de evaluación); sin embargo, los neutrófilos segmentados disminuyeron a mayor edad de los alevinos (57.3% a los 30 días a 17.6% a los 60 días de evaluación).

Según CENTENO et al. (2007) y GARAY & PAREDES (2011), también observaron aumento de RGB, hematocrito y hemoglobina con la edad de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachipomus*, respectivamente. ATENCIO-GARCÍA et al. (2007) evaluó indicadores hematológicos de juveniles de Rubio (*Salminus Affinis* pisces Characidae), observando, 2.2 células\*10<sup>6</sup>/mm<sup>3</sup> de eritrocitos, 12.5 g/dL de hemoglobina, 36.2% de hematocrito, 6.1 células\*10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup> de leucocitos, 68.8% de linfocitos y 28.4% de neutrófilos.

También, HAHN-VON-HESSBERG et al. (2011) evaluó indicadores hematológicos de adultos de tilapia (250 a 350 g de peso vivo) y determinaron 33.6% de hematocrito, 8.56 g/dL de hemoglobina, 1.78 células \*10<sup>6</sup>/mm<sup>3</sup> de eritrocitos, 1.21 células\*10<sup>5</sup>/mm<sup>3</sup> de leucocitos, 77% de linfocitos y 7.07% de neutrófilos; estos resultados son semejantes a los obtenidos en el presente trabajo con alevinos de *Piaractus brachipomus*. Entretanto, ARIAS-CASTELLANOS et al. (2003) evaluaron el perfil sanguíneo de *Brycon Siebenthalae* en tres edades, alevino, juveniles y reproductores, verificando aumento progresivo de hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, leucocitos y neutrófilos; sin embargo, las concentraciones de linfocitos se redujeron a mayor edad del pez (84%, 47%, para alevinos y juveniles, respectivamente).

Cuadro 8. Interacción entre el nivel de levadura y la edad de pacos, para el porcentaje de neutrófilos segmentados

Nivel de Levadura	Edad en días	
	30 días	60 días
0.0%	78.75 a A	16.25 a B
7.5%	83.00 a A	19.00 a B
15.0%	84.00 a A	19.75 a B
22.5%	20.50 b A	14.75 a A
30.0%	20.00 b A	18.00 a A

ab: Letras minúsculas diferentes en la misma columna indican diferencias significativas y AB Letras mayúsculas en la misma línea indican diferencias significativas (SNK: 0.05).

En el Cuadro 8 se observan que las concentraciones de neutrófilos de alevinos de Paco los primeros 30 días de evaluación son influenciados por la inclusión de harina de levadura de cervecería en sus respectivas dietas, notándose que inclusiones de 22.5% y 30% de harina de levadura generan ( $p < 0.05$ ) menor concentración de neutrófilos, en relación a aquellos que consumieron 0%, 7.5% y 15% de harina de levadura de cervecería, dónde se reportó mayores concentraciones de neutrófilos. Sin embargo, cuando el consumo de dietas extrusadas, incluidas con niveles crecientes de harina de levadura de cervecería es de 60 días, las concentraciones de neutrófilos son ( $p > 0.05$ ) semejantes. También, se denota que, cuando la inclusión de harina de levadura en las dietas es de 0% a 15% ocurre reducción de neutrófilos de 30 a 60 días de evaluación; sin embargo, cuando la inclusión es alta de 22.5% y 30% las concentraciones de neutrófilos son ( $p > 0.05$ ) semejantes, notándose que a mayores concentraciones de harina de levadura de cervecería en poco tiempo de evaluación 30 días reduce a los neutrófilos.

Cuadro 9. Interacción entre el nivel de levadura y la edad de pacos, para el porcentaje de linfocitos

Nivel de Levadura	Edad en días	
	30 días	60 días
0.0%	21.25 b B	83.75 a A
7.5%	17.00 b B	81.00 a A
15.0%	16.00 b B	82.00 a A
22.5%	79.50 a A	85.25 a A
30.0%	80.00 a A	82.00 a A

ab: Letras minúsculas diferentes en la misma columna indican diferencias significativas y AB Letras mayúsculas en la misma línea indican diferencias significativas (SNK: 0.05).

En el Cuadro 9 se observan que las concentraciones de linfocitos de alevinos de Paco los primeros 30 días de evaluación son influenciados por la inclusión de harina de levadura de cervecería en sus respectivas dietas, notándose que inclusiones de 22.5% y 30% de harina de levadura generan ( $p <$

0.05) mayor concentración de linfocitos, en relación a aquellos que consumieron 0%, 7.5% y 15% de harina de levadura de cervecería, dónde se reportó menores concentraciones de linfocitos. Sin embargo, cuando el consumo de dietas extrusadas, incluidas con niveles crecientes de harina de levadura de cervecería es por 60 días, las concentraciones de neutrófilos son ( $p > 0.05$ ) semejantes.

También, se denota que, cuando la inclusión de harina de levadura en las dietas es de 0%, 7.5% y 15% ocurre aumento de linfocitos de 30 a 60 días de evaluación; sin embargo, cuando la inclusión es alta de 22.5% y 30%, las concentraciones de linfocitos son ( $p > 0.05$ ) semejantes; notándose que a mayores concentraciones de harina de levadura de cervecería en poco tiempo de evaluación (30 días) se reducen los linfocitos. Del desdoblamiento de los factores (inclusiones de harina de levadura de cervecería y edad de alevinos) se observan que las células responsables del estado inmunitario de los alevinos (neutrófilos y linfocitos) son activados positivamente para linfocitos y negativamente para neutrófilos.

En cuanto a los parámetros indicadores de anemia; Hemoglobina (Hb), Hematocrito (Ht) observamos que no fueron influenciados por los tratamientos experimentales mostrando valores semejantes a los del valor inicial ( $P > 0.05$ ) y son muy semejantes a los obtenidos por CHACAS & VAL (2003); CHACAS *et al.*, (2006). Sin embargo, los valores de Hb, Ht y RGR obtenidos son ligeramente superiores a los valores de referencia establecidos para esta especie en condiciones de cultivo intensivo en jaulas flotantes (BASTARDO & RAVELO, 2004).

Durante el ensayo, el análisis de sangre mostró un perfil similar al observado en peces estresados en condiciones de cultivo intensivo. Los efectos negativos, como la inmunosupresión, para dorado (COUSO *et al.*, 2003) y *P. crocea* (Al *et al.*, 2007) alimentados con prebióticos para *Psetta Máxima* y *S. aurata* (CASTRO *et al.*, 1999). Los resultados del estudio fueron

similares ya que se observó una disminución en el número total de leucocitos y también en el recuento diferencial de leucocitos (tabla 8 ). Incluso el uso de anestésico (benzocaína) para minimizar el estrés de la recolección de muestras puede estresar a los peces, hecho observado por CARNEIRO *et al.* (2002) usando benzocaína en un intento por reducir el estrés del transporte en matrinxã, *Brycon cephalus*.

La manipulación y el estrés de muestreo pueden descartarse como un agente causal de la variación en los números de leucocitos en el presente estudio. Se describieron números reducidos de linfocitos en peces estresados (PULSFORD *et al.*, 1994; MARTINS *et al.*, 2004) sin embargo, a diferencia de nuestros resultados, estos autores observaron un aumento en los neutrófilos y los números de leucocitos. De hecho, los resultados contradictorios con respecto a los números de neutrófilos y leucocitos se deben a que la respuesta depende de las especies de peces, la intensidad del estrés, la duración (PICKERING *et al.*, 1982; TAVARES-DIAS *et al.*, 2001), la condición nutricional (PICKERING *et al.*, 1982) y estresante (DAVIS y SCHRECK, 1997).

#### 4.3. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA

Las variables físico-químicas del agua están representadas en el Cuadro 10 y no fueron diferentes entre los tratamientos a lo largo del experimento.

Cuadro 10. Parámetros físico-químicos del agua de las artesas experimentales

Parámetros	Unidades	Resultado
pH	---	6.59
Temperatura	°C	26.70
Dureza	mg/L	10.00
Nitrógeno amoniacal	mg/L	4.10
Oxígeno disuelto	mg/L	0.77

\*Natura Analítica SAC.

Comparando los resultados del estudio de investigación con los reportados por BOCANEGRA (2005), quien menciona que el oxígeno disuelto en el agua para el normal desarrollo del cultivo de *P. brachypomus*, no debe ser menor de 4 ppm podemos manifestar que el oxígeno disuelto en los resultados de nuestra investigación son menores, ya que la muestra tomada fue antes del recambio de agua, así mismo se observa que no influencia en el crecimiento de los alevinos ni a los parámetros hematológicos, por lo que podemos decir que es una especie que resistente bajas concentraciones de oxígeno en etapa de alevinos.

Con respecto a la temperatura para el agua de cultivo de *P. brachypomus*, BOCANEGRA (2005), manifiesta que deben ser de 24-29 °C, aunque pueden tolerar temporalmente temperaturas menores a 22 °C o mayores a 34° C. Sin embargo, si permanecen mucho tiempo en bajo estas condiciones los peces se estresan, reducen el consumo de alimento, se tornan susceptibles a enfermedades y mueren en poco tiempo. Del mismo modo, indica que el pH debe estar entre 6.5 a 8.5. pero el pH óptimo es de 7.0 para que haya buena producción de plancton, similares resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

Los resultados obtenidos con respecto a dureza no concuerdan con BOCANEGRA (2005), quien comenta que se debe obtener valores mayores a 20 mg/L, estando este parámetro dentro del rango recomendado por el autor.

## V. CONCLUSIONES

- ✓ La inclusión de 7.5%, 15.0%, 22.5% y 30% de harina de levadura de cervecería en dieta extrusada de alevinos de *Piaractus brachypomus*, no influenciaron los parámetros de crecimiento, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión de alimento, incremento de longitud, factor de condición, y biomasa.
- ✓ La inclusión de 22.5 y 30% de harina de levadura de cervecería en dieta para alevinos de *Piaractus bracypomus* aumentaron las concentraciones de linfocitos y redujeron los neutrófilos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- ✓ Incluir harina de levadura de cervecería en dietas para alevinos de *Piaractus brachipomus* hasta un 30% de la dieta.
- ✓ Continuar las investigaciones con el uso de la harina de levadura cervecería para delucidar los aspectos inmunomoduladores.

**Inclusion of Brewer's Yeast Flour (*Saccharomyces cerevisiae*) in the Diets of Paco Fingerlings (*Piaractus brachypomus*) Bred Under Controlled Conditions in Pucallpa**

**ABSTRACT**

With the purpose of taking advantage of the regional agro industrial resources in the feeding of fish, brewer's yeast was identified for inclusion in the diet; the yeast possesses important quantities of B vitamins, protein and polysaccharides (beta glucose) in the walls, an alternative ingredient for replacing the traditional protein ingredients; also, they are sources of probiotic modulators for the microbial balance of the intestinal track and the immune system. The biometric and hematological indices were evaluated in *Piaractus brachypomus*, Paco, fingerlings, fed with diets including 0%, 7.5%, 15%, 22.5% and 30% brewer's yeast flour. The work was done in the facilities of the Fundación para el Desarrollo y la Conservación de los Recursos Acuícolas en la Amazonía Peruana (FUDECRAAP – acronym in Spanish), 1200 fingerlings, weighing 2.43 g, were used and distributed into twenty tanks, a complete randomized design was used with five treatments and four repetitions. The results show that the different levels of incorporation of brewer's yeast flour in the diets of fingerlings does not show a significant influence ( $p > 0.05$ ) on the parameters of growth, weight gain, food consumption, food conversion, increase in length, condition factor and biomass ( $\text{kg/m}^3$ ), the hematological indices ( $p < 0.05$ ) presented better results in white globulin and neutrophils with the inclusion of 7.5 and 15% brewer's yeast flour. It is concluded that the inclusion of up to 30% of brewer's yeast flour does not present a statistical difference in the biometric parameters and with the inclusion of 22.5 and 30% of brewer's yeast flour in the diet of *P. bracypomus* fingerlings, the concentration of lymphocytes increases and of neutrophils decreases.

Keywords: Inclusion, Fingerlings, Brewer's yeast, Hematological indices.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMORAD, E., CARNEIRO, D., URBINATI E. 2007. Growth and metabolism of pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg) juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. *Aquac Res* 2007; 38:36-44.
- AGRIANUAL. 2005. Anuário da agricultura brasileira. 10 eds., São Paulo: FNP Consultoria & AgroInformaticas. s.p.
- AI, Q., MAI, K., L., ZHANG, B., TAN, W., ZHANG, W., XU y LI, H. 2007. Efectos del  $\beta$ -1,3 glucano dietético sobre la respuesta inmune innata de la corvina amarilla grande, *Pseudosciaena crocea*. *Fish Shellfish Immunol.*, 22: 394-402.
- ARIAS CASTELLANOS J.; BENAVIDES BUSTOS M.; HERNÁNDEZ ARÉVALO; ESLAVA MOCHA P. 2003. Valoración hematológica y química sanguínea del yamú *brycon siebenthalae*, en tres etapas de cultivo. *Revista orinaquía*. p.8.
- ATENCIO-GARCIA, V.; GENES LOPEZ, F.; MADARIAGA MENDOZN, D.; PARDO CARRASCO, S. 2007. Hematología Y QUIMICA SANGUINEA de juveniles de rubio (*Salminus affinis* pisces: characidae) del rio Sinu. *Acto bioi. Colomb.*, v.125. p. 27-40.
- AVILES, M., GALDAMEZ, C., MELGAR, H. 2005. Formulación de un preparado alimenticio enriquecido con *Sacharomyces cereviciae* (levadura de cerveza) para alimentación de pollos. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador, Centro América. s.p.
- BACCARIN, A., PEZZATO, L. 2001. Efeito da utilização de levedura desidratada de álcool em dietas para a tilápia do Nilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, (3), p. 549-556.

- BALCAZAR, J., VENDRELL, D., RUIZ, Z., MUZQUIZ, J. 2004. Probiotics: a tool for the future of fish and shellfish health management. *J. Aquac. Trop.*, 90: 389-392.
- BARCELLOS, L., KREUTZ, L., RODRIGUES, L., FIOREZE, I., QUEVEDO, R., CERICATO L., CONRAD., J, SOSO, A., FAGUNDES, M., LACERDA L., TERRA, S. 2003. Haematological and biochemical characteristics of male Jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard Pimelodidae): changes after acute stress. *Aquacult Res* 34:1465-1469.
- BASTARDO, A., RAVELO, C. 2004. Control de la anemia en el híbrido *Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus* cultivados mediante el suministro de hígado y harina de sangre de ganado vacuno. III Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura.
- BAUTISTA, E., PERNÍA, J., BARRUETA, D., USECHE, M. 2005. Pulpa ecológica de café ensilada en la alimentación de alevines del híbrido cachamay (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*). *Revista Científica*, v.15, p.33-40.
- BEDFORD, M., CLASSEN, H. 1992. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is affected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks. *Journal Nutrition*. v. 122, p. 560–569.
- BLAXHALL, P.; DAISLEY, K.1973. Routine haematological methods for use with fish blood. Department of chemistry and biology, Trent polytechnic, Nottingham, England. *Journal Fish Biology*, v.5, p. 771-781.
- BLAXHALL, P. 1970. The hematological assessment the health of freshwater fish. Castejón, F., Fraile, a. y Ponz, F. *Fundamentos de la Fisiología Animal*. Universidad Navarra, S.A. Pamplona.
- BOCANEGRA, F. 2005. *Cartilla de Acuicultura en la Amazonia*. 3a ed. Iquitos, Perú. Edit. Pond Dynamics. pp 1 – 48.
- BUTOLO, J. 2002. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal*, Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 429 p.

- CARNEIRO, P., URBINATI, E., y MARTINS, M. 2002. Transporte con diferentes concentraciones de benzocaína y sus consecuencias sobre los parámetros hematológicos y la población de parásitos branquiales de matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Osteichthyes, Characidae). *Acta Sci.*, 24 (2): 555-560.
- CASTRO, R., COUSO, N., OBACH, A. y LAMAS, J. 1999. Efecto de diferentes  $\beta$ -glucanos en la explosión respiratoria de tueboto (*Psetta maxima*) y dorada (*Sparus aurata*) fagocitos. *Fish Shellfish Immunol.*, 9: 529-541.
- CENTENO, L.; SILVA-ACUÑA, R.; BARRIOS, R.; SALAZAR LUGO, R. MATUTE, C.; PÉREZ, J. 2007. Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela. *Zootecnia Trop.* n.25, v.4. p. 237-243.
- CHAGAS, E., VAL, A. 2003. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui, EMBRAPA Amazônia ocidental – INPA. Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.* 38 (3):397 – 402.
- CHAGAS, E., DE ARAUJO, L., DA SILVA, A., GOMES, L., BRANDAO, F. 2006. Respostas fisiológicas de tambaqui a banhos terapêuticos com mebendazol. *Pesq. Agropec. Bras.* 41(4):713 – 716.
- CORNELIO, F. 2009. Avaliação da suplementação de dois probióticos no desempenho zootécnico, digestibilidade de nutrientes e resistência à infecção por patógeno em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, 52 p.
- COUSO, N., CASTRO, A., MAGARIÑOS, B., OBACH, A., y LAMAS, J. 2003. Efecto de la administración oral de glucanos en la resistencia de la dorada a la pasteurelosis. *Acuicultura*, 219: 99-109.
- CHENA, C., WOOSTERA, G., GETCHELLA, R., BOWSERA, P., TIMMONS, M. 2003. Blood chemistry of healthy, nephrocalcinosis affected and ozone-treated tilapia in a recirculation system, with application of discriminant analysis. *Aquaculture*; 218:89-102.

- CRAIG, S., MCLEAN, E. 2006. Nutrigenomics in aquaculture research: A key in the Aquanomic revolution. In Nutritional Biotechnology in the Food and Feed Industry; Jacques, K., Lyons, P., Eds.; Nottingham University Press: Nottingham, UK.
- DAVIS, E., y SCHRECK, C. 1997. La respuesta energética al manejo del estrés en el salmón juvenil de Coho. T. Am. Pescado. Soc., 126: 248-258.
- DE PEDRO N., *et al.*, 2004. Parámetros hematológicos y bioquímicos en la Tenca (Tinca tinca): ritmos diarios y estacionales. Comunicación Científica CIVA. pág. 173-190.
- EL-HAROON, E., GODA, A., KABIR CH. 2006. Effect of dietary probiotic Biogen\_ supplementation as a growth promoter on growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). Aquac. Res., 37: 1473-1480.
- FARIA, H., *et al.*, 2000. Valor nutritivo das Leveduras de Recuperação (*Saccharomyces* sp), Seca por Rolo Rotativo ou por "Spray-dry", para Coelho em Crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 29.
- FELIPA, G.; BLAS, W.; ALCÁNTARA, F. 2016. Relación longitud-peso, factor de condición y tabla estándar del peso de mil alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* (cuvier, 1818) criados en estanques artificiales. Folia Amazónica. v. 25, n. 1, p. 17-24.
- GARAY, L. Y PAREDES, 2011. Caracterización hematológica del paco (*Piaractus brachypomus*, characidae) en tres etapas de crecimiento (alevinos, juveniles y adultos) bajo condiciones de cultivo en el distrito de Jose Crespo y Castillo. Investigación y Amazonia 2011; 1(1): 14- 19.
- GUYTON, A. 1976. Tratado de fisiología médica. 5ta edición. Madrid. s.p.
- HAHN-VON-HESSBERG, C.; GRAJALES-QUINTERO, A.; GUTIÉRREZ-JARAMILLO, A. 2011. Parámetros hematológicos de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1757) con peso entre 250 g y 350 g, en el Centro Experimental Piscícola de la Universidad de Caldas. Vet.Zootec. v.1. p. 47-61.
- HISANO, H.; NARVÁEZ-SOLARTE, W.; BARROS, M.; PEZZATO, L. 2007. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com

- levedura e derivados. *Pesq. agropec. bras.* Brasília, v.42, n.7, p.1035-1042.
- HUAYLLAZACA, W. 2015. Utilización de tres niveles de *Sacharomyces cerevisiae* como prebiótico de origen natural en la dieta de pollos parrilleros. Tesis Médico veterinario Zootecnista. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca Ecuador. p.70.
- INFOSTAT. 2016. Software para análisis estadístico. Córdoba, Argentina.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA. 2006. Cultivando peces amazónicos. IIAP, San Martín, Perú, 200 p.
- JIN, L. 2013. Evaluation of spent brewer's yeast an alternative fish feed. Tesis de Bachelor of Science (Hons) Biochemestri. Faculty of Science. University Tunku Abdul Rahman. p. 90.
- KOCHENBORGER, J., CARNEIRO, E., KAZUE, S. 2000. Fontes e Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) *Rev. Bras. Zootec.*; 29(3): 646-653.
- LARA-FLORES, M., OLVERA-NOVOA, M., GUZMÁN-MÉNDEZ, B., LÓPEZ-MADRID, W. 2003 Use of bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*. v. 216, p. 193–201.
- LARA-FLORES M., OLIVERA-CASTILLO L. and OLVERA-NOVOA M. 2010a. "Effect of the inclusion of a bacterial mix (*Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*), and the yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth, feed utilization and intestinal enzymatic activity of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)" *International Journal of Fisheries and Aquaculture* Vol. 2(4), pp. 93-101, November 2010.
- LARA-FLORES, M., OLIVERA-CASTILLO L. and OLVERA-NOVOA M. A. 2010b. Nivel óptimo de inclusión de una levadura probiótica (*Saccharomyces cerevisiae*) como promotor de crecimiento para tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Centro de Investigación y Estudios

- Avanzados del IPN, Unidad Mérida Apdo. Postal 73-Cordemex, C.P. 97310. Mérida, Yucatán, México.
- LUQUE-DÁVILA, W., ZURITA, M., BORGES, G. 2015. Harina de carne y afrecho de arroz para alimentación de alevines de Morocoto (*Piaractus brachypomus*) con diferentes niveles de proteína. *Zootecnia Tropical*. v. 33, N. 2, p. 135-144.
- MANERA, M., BRITTI, D. 2006. Assessment of blood chemistry normal ranges in rainbow trout. *J Fish Biol* 2006; 69:1427-1434.
- MARTINS, M., NOMURA, D., MIYAZAKI, D., PILARSKY, F., RIBEIRO, K., CASTRO, M. y CAMPOS, C. 2004. Respuesta fisiológica y hematológica de *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) expuestos a estrés de captura único y consecutivo. *Acta Sci. Anim. Sci.*, 26: 449-456.
- MARQUES A.; OETTERER, M.; HORII, J. 1998. Caracterização de leveduras e seu uso na alimentação. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 32, n. 1, p. 89-98.
- MEURER, F., HAYASHI, C., COSTA, M., FRECCIA, A.; MAUERWERK, M. 2007. *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para alevinos de tilápia-do-nilo submetidos a desafio sanitário. *R. Bras.Zootec.*, v. 36, n. 5, p. 1219-1224.
- MOREIRA, R.; FIGUEIREDO, A.; SERENO, A. 2000. Shrinkage of Apple Disks during Drying by Warm Air Convection and Freeze Drying. *Drying Technology*, v. 18, n. 1-2, p. 279-294.
- MORILLO, M., VISBAL, T., RIAL, L., OVALLES, F., AGUIRRE, P., MEDINA, A. 2013. Alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y Soya. *Inter ciencia*, v. 38, n. 32, p. 121-127.
- OLIVA-TELES, A., GONCALVES, P. 2001. Partial replacement of fishmeal by brewer's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in diets for sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture*. v. 202, p. 269–278.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO. 2010. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma Italia. p. 242.

- ORTUÑO, J., *et al.*, 2002. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Veterinary Immunology and Immunopathology*, Amsterdam, v. 85, n. 1-2, p. 41-50.
- OZÓRIO, R., AVNIMELECH, Y., CASTAGNOLLI, N. 2004. Sistemas intensivos fechados de produção de peixes. In: Cyrino, J.E.P.; Urbinati, E.; Fracalossi, D. et al. (Eds.) Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt, p.7-24.
- OZÓRIO, R., TURINI, B., MORO, G., OLIVEIRA, L., PORTZ, L., CYRINO, J. 2010. Growth, nitrogen gain and indispensable amino acid retention of pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg 1887) fed different brewer's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) levels. *Aquaculture Nutrition*. v. 16, p. 276–283.
- OZÓRIO, R., PORTZ, L., BORGUESI, R., CYRINO, J. 2012. Effect of dietary yeast (*Sacharomyces cerevisiae*) supplementation in practical of tilapia. *Animals*, v. 2, p. 16-24.
- PARDO, S., SUAREZ, M. 1991. Evaluación de tres niveles de administración de alimento en el periodo de ceba de la cachama blanca (*Piractus brachypomus*) trabajo de grado, facultad de ciencias agropecuarias unillanos.
- PAVLIDIS M, FUTTER W., KATHARIOS, P., DIVANACH, P. 2007. Blood cell profile of six Mediterranean mariculture fish species. *J. Appl. Ichthyol*; 23:70-73.
- PERDOMO, M.; VARGAS, R.; CAMPOS, G. 2004. Valor nutritivo de la levadura de cervecería (*Saccharomyces cerevisiae*) y de sus derivados, extracto y pared celular, en la alimentación aviar. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* v.3, p. 89-65.
- PICKERING, A., POTTINGER, T. y CHRISTIE, P. 1982. Recuperación de la trucha, *Salmo trutta* L., del estrés por manejo agudo: un estudio del curso temporal. *J. Fish Biol.*, 24: 731 - 740.
- POLEO, G., ARANBARRIO, J., MENDOZA, M., ROMERO, O. 2011. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. v. 46, n. 4, p. 429-437.

- PULSFORD, S. LEMAIRE-GONY, M., TOMLINSON, N., COLLINGWOOD y GLYNN, P. 1994. Efectos del estrés agudo en el sistema inmune de la lengua, *Limanda limanda*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 109C (2): 129-139.
- PRASAD, L., NAYAK, B., SRIVASTAVA, P., REDDY, A., KOLHI, M. 2013. Use of brewer's yeast *Sacharomyces cerevisiae* as growth promoter in giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) Post larvae. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. v. 13, p. 447-452.
- ROLLO, A., SULPIZIO, R., NARDI, M., SILVI, S., ORPIANESI, C., CAGGIANO, M., CRESCI, A., CARNEVALI, O. 2006. Live microbial feed supplement in aquaculture for improvement of stress tolerance. *Fish Physiol. Biochem.*, 32(1): 167-177.
- RUMSEY, G., KINSELLA, J., SHETTY, K., HUGHES, S. 1991. Effect of high dietary concentrations of brewer's dried yeast on growth performance and liver uricase in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Animal Feed Science Technology*. v. 33, p. 177-183.
- RUMSEY, G., WINFREE, R., HUGHES, S. 1992. Nutritional value of dietary nucleotides and purine bases to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 108, 97 - 110.
- SCHULZ, E., OSLAGE, H. 1976. Composition and nutritive value of single-cell protein SCP. *Animal Feed Science Technology*. v. 1, p. 9-24.
- TAVARES-DIAS, M., SANDRIM, E., MORAES, F., y CARNEIRO, P. 2001. Respuestas fisiológicas de "tambaqui" *Colossoma macropomum* (Characidae) al estrés agudo. *Bol. Inst. Pesca.*, 27 (1): 43-48.
- TAVARES-DIAS, M., MATAQUIERO, M. 2004. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus brachipomus* Holmberg (Osteichthyes:Characidae) oriundos de cultivo intensivo. *Acta Scient Biol Sci*; 26:157-162.
- TAVARES-DÍAS, M., MORAES, F. 2007. Haematological and biochemical reference intervals for farmed channel catfish. *J Fish Biol*; 71:383-388.
- TOVAR-RAMÍREZ D., ZAMBONINO, J., CAHU, C., GATESOUBE, F., VÁZQUEZ-JUÁREZ, R. AND LÉSEL, R. 2002. Effect of live yeast

- incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass larvae. *Aquaculture*, vol 204/1-2, pp113-123.
- VALENZUELA, A., ALVEAL, K., y TARIFEÑO, E. 2002. Respuesta hematológica de truchas (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792) a estrés hipóxico agudo: serie roja. Guyana. Pág. 255 - 261.
- VALENZUELA, A., OYARZÚN, C. y SILVA, V. 2003. Células sanguíneas de *Schroederichthys chilensis* (Guichenot 1848) (Elasmobranchii, Scyliorhinidae): serie blanca. Guyana. Pág. 130 – 137.
- VÁSQUEZ-TORRES W. Determinação das exigências de proteínas, gordura e carboidratos em dietas para crescimento de juvenis de pirapitinga. *Piaractus brachypomus* (CUVIER 1818). In: Vásquez-Torres W. Principios de nutrición aplicada al cultivo de peces. Juan XXIII. Instituto de Acuicultura Universidad de Los Llanos. Colombia. 2004.
- VELOZA, R. 2003. Determinación puntual del hemograma en Cachama blanca cultivada en estanques de tierra en la finca Santa Lucia en Barrancabermeja. pág. 32-33.

## VIII. ANEXO

## Anexo 1. Resultados del análisis de sangre y calidad de agua



Natura Analítica SAC  
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:  
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

PROYECTO: "Inclusión de harina de levadura (***Saccharomyces cerevisiae***) en dietas de alevinos de paco (***Pariacus brachipomus***) criados bajo condiciones controladas en Pucallpa" Tiempo de evaluación: 30 días de post inicio de tratamiento con levadura de cerveza.

PARÁMETROS											
N°	CODIGO	RGB/mm <sup>3</sup>	RGR/mm <sup>3</sup>	HTO %	HB mg/dl	A	S	E	B	L	M
1	T1 R1	1 000	3 290 000	23	7,7	00	81	00	00	19	00
2	T1 R2	5 000	4 650 000	35	10,8	00	75	00	00	25	00
3	T1 R3	1 500	2 780 000	21	7,1	00	80	00	00	20	00
4	T1 R4	7 50	4 580 000	35	11,0	00	25	00	00	75	00
5	T2 R1	500	3 010 000	23	7,9	00	89	00	00	11	00
6	T2 R2	250	3 210 000	24	8,4	00	86	00	00	14	00
7	T2 R3	1 250	3 380 000	25	8,1	00	79	00	00	21	00
8	T2 R4	500	3 710 000	29	10,1	00	78	00	00	22	00
9	T3 R1	750	3 900 000	29	9,9	00	81	00	00	19	00
10	T3 R2	1 000	3 070 000	28	8,4	00	90	00	00	10	00
11	T3 R3	250	3 850 000	29	10,5	00	85	00	00	15	00
12	T3 R4	500	4 290 000	32	10,4	00	80	00	00	20	00
13	T4 R1	750	3 160 000	24	9,2	00	21	00	00	79	00
14	T4 R2	500	3 090 000	24	8,5	00	30	00	00	70	00
15	T4 R3	1 250	4 260 000	33	10,5	00	16	00	00	84	00
16	T4 R4	500	3 030 000	23	8,4	00	15	00	00	85	00
17	T5 R1	250	3 600 000	28	9,1	00	65	00	00	35	00
18	T5 R2	500	2 170 000	16	5,5	00	28	00	00	72	00
19	T5 R3	250	2 310 000	18	6,8	00	20	00	00	80	00
20	T5 R4	750	2 140 000	15	5,1	00	12	00	00	88	00

RGB: Recuento de glóbulos rojos

HTO: Hematocrito

HB: Hemoglobina

A: Neutrófilos abastados

S: Neutrófilos segmentados

E: Eosinófilos

B: Basófilos

L: Linfocitos

M: Monocito



Natura Analítica SAC  
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:  
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

PROYECTO: "Inclusión de harina de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en dietas de alevinos de paco (*Pariacus brachipomus*) criados bajo condiciones controladas en Pucallpa" Tiempo de evaluación: 60 días de post inicio de tratamiento con levadura de cerveza

PARÁMETROS											
N°	CODIGO	RGB /mm <sup>3</sup>	RGR/mm <sup>3</sup>	HTO %	HB mg/dl	A	S	E	B	L	M
1	T1 R1	750	4 600 000	35	11,4	00	33	00	00	67	00
2	T1 R2	1 000	3 920 000	30	9,9	00	17	00	00	83	00
3	T1 R3	1 000	4 330 000	33	11,1	00	10	00	00	90	00
4	T1 R4	500	4 220 000	32	10,8	00	5	00	00	95	00
5	T2 R1	1 000	4 290 000	32	10,6	00	40	00	00	60	00
6	T2 R2	1 000	4 040 000	31	10,6	00	15	00	00	85	00
7	T2 R3	750	4 410 000	34	11,3	00	9	00	00	91	00
8	T2 R4	750	3 520 000	27	9,2	00	12	00	00	88	00
9	T3 R1	500	3 780 000	29	10,1	00	17	00	00	83	00
10	T3 R2	750	4 670 000	35	11,7	00	36	00	00	64	00
11	T3 R3	250	4 400 000	31	10,5	00	18	00	00	89	00
12	T3 R4	500	4 180 000	32	10,1	00	8	00	00	92	00
13	T4 R1	500	4 620 000	35	11,8	00	11	00	00	89	00
14	T4 R2	250	4 000 000	30	9,9	00	25	00	00	75	00
15	T4 R3	750	4 480 000	34	11,1	00	10	00	00	90	00
16	T4 R4	250	3 590 000	28	9,3	00	13	00	00	87	00
17	T5 R1	500	4 560 000	35	11,6	00	20	00	00	80	00
18	T5 R2	500	4 190 000	32	10,7	00	25	00	00	75	00
19	T5 R3	500	3 630 000	28	9,1	00	16	00	00	84	00
20	T5 R4	500	4 200 000	32	10,4	00	11	00	00	89	00

RGB: Recuento de glóbulos rojos HTO: Hematocrito

HB: Hemoglobina

A: Neutrófilos abastoados S: Neutrófilos segmentados

E: Eosinófilos, B: Basófilos, L:

Linfocitos y M: Monocitos

## Anexo 2. Certificado de análisis N° 2016.04.14

<b>SOLICITANTE</b>	<b>LUIS CAPUÑAY</b>
RESPONSABLE	El solicitante
MUESTRA	<b>Agua de pecera</b>
FORMA Y PRESENTACION	Frasco de vidrio borosilicato 3.3
CANTIDAD RECIBIDA	1000 ml
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Fredi Carrasco S. Blgo. Alcides Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2016-04-09
ANÁLISIS SOLICITADOS	<b>FISICOQUÍMICO</b>
FECHA INICIO DE ENSAYO	2016-04-09
FECHA TÉRMINO DE ENSAYO	2016-04-09
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	2016-04-11

## Anexo 3. Análisis Físicoquímico

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>L.M.P.</b>
pH	---	Potenciométrico	6,59	6,5 – 9,0*
T	°C	Termómetro	26,7	NE***
Dureza	mg/l	Titrimétrico	10**	0 – 75*
Nitrógeno amoniacal	mg/l	Titrimétrico	4,1	NE***
Oxígeno disuelto	mg/l	Potenciométrico	0,77	NE***

\* Referencia IIAP

\*\*Clasificación de aguas por dureza: aguas blandas.

\*\*\* No especificado.

## Anexo 4. Datos de evaluación de temperatura

Día	T° en Artesas	T° Ambiente
10/02/2016	29	29.8
11/02/2016	29	30.1
12/02/2016	25	29.6
13/02/2016	26	29.8
14/02/2016	29.6	29.8
15/02/2016	26	30.1
16/02/2016	26	29.8
17/02/2016	25	29.8
18/02/2016	28.6	29.5
19/02/2016	28.6	28.6
20/02/2016	27	28.6
21/02/2016	26	28.6
22/02/2016	27	26
23/02/2016	26	28
24/02/2016	27	28
25/02/2016	25	29
26/02/2016	27	28
27/02/2016	27	28
28/02/2016	27	28
29/02/2016	27	28
01/03/2016	27	28
02/03/2016	27	28
03/03/2016	27	28
04/03/2016	27	28
05/03/2016	27	28
06/03/2016	27	28
07/03/2016	27	28
08/03/2016	27	28
09/03/2016	27	28
10/03/2016	27	28
11/03/2016	27	28
12/03/2016	27	28
13/03/2016	27	28

---

14/03/2016	27	28
15/03/2016	27	28
16/03/2016	27	28
17/03/2016	27	28
18/03/2016	27	28
19/03/2016	27	28
20/03/2016	25	28
21/03/2016	27	28
22/03/2016	27	28
23/03/2016	25	28
24/03/2016	27	28
25/03/2016	27	28
26/03/2016	25	28
27/03/2016	27	28
28/03/2016	26	28
29/03/2016	27	28
30/03/2016	27	28
31/03/2016	26	28
01/04/2016	27	28
02/04/2016	27	28
03/04/2016	26	28
04/04/2016	27	28
05/04/2016	27	28
06/04/2016	26	28
07/04/2016	27	28
08/04/2016	25	28
09/04/2016	27	28
10/04/2016	27	28

---