

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS**



**EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LA LEVADURA DE CERVEZA  
(*Saccharomyces cerevisiae*) EN EL ALIMENTO, SOBRE LA RESPUESTA  
BIOLÓGICA DE LA GAMITANA (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1816) EN  
LA FASE DE CRECIMIENTO, EN RIOJA**

**Tesis**

**Para optar el título de**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**WILSON RODRÍGUEZ MONTENEGRO**

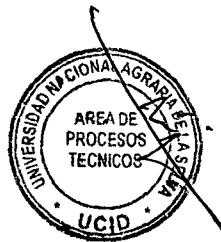
**PROMOCIÓN 2012 – I**

**Tingo María – Perú**

**2013**



BIBLIOTECA CENTRAL - UNAS



L02

R74

Rodríguez Montenegro, Wilson

Efecto de la inclusión de la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento, sobre la respuesta biológica de la gamitana (*Colossoma maropomum*, Cuvier 1816) en la fase de crecimiento, en Rioja - Tingo María, 2013

81 páginas; 06 cuadros; 11 figuras; 59 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

INCLUSIÓN / LEVADURA / GAMITANA / CRECIMIENTO /  
ALIMENTO / DIETA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERÚ



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280  
TINGO MARÍA

Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

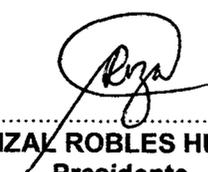
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 06 de noviembre de 2013, a horas 8.00 p.m. para calificar la tesis titulada:

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LA LEVADURA DE CERVEZA (*Saccharomyces cerevisiae*) EN EL ALIMENTO, SOBRE LA RESPUESTA BIOLÒGICA DE LA GAMITANA (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1816) EN LA FASE DE CRECIMIENTO, EN RIOJA**

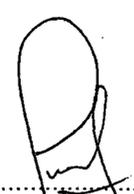
Presentada por el Bachiller **WILSON RODRÍGUEZ MONTENEGRO**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"MUY BUENO"**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso "i" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

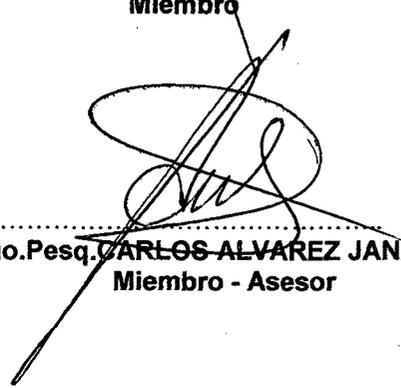
Tingo María, 02 de diciembre de 2013

  
Dr. RIZAL ROBLES HUAYNATE  
Presidente



  
MSc. JUAN LAO GONZALES  
Miembro

  
Ing.. WALTER PAREDES ORELLANA  
Miembro

  
Blgo. Pesq. CARLOS ALVAREZ JANAMPA  
Miembro - Asesor

## DEDICATORIA

A Dios, por la vida, su infinito amor y por todas sus bendiciones, especialmente por el éxito de esta investigación

A mis padres: Marcelino y Robertina, por traerme a este mundo y marcar mi sendero, con el amor y apoyo con ahínco que me brindan cada día

A mis hermanos: Norma, Marcelino, Nilo y Marisol con cariño, por compartir conmigo los momentos más lindos que he vivido

A mis tíos: Leoncio y Flor, por incentivarne y apoyarme en todo momento y a mi entrañable amigo José, por su amistad, confianza y apoyo constante

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Facultad de Zootecnia, alma mater de grandes personas y profesionales.
- Al Instituto Superior Tecnológico Público Rioja, por facilitarme sus instalaciones piscícolas para la ejecución de esta investigación.
- A la empresa Tecnonatura S.A., por la donación de levadura de cerveza en su producto Tecno Plus.
- Al Méd. Vet. Indalecio Silva Lobato, por su amistad y coordinaciones requeridas en esta investigación.
- Al Blgo. Pesq. Carlos Álvarez Janampa e Ing. M.Sc. Medardo Antonio Díaz Céspedes, por su amistad y asesoramiento en todo el proceso de investigación.
- A los miembros de mi jurado: Dr. Rizal Robles Huaynate, Ing. MSc. Juan Lao Gonzáles e Ing. Walter Paredes Orellana, por la dirección y críticas necesarias para la culminación de esta investigación.

- A mis amigos: Enrique, Daniel, Miguelina, Juli, Tonny, William, Yemen, Maribel, Carolina, Richard Dick, Ángela, Jaimer, Amadeo y Tito Jhonnell, en el cielo, por su afecto, amistad y momentos fraternales compartidos.

- A todos los docentes y personas que de alguna manera han contribuido en la realización del presente trabajo y en mi formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Generalidades de la gamitana.....	5
2.1.1. Clasificación taxonómica.....	6
2.1.2. Requerimientos nutricionales.....	7
2.1.2.1. Proteína.....	7
2.1.2.2. Energía.....	7
2.1.2.3. Carbohidratos.....	8
2.1.3. Digestión.....	8
2.1.4. Hábitos alimenticios.....	8
2.1.5. Requerimientos de la calidad de agua.....	9
2.1.5.1. Temperatura.....	9
2.1.5.2. Oxígeno disuelto.....	10
2.1.5.3. pH.....	10
2.1.5.4. Alcalinidad.....	11
2.1.5.5. Dureza.....	11
2.1.5.6. Nitritos, nitratos y amonio.....	11

2.2. Probióticos.....	12
2.2.1. Importancia y efecto de los probióticos.....	12
2.2.2. Usos de los probióticos.....	13
2.2.3. Generalidades de la levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	14
2.2.4. Mecanismo de acción.....	15
2.2.5. Tecno Plus.....	17
2.2.5.1. Usos del Tecno Plus.....	17
2.2.5.2. Análisis químico del Tecno Plus.....	17
2.3. Antecedentes de investigaciones realizadas.....	18
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>26</b>
3.1. Lugar y fecha de ejecución.....	26
3.2. Tipo de investigación.....	26
3.3. Población y muestra.....	27
3.4. Instalaciones, equipos y materiales.....	27
3.4.1. Instalaciones.....	27
3.4.2. Equipos.....	27
3.4.3. Materiales e insumos.....	27
3.5. Material biológico.....	28
3.6. Metodología.....	28
3.6.1. Preparación de estanque, jaulas e instalación de las unidades experimentales.....	28
3.6.2. Suministro de alimento.....	29
3.6.3. Parámetros biométricos.....	31

3.6.3.1. Ganancia de peso individual.....	31
3.6.3.2. Velocidad de crecimiento en peso.....	31
3.6.3.3. Tasa de crecimiento específico en peso.....	32
3.6.3.4. Consumo de alimento.....	32
3.6.3.5. Conversión alimenticia aparente.....	33
3.6.3.6. Ganancia de talla.....	34
3.6.3.7. Velocidad de crecimiento en talla.....	34
3.6.3.8. Tasa de crecimiento específico en talla.....	35
3.6.3.9. Factor de condición.....	35
3.6.3.10. Supervivencia.....	36
3.6.3.11. Rendimiento productivo.....	36
3.6.4. Unidades formadoras de colonia.....	37
3.6.4.1. Toma y envío de muestra de intestino de gamitana.....	37
3.6.4.1. Análisis microbiológico.....	37
3.6.5. Rendimiento económico.....	38
3.6.6. Evaluación de parámetros físico químicos del agua.....	38
3.7. Variable independiente.....	39
3.8. Tratamientos.....	39
3.9. Croquis de distribución de los tratamientos.....	39
3.10. Análisis estadístico.....	40
3.11. Variables dependientes.....	41
IV. RESULTADOS	43
4.1. Parámetros biométricos.....	43

4.1.1. Ganancia de peso y consumo de alimento.....	43
4.1.2. Crecimiento en talla de gamitana.....	47
4.1.3. Factor de condición, sobrevivencia y rendimiento productivo.....	50
4.2. Unidades formadoras de colonia.....	51
4.3. Rendimiento económico.....	53
V. DISCUSIÓN	55
5.1. Parámetros biométricos.....	55
5.1.1. Ganancia de peso y consumo de alimento.....	55
5.1.2. Crecimiento en talla de gamitana.....	59
5.1.3. Factor de condición, sobrevivencia y rendimiento productivo.....	61
5.2. Unidades formadoras de colonia.....	64
5.3. Rendimiento económico.....	66
VI. CONCLUSIONES	67
VII. RECOMENDACIONES	68
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXO	79

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición químico proximal de las dietas experimentales.....	30
2. Ganancia de peso y consumo de alimento de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	44
3. Crecimiento en talla de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	47
4. Factor de condición, sobrevivencia y rendimiento productivo de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	50
5. Unidades formadoras de colonia por gramo (ufc/g) en el producto comercial Tecno Plus, las dos dietas evaluadas e intestino de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	52
6. Análisis económico de la crianza de gamitana ( <i>Colossoma</i>	

*macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de  
levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*)..... 53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ejemplar de gamitana.....	6
2. Curva de crecimiento en peso de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	45
3. Ganancia de peso individual de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	45
4. Tasa de crecimiento específico en peso y velocidad de crecimiento en peso de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	46
5. Conversión alimenticia aparente de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	46
6. Curva de crecimiento en talla de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	48

7.	Ganancia de talla de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	49
8.	Tasa de crecimiento específico en talla y velocidad de crecimiento en talla de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	49
9.	Factor de condición de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	51
10.	Unidades formadoras de colonia por gramo (ufc/g) en el producto comercial Tecno Plus, las dos dietas evaluadas e intestino de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	52
11.	Costo de producción total de gamitana ( <i>Colossoma macropomum</i> ), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).....	54

## RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de una dieta enriquecida con 1% de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la respuesta biológica de gamitana (*Colossoma macropomum*) en la fase de crecimiento. El ensayo se realizó en el distrito de Rioja, San Martín. Se usó 300 peces con peso promedio inicial de  $70.8 \pm 2.3$  g y  $15.3 \pm 0.18$  cm de talla; en un diseño completamente al azar, con 2 tratamientos (T1: sin *Saccharomyces cerevisiae* y T2: dieta con 1% de *Saccharomyces cerevisiae*) y 10 repeticiones cada uno. Estos se cultivaron en un estanque de tierra, con densidad de siembra de 30 peces/m<sup>3</sup>, la tasa de alimentación fue de 5, 3 y 2.5% para el primer, segundo y tercer mes de evaluación respectivamente, con una frecuencia alimentaria de 3 veces al día, a las 9, 13 y 17 horas. Se registró el peso y talla cada 15 días, al final del ensayo se calculó la ganancia de peso (GP), ganancia de talla (GT), conversión alimenticia aparente (CAA), factor de condición (K), consumo de alimento (CA), sobrevivencia (S) y rendimiento productivo (Rp); también, se hizo el recuento de unidades formadoras de colonia (UFC) de *Saccharomyces cerevisiae* en las dietas e intestinos. Se encontró diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) para GP, GT, CAA y K, a excepción del CA, S y Rp ( $P > 0.05$ ); la colonización en las dietas fueron diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ ), pero en el intestino de gamitanas

no se registró diferencias ( $P>0.05$ ) al igual que en los índices económicos. La adición de 1% de *Saccharomyces cerevisiae* en la ración mejoró la GP, GT y CAA; además, sólo incrementó la colonización de *Saccharomyces cerevisiae* en la ración del T2.

Palabras clave: gamitana, levadura de cerveza, probiótico, respuesta biológica.

## I. INTRODUCCIÓN

La gamitana (*Colossoma macropomum*) se encuentra distribuido en la baja Amazonía, que comprende Colombia, Perú, Brasil y las Guayanas, las condiciones del pulso hídrico de la Amazonía le permite su distribución y la disponibilidad de alimentos (frutos y semillas) naturales, que provee las zonas de inundación, y en cautiverio se adapta muy bien a la oferta de alimentos suplementarios por ser una especie omnívora.

Una dificultad en el cultivo controlado de *Colossoma macropomum* es el estrés múltiple, ocasionado por las variaciones de las condiciones de cultivo en el proceso del manejo alimentario, variaciones térmicas, calidad de agua, disponibilidad de alimento, generando pérdida de apetito, presencia de enfermedades, por ende bajas en las producciones esperadas.

En cautiverio, la gran mayoría de peces están sujetos a cambios cíclicos continuos de las condiciones ambientales, generando en ocasiones estrés múltiple, ya sea por altas densidades de cultivo, limitada oferta alimentaria, intensidades lumínicas y térmicas, así como la disponibilidad de oxígeno disuelto, todo ello conlleva a la supresión del estatus inmunológico,

ocasionando el desequilibrio en el aspecto sanitario, bienestar de los peces y pérdidas económicas en su cultivo.

La flora intestinal de los peces, se caracteriza por la población de organismos benéficos y patógenos, que de una y otra manera ejercen acciones simbióticas y/o antagónicas, los mismos que influyen en el bienestar y los factores de condición de los organismos acuáticos.

El uso de alimentos exógenos ha permitido incorporar insumos en su elaboración, lo que facilita viabilizar nutrientes, medicamentos, probióticos y prebióticos que permiten contrarrestar estrés prolongados. Estos aditivos al administrarse en cantidades adecuadas confieren beneficio en la salud del huésped, favoreciendo el buen funcionamiento no sólo de la microflora del pez, sino también que cumplen funciones inmunoestimulantes, tal es el caso del *Saccharomyces cerevisiae*.

Ante esto surge la interrogante: ¿Cuál será la respuesta biológica de gamitana (*Colossoma macropomum*) durante la fase de crecimiento, alimentada con una dieta enriquecida con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) al 1%?

Por lo tanto nos planteamos la siguiente hipótesis: la inclusión de 1% de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la ración de

gamitana (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1816) en la fase de crecimiento, mejora los índices zootécnicos de producción.

Objetivo general:

Evaluar el efecto en la respuesta biológica de gamitana (*Colossoma macropomum*) en la fase de crecimiento, alimentada con una dieta enriquecida con 1% de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

Objetivos específicos:

- Evaluar la ganancia de peso individual, velocidad de crecimiento en peso, tasa de crecimiento específico en peso, consumo de alimento y conversión alimenticia aparente de gamitana (*Colossoma macropomum*) en la fase de crecimiento, alimentada con raciones suplementadas con y sin levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

- Evaluar la ganancia de talla, velocidad de crecimiento en talla y tasa de crecimiento específico en talla de gamitana (*Colossoma macropomum*) en la fase de crecimiento, alimentada con raciones suplementadas con y sin levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

- Evaluar el factor de condición, sobrevivencia y rendimiento productivo de gamitana (*Colossoma macropomum*) en la fase de crecimiento,

alimentada con raciones suplementadas con y sin levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

- Cuantificar las unidades formadoras de colonia (UFC) de *Saccharomyces cerevisiae* en las dos dietas sometidas a evaluación en la alimentación de gamitana (*Colossoma macropomum*).

- Cuantificar las unidades formadoras de colonia (UFC) de *Saccharomyces cerevisiae* en el intestino de gamitana (*Colossoma macropomum*) en la fase de crecimiento, alimentada con raciones suplementadas con y sin levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

- Evaluar el rendimiento económico de las dietas con y sin levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en gamitana (*Colossoma macropomum*), durante la fase de crecimiento.

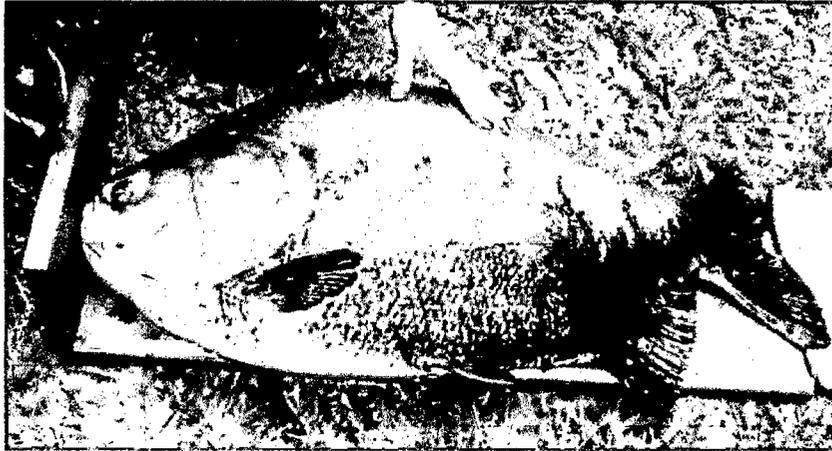
## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades de la gamitana

La gamitana (*Colossoma macropomum*) es originario de los ríos amazónicos y del Orinoco; por esta razón se encuentran en Brasil, Perú y Colombia; es considerada nativa de aguas cálidas, preferida por su resistencia al manejo, fácil adaptación al consumo de alimentos balanceados, rápido crecimiento, buena conversión alimenticia y exquisito sabor de su carne. El *Colossoma macropomum* presenta coloración oscura en la región dorsal y a los laterales; el abdomen es blanquecino con manchas a la altura del vientre y en la aleta caudal; además posee entre 84 y 107 branquiespinas en el primer radio branquial, lo cual le sirve para aprovechar mejor el plancton como alimento (ORTIZ, 2012).

WOYNAROVICH (1998) considera que la gamitana macho llega a la madures sexual a los 5 años y las hembras a los 6 años; por otro lado PINEDA *et al.* (2002) menciona que la gamitana no presenta dimorfismo sexual, siendo posible reconocer su sexo cuando alcanza la madurez sexual, además pueden crecer hasta los 90 cm de longitud total y pesar cerca 30 kg. Puede filtrar con facilidad el zooplancton debido al número de branquiespinas

que posee, ocasionalmente puede alimentarse de peces pequeños, insectos, crustáceos, algas filamentosas y plantas acuáticas (ARROBO Y PEÑAFIEL, 2008).



Fuente: Propia (2012)

Figura 1: Ejemplar de gamitana

### 2.1.1. Clasificación taxonómica

La siguiente clasificación corresponde a ITIS (2012):

Reino	: Animal
Phylum	: Chordata
Clase	: Actinopterygii
Orden	: Characiformes
Familia	: Characidae
Género	: Colossoma
Especie	: <i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1816)
Nombre común	: Gamitana

## 2.1.2. Requerimientos nutricionales

### 2.1.2.1. Proteína

No existen valores exactos, para los requerimientos proteicos de una determinada especie, sino que se ajustan a los diferentes diseños experimentales empleados (HIGUEROA, 1987). En este sentido AQUATECH (2012) asumen que los niveles proteicos para gamitana son de 26, 24 y 20% para las fases de inicio, crecimiento y acabado respectivamente; pero EUFRACIO Y PALOMINO (2004) recomienda niveles de 30, 25 y 20% para las mismas fases y 35% para reproductores. GONZALEZ Y HEREDIA, 2006 consideran que la proteína en la dieta debe fluctuar entre 22 a 30%.

### 2.1.2.2. Energía

Las necesidades energéticas de los peces son diferentes a las de los mamíferos terrestres. Los peces son poiquiloterms; es decir, no necesitan gastar energía para mantener una temperatura constante, además necesitan menos energía para mantener la posición del cuerpo en el agua, en comparación con el aire (COWEY, 1980). Pero si necesitan energía para la respiración y osmorregulación, ya que ambos procesos requieren un paso continuo de agua a través de la gran superficie de las branquias (WALTON, 1987).

### 2.1.2.3. Carbohidratos

La digestibilidad de almidón crudo es muy baja, mejorando cuando el almidón está cocido o gelatinizado (INABA *et al.*, 1963; SMITH, 1971 y LUQUET, 1976) y para niveles bajos de incorporación a la dieta (BERGOT Y BREQUE, 1983).

### 2.1.3. Digestión

En los peces la digestión de las proteínas comienza con la acción de la pepsina en medio ácido y continúa gracias a las proteasas y peptidasas pancreáticas e intestinales (HIDALGO Y ALLIOT, 1987). La digestión en el intestino se realiza gracias a la acción de distintos productos secretados por la pared intestinal o por glándulas anexas, como el páncreas y el hígado. El páncreas vierte al intestino las siguientes enzimas digestivas: proteasas, carbohidrasas y lipasas. La bilis procedente del hígado mediante la vesícula biliar, aporta las sales biliares, estos son compuestos capaces de emulsionar los lípidos y por consecuencia facilitan la acción de la lipasa en la digestión de las grasas (FRANGE Y GROVE, 1979)

### 2.1.4. Hábitos alimenticios

*Colossoma macropomum* se alimenta de frutas como guayaba, papaya; productos agrícolas como maíz cocido, sorgo cocido, yuca cocida y

desechos de cocina, entre otros, pero los mejores resultados se obtienen cuando son alimentados con alimento balanceado (ORTIZ, 2012 y LOUBENS Y PANFILI, 2001). A la gamitana se le considera como una especie omnívora, porque consume zooplancton, insectos, crustáceos y vegetales acuáticos en su estado natural (Gonzales, 2004; citado por ARROBO Y PEÑAFIEL, 2008).

AQUATECH (2012) recomienda para gamitana frecuencias alimentarias de 4 a 6, 2 a 3 y 1 a 2 veces/día, para las fases de inicio, crecimiento y acabado respectivamente; pero EUFRACIO Y PALOMINO (2004) consideran frecuencias alimentarias de 10 a 8, 6 a 3 y de 3 veces/día para las mismas fases. La tasa de alimentación para gamitana en fase de crecimiento es de 5% y en acabado 2.5% del valor de la biomasa (AQUATECH, 2012).

## 2.1.5. Requerimientos de la calidad de agua

### 2.1.5.1. Temperatura

Muchas funciones fisiológicas se aceleran con la temperatura, como la ingesta, actividad digestiva, actividad motora, entre otros. La temperatura del agua no afecta normalmente los requerimientos cuantitativos de proteína y energía de algunas especies de peces, a excepción de otras, pero si repercute en la ingesta total, velocidad de crecimiento y los índices zootécnicos (HIGUEROA, 1987).

La gamitana puede tolerar temperaturas menores a 22°C o mayores a 34°C, pero tienden a estresarse si permanecen mucho tiempo en estos extremos, siendo el rango adecuado de 24 a 29°C (ALIAGA, 2004). por otro lado CHU-KOO Y KOHLER (2005) reportan 27.3°C en crianza de gamitana

#### 2.1.5.2. Oxígeno disuelto

Cuando los niveles superan a las 4 ppm, la gamitana tiene un normal desarrollo, puede resistir concentraciones menores a 2 ppm, pero puede disminuir el consumo de alimento haciéndolos más susceptibles a enfermedades (ALIAGA, 2004). BRAUN Y JUNK (1982) señalan que esta especie puede tolerar bajas concentraciones de oxígeno disuelto, incluso puede sobrevivir en aguas con niveles de 0.5 mg/L. PADILLA (2000) reporta para el cultivo de gamitana tenores de oxígeno disuelto de 1.0 a 4.5 ppm.

#### 2.1.5.3. pH

El rango óptimo para esta especie esta entre 6.5 a 8.5, este parámetro tiene que ver con la producción de plancton; el nivel óptimo tanto para el pez como para el plancton es 7.0 (ALIAGA, 2004). CHU-KOO Y KOHLER (2005) encontraron en promedio un nivel de 6.8 con 45.45 peces/m<sup>3</sup> en una crianza de gamitana.

#### 2.1.5.4. Alcalinidad

Se relaciona con la regulación del pH, producción de fitoplancton, producción de oxígeno y turbidez; puede estar en niveles mayores a 20 mg/L, siendo ideal 60 mg/L equivalente a carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) (ALIAGA, 2004) CHU-KOO Y KOHLER (2005) mencionan un nivel de 50.4 ppm con 45.45 peces/m<sup>3</sup> en una crianza de gamitana.

#### 2.1.5.5. Dureza

ALIAGA (2004) considera que el nivel ideal para gamitana es 20 mg/L.

#### 2.1.5.6. Nitritos, nitratos y amonio

Estos compuestos nitrogenados son productos del metabolismo de los peces, siendo tóxicos para éstos, cuando los valores están en 0.1 mg/L para nitrito y 0.01 mg/L de amonio indican una alteración del ciclo productivo normal de los peces; los nitratos son compuestos poco tóxicos, pero en condiciones anaerobias es posible que se transformen en nitritos (ALIAGA, 2004) CHU-KOO Y KOHLER (2005) mencionan para nitrito 0.05 ppm en su estudio en gamitana con 45.45 peces/m<sup>3</sup>.

## 2.2. Probióticos

Los probióticos son microorganismos vivos que al ser ingeridos en cantidades adecuadas ejercen una influencia positiva en la salud o en la fisiología del hospedero (GONZÁLEZ *et al.*, 2003). LÓPEZ Y CRUZ (2011) lo definen como un suplemento microbiano, formado por un cultivo simple o una mezcla de microorganismos; que se les ofrece a los organismos acuáticos, con la finalidad de modificar la flora microbiana presente en los sistemas de producción.

GATESOUBE (2007) considera que dentro de los probióticos se encuentra las levaduras. De las cuales sólo dos especies han sido utilizadas como probióticos para peces: *Debaryomyces hansenii* y *Saccharomyces cerevisiae* (TOVAR *et al.*, 2004).

### 2.2.1. Importancia y efecto de los probióticos

Los probióticos actúan cuando se presentan alteraciones de la flora intestinal, ocasionadas por factores de estrés que sufren los animales; como la temperatura, densidad de población, la alimentación artificial y el manejo; lo cual se refleja en los índices zootécnicos, pérdida de apetito y enfermedades (PÉREZ, 2008).

TOVAR *et al.* (2000) y TOVAR *et al.* (2008) mencionan que los probióticos tienen efectos positivos en los peces, promueven el crecimiento, la supervivencia, la actividad y la expresión de los genes codificantes para las principales enzimas digestivas en la etapa larvaria; su aporte consiste en poliaminas, las cuales promueven procesos fisiológicos vitales para el pez, también estimula el sistema inmune y antioxidante, como la expresión de los genes relacionados con el sistema inmune, protegiendo al hospedero contra patógenos; en juveniles promueve la actividad de enzimas y como consecuencia mejora el crecimiento.

#### 2.2.2. Usos de los probióticos

Los probióticos se consideran dentro de las mejores alternativas para sustituir a los antibióticos en animales, como un medio para mantener el equilibrio de la flora intestinal causadas por factores dietarios y ambientales; mejorando la inmunidad del hospedero; de esta manera, es posible minimizar el uso de antibióticos (CASTRO Y RODRÍGUEZ, 2005).

LÓPEZ Y CRUZ (2011) mencionan que los probióticos se pueden usar para competir con microorganismos patógenos del tracto gastrointestinal de tilapia, en general recomienda que la concentración de un probiótico debe ser por lo menos  $1 \times 10^6$  UFC/g. También son usados por sus características de resistencia a condiciones extremas de calor, pH y salinidad; además tienen propiedades de formar esporas, lo que les permite adherirse al alimento seco

(MORIARTY, 1999 y BERGEY, 1994) y por su característica de reducir el número de patógenos, debido a su capacidad de competencia y secreción de enzimas contra bacterias gram-negativas (WANG *et al.*, 2000 e IRIANTO Y AUSTIN, 2002).

Los probióticos se puede incluir en la preparación de alimentos funcionales y suplementos dietéticos, para la conservación de alimentos, como agentes fermentadores, dando sabor característico y reduce el pH; además como mejoradores de la salud en animales y humanos (OMG, 2008).

### 2.2.3. Generalidades de la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*)

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es un hongo ascomiceto, se encuentra naturalmente en las plantas, principalmente en frutos y jugos (FOLCH *et al.*, 2004). Es una de las más usadas y ampliamente comercializada, con un nivel proteico de 40 a 45%, de alto valor biológico y abundante en vitaminas del complejo B, como biotina, niacina, ácido pantoténico y tiamina, entre otras (REED Y NAGODAWITHANA, 1991 y AGHDAMSHAHRIAR *et al.*, 2006). Las cepas de levadura se caracterizan por su tolerancia a elevada acidez, resistencia a sales biliares, capacidad de colonización a células intestinales (PÉREZ, 2008).

#### 2.2.4. Mecanismo de acción

PÉREZ (2008) considera que el mecanismo de acción de las levaduras consiste en el efecto antagónico directo sobre enterobacterias y otras levaduras, no destruyéndolas previniendo la inflamación al interferir la unión de los organismos patógenos a las células del intestino; efecto antisecretor contra las toxinas de microorganismos patógenos, al actuar sobre la unión específica de estos compuestos a su receptor intestinal o por degradación mediante la actividad de proteasas; efecto trófico (estimulación de las actividades enzimáticas y mecanismos de defensa intestinal) en la mucosa intestinal mediante la producción de poliaminas y efecto inmunoestimulante, al estimular la producción de inmunoglobulina A o mediante glucanos y  $\beta$ -glucanos.

La suplementación de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la ración inicial de peces, produce la colonización del tracto digestivo, como consecuencia el desarrollo del sistema digestivo en larvas y en peces adultos, estimulando así el metabolismo y el crecimiento (TOVAR *et al.*, 2008). Debido a que la levadura *Saccharomyces cerevisiae* estimula la secreción de enzimas pancreáticas, como la tripsina y amilasa (FOLCH *et al.*, 2004). También estimula el sistema inmune de los peces debido al aporte de  $\beta$ -glucanos y nucleótidos (SAHOO Y MUKHERJEE, 2001)

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* tiene la capacidad de adherencia a la mucosa intestinal de peces, produciendo mayor cantidad de

poliaminas que otras levaduras (TOVAR *et al.*, 2000). Estas poliaminas producidas son derivados de sus aminoácidos de las propias levaduras (FOLCH *et al.*, 2004). La levadura de cerveza mediante las poliaminas produce maduración digestiva; es decir, un aumento en los cocientes de actividad de diversas enzimas intestinales como la maltasa y aminopeptidasa, (TOVAR *et al.*, 2008) además de disacaridasas (lactasa, sucrasa y maltasa) (PÉREZ, 2008).

Las poliaminas son pequeñas moléculas alifáticas o compuestos policationicos, derivados de los aminoácidos, estables bajo condiciones ácidas o alcalinas que están presentes en todos los materiales biológicos, especialmente en tejidos con alto recambio celular y de crecimiento (TABOR Y TABOR, 1985 y PÉREZ, 2008). Estas determinan el buen funcionamiento de los organismos, al estar implicados en procesos como el crecimiento, proliferación y diferenciación celular, participando en diversas etapas de la síntesis de proteínas, de ARN Y ADN (KONECKI *et al.*, 1975).

CARMONA (2008) observó que las poliaminas estimulan la expresión de la colesistokinina, en cultivos celulares primarios del intestino de *Lutjanus peru*, expuestos a 0.1% de las poliaminas putrescina, espermina y espermidina durante 36 horas, coincidiendo con PÉREZ (2008), Siendo la colesistokinina la principal hormona que regula la digestión y es la encargada de estimular la secreción de enzimas pancreáticas y de la bilis, así como la

contracción del intestino y es un agente inductor de la sensación de saciedad (RONNESTAD, 2002).

### 2.2.5. Tecno Plus

Es un complemento nutricional natural a base de las células secas de *Saccharomyces cerevisiae*, secada por atomización, provenientes de la fermentación de la cebada en la elaboración de la cerveza; contiene proteínas de alta calidad, presenta la mayor fuente natural de ácido fólico y es rica en otras vitaminas del complejo B, como tiamina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina y biotina, toda ellas muy importantes durante el crecimiento y reproducción. Tecno Plus es una importante fuente de minerales esenciales como hierro, cobre, zinc, selenio y manganeso (TECNONATURA S.A.).

#### 2.2.5.1. Usos del Tecno Plus

Este producto se recomienda como aditivo en la alimentación de pollos de carne, gallinas de postura, porcinos y otros animales domésticos (TECNONATURA S.A.).

#### 2.2.5.2. Análisis químico del Tecno Plus

El producto comercial Tecno Plus tiene en su composición química por cada 100 g de muestra 32.5 g de proteína, 6.9 g de humedad, 57.6 g de

carbohidratos, 361.3 Kcal de energía total, 4.5 g de fibra cruda y 0.1 g de grasa cruda (TECNONATURA S.A.).

### 2.3. Antecedentes de investigaciones realizadas

TOVAR *et al.* (2000) en su estudio evaluaron el efecto de las levaduras *Debaryomyces hansenii* y *Saccharomyces cerevisiae*, en larvas de lubina europea (*Dicentrarchus labrax*), en proporción de 0.9 ml de suspensión celular,  $6.75 \times 10^5$  UFC y  $6.3 \times 10^5$  UFC/g de alimento respectivamente, adicionado por aspersion, luego de 41 días de evaluación encontraron mayor sobrevivencia en los tratamientos con levadura, pero obtuvieron menores pesos promedios con respecto al control, al usar alimento suplementado con levaduras; además observaron que la actividad enzimática se mostró superior al día 27 para la dieta que contenía *Debaryomyces hansenii*.

GUTIERREZ *et al.* (2003) Evaluaron el efecto de un probiótico a base de *Bacillus laterosporus* en paco (*Piaractus brachypomus*), el estudio lo realizaron en estanques de tierra, con una densidad de 10 peces/m<sup>2</sup>, no encontraron diferencias significativas para longitud ni ganancia de peso, pero si en la sobrevivencia, a pesar de no haber encontrado resultados que demuestran el potencial nutricional del probiótico, Indican que el uso de éstos en acuicultura es prometedor, acompañado de considerables esfuerzos en investigación,

TOVAR *et al.* (2004) en este estudio encontraron para la misma especie (*Dicentrarchus labrax*) un mayor crecimiento y supervivencia, al alimentarlos con un nivel de 1.1% ( $10^6$  UFC/g) de levadura *Debaryomyces hansenii* mezclada con el resto de ingredientes de la dieta antes de ser extruida, este porcentaje de inclusión dio mejores resultados que la adición del 5.7% ( $6 \times 10^6$  UFC/g) de la misma levadura en la dieta. Los resultados que obtuvieron en el crecimiento, supervivencia y la capacidad digestiva de las larvas de la lubina europea, pueden estar ligados al aporte de las poliaminas de la levadura, una vez que ésta coloniza el intestino de las larvas.

CHU-KOO Y KOHLER (2005) encontraron al evaluar juveniles de gamitana durante 45 días con densidad de siembra de 45.45 peces/m<sup>3</sup> y peso inicial de  $61.1 \pm 16.9$  g, tasa de crecimiento específico en peso de  $2.09 \pm 0.17\%$  g/día, ganancia de peso diario de 3.3 g/día y conversión alimenticia de  $0.33 \pm 0.03$ .

MEURER *et al.* (2006) evaluaron el efecto de la adición del 0.1% de *Saccharomyces cerevisiae* ( $10^7$  UFC/g) en la ración para alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Luego de 29 días de evaluación encontraron una colonización en el intestino de las tilapias de  $1.79 \times 10^3$  UFC/g de intestino, en el tratamiento alimentado con probiótico, pero no tuvo influencia en los parámetros biométricos y supervivencia.

SOBERÓN *et al.* (2007) reportan para gamitanas evaluadas durante 90 días, con peso promedio inicial de  $83.5 \pm 8.64$  g y con densidad de 30 peces/m<sup>3</sup> en jaulas flotantes, peso corporal ganado de  $78.77 \pm 9.31$  g, siendo la ganancia de peso diario de  $0.87 \pm 0.1$  g/día, longitud total ganada  $4.93 \pm 0.06$  cm, índice de conversión alimenticia aparente de  $1.75 \pm 0.16$ , tasa de crecimiento específico  $0.74 \pm 0.06\%$ , factor de condición de  $1.65 \pm 0.06\%$  y una sobrevivencia del 100%.

REBAZA *et al.* (2008) evaluaron la factibilidad económica del cultivo de gamitana (*Colossoma macropomum*) y paco (*Piaractus brachipomus*) durante 240 días, usando una dieta extrusada, en estanques de tierra con 1 pez/m<sup>2</sup>, reportan el costo unitario en el cultivo de gamitana de 3.68 nuevos soles/kg y 3.81 nuevos soles/kg para paco, con un margen de ganancia de 90% para gamitana y 84% para paco.

GONÇALVES (2009) en su investigación evaluó durante 90 días el efecto de dietas conteniendo probiótico (*Bacillus subtilis*) y alga (*Spirulina máxima*) sobre la formación de macrófagos, variables hematológicas y bioquímicas en gamitana, el probiótico fue adicionado a razón de 1 g/kg de alimento ( $1 \times 10^9$  UFC/g) y la alga 5 g/kg de alimento, usó densidades de 5 kg/m<sup>3</sup> y 20 kg/m<sup>3</sup>, éste último lo usó como factor estresante, al final de la evaluación encontró ganancia de peso diario de 0.87 g/día para el tratamiento a base de una dieta con probiótico, superando aproximadamente en 20% al tratamiento control y al suplementado con espirulina.

En la misma evaluación GONÇALVES (2009) no encontró mortalidad en el tratamiento con probiótico, a diferencia del tratamiento control que este parámetro fluctuó entre 54.16% a 52% y 18.33% en el tratamiento con dieta con espirulina, en cuanto a los valores hematológicos las dietas con probióticos y espirulina no causaron alteraciones, pero la dieta con probiótico sí mejoró los índices de crecimiento y sobrevivencia de las gamitanas evaluadas.

LARA *et al.* (2010a) compararon el efecto de dos probióticos comerciales, uno a base de una mezcla bacteriana (*Streptococcus faecium* y *Lactobacillus acidophilus*) y otro sólo con *Saccharomyces cerevisiae*, para las dos dietas adicionaron el 1% en el alimento ( $1 \times 10^6$  UFC/g), éstas fueron evaluadas durante 9 semanas en crías de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), con altas densidades como factor de estrés, los resultados mostraron mejor crecimiento y eficiencia alimentaria para las crías alimentadas con dietas suplementadas con *Saccharomyces cerevisiae* en comparación a las dietas con mezcla bacteriana y el control.

En un siguiente estudio LARA *et al.* (2010b) evaluaron diferentes niveles de adición de *Saccharomyces cerevisiae* ( $3 \times 10^7$ ,  $7 \times 10^7$ ,  $1 \times 10^8$ ,  $1.5 \times 10^8$ . y  $2 \times 10^8$  UFC/g) y también el efecto de esta levadura activada y desactivada en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*); no encontraron diferencias significativas entre el nivel de inclusión y la forma de adicionar la levadura; pero la supervivencia, crecimiento, digestibilidad y aprovechamiento del alimento fue mejor en los tratamientos experimentales con *Saccharomyces*

*cerevisiae*, También determinaron que el efecto probiótico sólo se expresa si los organismos se encuentran en condiciones de estrés; recomiendan el uso de la levadura en las fases iniciales del cultivo, principalmente cuando se manejan altas densidades de siembra y condiciones ambientales poco favorables.

SANDOVAL (2010) evaluó durante 173 días el efecto de la densidad de siembra sobre la producción y costos de *Piaractus brachypomus*, las densidades fueron 50 (T1), 75 (T2) y 100 (T3) peces/m<sup>3</sup> con peso inicial de 15.85 g; usó alimento peletizado con 25.28% de proteína; encontró una velocidad de crecimiento en peso de 1.29, 1.04 y 0.86 g/día, tasa de crecimiento específico en peso de 1.57, 1.45 y 1.35%, velocidad de crecimiento en talla de 0.07, 0.06 y 0.05 cm/día, tasa de crecimiento específico en talla de 0.49, 0.45 y 0.41% y biomasa final de 11.90, 14.70 y 16.39 kg/m<sup>3</sup> para los tratamientos 1,2 y 3 respectivamente.

Para factor de condición SANDOVAL (2010) reporta 2.46, 2.46 y 2.55% y factor de conversión alimenticia 1.64, 1.88 y 2.17. En cuanto a los costos de producción reporta 180.74, 229.16 y 274.73 nuevos soles (S/.) para costo total de producción, 5.04, 5.18 y 5.58 S/. para costo por kilogramo de pez y un beneficio neto de 70.16, 80.24 y 69.42 S/. para los tratamientos 1,2 y 3 respectivamente.

ANDRADE *et al.* (2011) Encontró para gamitana una tasa de crecimiento específico de 2.60 g/día, ganancia de peso diario de 3.53 g/día, no

registró mortalidad, conversión alimenticia de 1.78, con un factor de condición de 1 y una productividad de 1.91 Kg/m<sup>3</sup>, con 21.23% de proteína cruda en la ración, en 7 meses de evaluación, bajo un sistema intensivo en tanque tipo australiano, con densidad de siembra de 2.53 peces/m<sup>3</sup> con peso inicial de promedio de 3 g.

GUTIÉRREZ (2011) Evaluó pacotanas durante 90 días, alimentadas con inclusión del probiótico comercial Amino Plus, conteniendo  $3 \times 10^9$  ufc/ml entre bacterias del género *Lactobacillus streptococcus* y levadura *Saccharomyces cerevisiae*; en niveles de 6, 8 y 10 ml/Kg en el alimento extruido, con densidad de cultivo de 1 pez/m<sup>2</sup>, encontró ganancias de peso individual de 457.5, 532.5, 557.5 g; es decir, 5.08, 5.92, 6.19 g/día; conversión alimenticia de 1.14, 1.11 y 1.05, además tasas de crecimiento en peso de 2.23, 2.39 y 2.43% respectivamente.

SALDAÑA (2011) en su investigación comparó la variación de crecimiento en peso y talla de alevines de *Oreochromis niloticus* durante 90 días, alimentados con dietas conteniendo 2%, 4% y 8% de *Lactobacillus sp.* Enriquecido con proteína hidrolizada de vísceras de *Argopecten purpuratus*, en el cual obtuvo el mayor crecimiento en peso, talla y supervivencia con la dieta enriquecida con 8% de *Lactobacillus sp.* La velocidad de crecimiento en peso mostró una relación directa respecto a la concentración de la bacteria y muy superiores respecto al control.

En cuanto al factor de condición SALDAÑA (2011) no reporta diferencias significativas para ningún tratamiento, además encontró que al añadir la bacteria en el alimento incrementó en el porcentaje de proteína de las dietas, entre 1.21% a 2.41%, al finalizar la evaluación identificó en promedio  $1.5 \times 10^5$  UFC/g en el intestino de los alevines de *Oreochromis niloticus* alimentados con dietas con inclusión del 8% de *Lactobacillus sp.*

LÓPEZ Y CRUZ (2011) evaluaron el comportamiento productivo durante 120 días de tilapia roja (*Oreochromis spp.*), alimentadas con raciones con inclusión de un probiótico comercial y otro con probiótico nativo (*Bacillus subtilis* y *Saccharomyces cerevisiae*), adicionaron 6 g de probiótico nativo ( $8.3 \times 10^8$  UFC/g de *Bacillus subtilis* y  $3.4 \times 10^8$  UFC/g de *Saccharomyces cerevisiae*) o comercial por kg de balanceado; emplearon peces con peso inicial de  $40 \pm 5$  g, reportan al final de la evaluación la colonización de  $4.7 \times 10^7$  UFC/g para bacterias y  $4.9 \times 10^6$  UFC/g para levaduras en el sistema digestivo.

Además LÓPEZ Y CRUZ (2011) encontraron diferencias significativas en cuanto a la ganancia de peso y aumento de longitud estándar entre los tratamientos a partir de los 40 días hasta la culminación de la evaluación, siendo más eficiente la dieta conteniendo el probiótico nativo. Para la conversión alimenticia y sobrevivencia (100% y 97.8% para la ración con probiótico nativo y probiótico comercial respectivamente), también el tratamiento con probiótico nativo fue el mejor; obteniendo una mayor utilidad

neta para el tratamiento con probiótico nativo, incluso frente al tratamiento control.

GONZÁLES *et al.* (2013) Evaluaron el efecto de glucanos a partir de paredes de *Saccharomyces cerevisiae* sobre la respuesta inmune de *Salmo salar*, Las dietas con inclusión de paredes de *Saccharomyces cerevisiae* generaron respuesta inmune significativa con respecto al control, la magnitud de la respuesta aumentó de manera importante a la medida que el tiempo de alimentación fue mayor.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar y fecha de ejecución

El trabajo se ha conducido en las instalaciones piscícolas del Instituto Superior Tecnológico Público Rioja, ubicado en la carretera Rioja-Pósic, en el valle del Alto Mayo, distrito de Rioja, provincia de Rioja, región San Martín; geográficamente se ubica a  $06^{\circ} 02' 00''$  de latitud sur y a  $77^{\circ} 10' 30''$  de longitud oeste; a una altitud de 825 m.s.n.m., temperatura ambiental en promedio de  $25.5^{\circ}\text{C}$ , humedad relativa de 85%, registra una precipitación anual de 1670 mm<sup>3</sup>, lo que califica como clima subtropical semi-húmedo. La investigación tuvo una duración de 90 días, desde el 19 de abril hasta el 17 de julio del 2013.

#### 3.2. Tipo de investigación

La investigación es experimental.

### 3.3. Población y muestra

La muestra empleada en el presente estudio fue de 300 alevinos de gamitana, que corresponden a la población de alevinos producto de la reproducción asistida en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, filial de la Región San Martín

### 3.4. Instalaciones, equipos, materiales e insumos

#### 3.4.1. Instalaciones

El experimento se realizó en un estanque de tierra, con un área total de 250 m<sup>2</sup> y 1.2 m de profundidad.

#### 3.4.2. Equipos

Se usó un oxímetro marca YSI modelo 550A; pH metro; kit para análisis de agua marca LaMotte; ictiómetro de 50 cm; balanza digital marca Aosai con capacidad máxima de 1 kilo y con 0.1 g de precisión y cámara digital marca Canon.

#### 3.4.3. Materiales e insumos

Para las jaulas se utilizó en total 138.5 pies de madera aserrada de 3.5 cm de ancho por 3.5 cm de altura; malla de ½ pulgada de luz y redes de

fibra de plástico; 1.5 kg de clavos de 2.5" y 1 kg de 1"; un martillo; una sierra; una red pequeña para captura de los peces; cuaderno de apuntes; lapicero; calculadora; 12 kg de cal agrícola y 24 kg de gallinaza.

### 3.5. Material biológico

Los peces evaluados fueron de la especie *Colossoma macropomum*, de cuatro meses de edad, con peso promedio inicial de  $70.75 \pm 2.28$  g y  $15.28 \pm 0.18$  cm de talla.

### 3.6. Metodología

#### 3.6.1. Preparación de estanque, jaulas e instalación de las unidades experimentales

El estanque se preparó con 12 kg de cal agrícola como regulador de pH y desinfectante, también se fertilizó con 24 kg de gallinaza, con la finalidad de mejorar la productividad de plancton. Se hizo la estructura para las jaulas con la madera habilitada, luego se fijó a ésta la malla de  $\frac{1}{2}$  pulgada de luz y las redes de fibra de plástico con los clavos de 1", se construyeron en total 20 jaulas de 1 x 1 x 1 m de ancho, alto y largo respectivamente, las unidades experimentales debidamente identificadas se colocaron a 80 centímetros del dique, se reguló la cantidad de agua con ladrillos en la base; de esa manera

tuvieron  $\frac{1}{2}$  m<sup>3</sup> de agua cada una; la densidad de siembra fue de 30 peces/m<sup>3</sup>; es decir, se colocó 15 peces en cada jaula tomados al azar de la muestra.

### 3.6.2. Suministro de alimento

El alimento fue preparado en la Planta de Alimentos Balanceados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, así mismo el análisis químico proximal fueron calculadas en el Laboratorio de Nutrición Animal, de la Facultad de Zootecnia; se usó como probiótico al producto comercial Tecno Plus (levadura *Saccharomyces cerevisiae* seco atomizado) con  $8 \times 10$  UFC/g, el mismo que se mezcló junto con los insumos de la dieta experimental, antes del proceso de peletización.

Los peces en estudio pasaron por un proceso de adaptación a sus dietas respectivas durante 7 días; el cálculo del alimento se hizo cada 15 días según la biomasa, la tasa de alimentación fue de 5, 3 y 2.5% para el primer, segundo y tercer mes de evaluación respectivamente; se les proporcionó con una frecuencia de 3 veces al día, siendo a las 9, 13 y 17 horas.

Cuadro 1. Composición químico proximal de las dietas experimentales.

Ingredientes (%)	Dietas	
	T1 (sin S.c.)	T2 (1 % S.c.)
Harina de maíz	47.50	47.20
Harina de pescado	3.40	3.40
Torta de soya	43.70	43.00
Afrecho de trigo	1.00	1.00
Polvillo de arroz	1.50	1.50
Sal	0.33	0.33
Cloruro de colina	0.10	0.10
Antioxidante	0.15	0.15
L-lisina	0.15	0.15
Fósforo Monodiválcico	1.00	1.00
Carbonato de calcio	1.00	1.00
DL-metionina	0.05	0.05
Pre mezcla (vitaminas y minerales)	0.12	0.12
Probiótico	0.00	1.00
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Composición proximal<sup>1</sup> (%)</b>		
Humedad	6.95	7.25
Materia seca	93.05	92.75
Ceniza	6.34	7.35
Proteína	29.17	30.92
Extracto etéreo	2.88	3.05
Fibra cruda	2.38	3.02
E.L.N.	52.28	48.41

1. datos determinados en el laboratorio de nutrición animal (UNAS)

### 3.6.3. Parámetros biométricos

#### 3.6.3.1. Ganancia de peso individual

Es la diferencia entre el peso final y el peso inicial. Para esto, se sacaron 5 peces de cada unidad experimental de inmediato con una balanza digital, marca Aosai con capacidad máxima de 1 kilo y con 0.1 g de precisión, se registraron los pesos de cada pez; este procedimiento se realizó cada 15 días.

$$GPI = P_{f(g)} - P_{i(g)}$$

Donde:

GPI: Ganancia de peso individual

$P_{f(g)}$ : Peso final en gramos

$P_{i(g)}$ : Peso inicial en gramos

#### 3.6.3.2. Velocidad de crecimiento en peso

Es la diferencia entre los pesos promedios final e inicial entre el tiempo de cultivo. Indica el aumento de peso por unidad de tiempo.

$$VCP(g/día) = \frac{P_{f(g)} - P_{i(g)}}{T(días)}$$

Donde:

VCP (g/día): Velocidad de crecimiento de peso, en gramos por día

T: Tiempo en días

### 3.6.3.3. Tasa de crecimiento específico en peso

Expresa el peso condicionado por los factores ambientales y de manejo, expresado en porcentaje de crecimiento por día (% g/día).

$$TCEP = \frac{\text{Ln}P_f - \text{Ln}P_i}{T(\text{días})} * 100$$

Donde:

TCEP: Tasa de crecimiento específico en peso

Ln: Logaritmo natural

### 3.6.3.4. Consumo de alimento

Es la cantidad de alimento consumido por las unidades experimentales, se calculó primero la biomasa, luego la cantidad de alimento a ofertar, como indica las siguientes fórmulas y se registró el consumo diario de alimento.

- Biomasa

$$B = N^{\circ}P * W_p$$

Donde:

B: Biomasa en kilogramos

N<sup>°</sup>P: Número de peces

W<sub>p</sub>: Peso promedio

- Alimento suministrado

$$AS = \frac{TA * B_{(kg)}}{100}$$

Donde:

AS: Alimento suministrado

TA: Tasa alimentaria

B<sub>(kg)</sub>: Biomasa en kilogramo

#### 3.6.3.5. Conversión alimenticia aparente

Es la relación entre el alimento consumido y la ganancia de peso, el alimento ofrecido se registró todos los días.

$$CAA = \frac{\text{Alimento ingerido (kg)}}{\text{Peso ganado (kg)}}$$

### 3.6.3.6. Ganancia de talla

Este parámetro se obtuvo midiendo la longitud total del pez con un ictiómetro de 50 cm, se sacaron 5 peces de cada unidad experimental de inmediato se registró la talla de cada uno, se realizaron mediciones de talla cada 15 días.

$$GT = T_f - T_i$$

Donde:

GT: Ganancia de talla en centímetros

$T_i$ : Talla inicial (cm)

$T_f$ : Talla final (cm)

### 3.6.3.7. Velocidad de crecimiento en talla

Corresponde a las longitudes totales promedios final e inicial promedios, entre el tiempo de cultivo. Indica el aumento de longitud por unidad de tiempo.

$$VCT(\text{cm/día}) = \frac{T_{f(\text{cm})} - T_{i(\text{cm})}}{T(\text{días})}$$

Donde:

VCT: Velocidad de crecimiento en talla, en centímetros por día

### 3.6.3.8. Tasa de crecimiento específico en talla

Está condicionado por los factores ambientales y de manejo, expresado en porcentaje de crecimiento por día (%).

$$TCE = \frac{\text{Ln}T_f - \text{Ln}T_i}{T(\text{días})} * 100$$

Donde:

TCE: Tasa de crecimiento específico en talla

### 3.6.3.9. Factor de condición

Manifiesta el grado de bienestar o condición somática de una especie en relación al medio donde vive, la alimentación ofertada y el tiempo de crianza.

$$K = \frac{PT}{L^3} * 100$$

Donde:

K: Factor de condición en porcentaje

PT: peso total (g)

L: Longitud total (cm)

### 3.6.3.10. Sobrevivencia

Es el cociente obtenido del número de peces vivos al final entre el número de peces vivos al inicio, se registró los peces que murieron durante el experimento.

$$S(\%) = \frac{PVF}{PVI} * 100$$

Donde:

S (%): Sobrevivencia en porcentaje

PVF: peces vivos al final

PVI: peces vivos al inicio

### 3.6.3.11. Rendimiento productivo

Se calculó el rendimiento productivo por m<sup>3</sup>, a partir de la biomasa total lograda en las unidades experimentales de ½ m<sup>3</sup> al final de la evaluación.

$$Rp = B_f * 2$$

Donde:

Rp: Rendimiento productivo

B<sub>f</sub>: Biomasa final

### 3.6.4. Unidades formadoras de colonia

Los análisis de cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* de las dos raciones evaluadas, del producto comercial Tecno Plus y de los intestinos de los peces se realizaron en el Laboratorio de Referencia Regional de la Dirección Regional de Salud-San Martín en Tarapoto.

#### 3.6.4.1. Toma y envío de muestra de intestino de gamitana

Se tomó al azar 5 peces por cada tratamiento, luego con un bisturí se seccionó en la zona ventral, se hizo un nudo con hilo pabilo en el extremo de los intestinos y se los retiró, de inmediato fueron colocados en una caja de tecnopor con hielo, la muestra fue trasladada hasta el laboratorio mencionado para el análisis microbiológico correspondiente.

#### 3.6.4.1. Análisis microbiológico

Se preparó diluciones de la muestra con agua peptonada al 0.1%, luego se cultivó en agar cloranfenicol-dextrosa y se procedió a incubar durante 3 días, transcurrido este tiempo se contó las unidades formadoras de colonia; el mismo procedimiento se realizó para las muestras de intestino, dietas y producto Tecno Plus, el recuento de UFC se realizó en todo el intestino.

### 3.6.5. Rendimiento económico

Para el cálculo del rendimiento económico se utilizó las siguientes fórmulas:

$$BN_j = PY_j - (CV_j + CF_j)$$

Donde:

$BN_j$ : Beneficio neto en S/. por tratamiento

$j$ : Tratamiento

P: Precio por kg del pescado (S/.)

$Y_j$ : Biomasa final por cada tratamiento (Kg)

$CV_j$ : Costo variable por tratamiento (S/.)

$CF_j$ : Costo fijo por tratamiento (S/.)

$$IR(\%) = \frac{BN}{CT} * 100$$

Dónde:

IR: Índice de rentabilidad o mérito económico en porcentaje

CT: Costo total por tratamiento (S/.)

### 3.6.6. Evaluación de parámetros físico químicos del agua

El monitoreo de la calidad de agua lo realizó la empresa Fish & Acuaculture, con domicilio fiscal en la ciudad de Moyobamba, para el oxígeno

disuelto se usó un oxímetro marca YSI modelo 550A; el pH fue medido con un pH metro digital; los demás parámetros químicos fueron calculados con un kit para análisis de agua marca LaMotte.

### 3.7. Variable independiente

Levadura *Saccharomyces cerevisiae*

### 3.8. Tratamientos

Fueron dos tratamientos, el tratamiento control consistió en una dieta sin la adición del producto comercial Tecno Plus (*Saccharomyces cerevisiae*) y el tratamiento experimental en una dieta enriquecida con Tecno Plus (*Saccharomyces cerevisiae*).

T1: Control, sin *Saccharomyces cerevisiae*

T2: Experimental, dieta enriquecida con 1% de *Saccharomyces cerevisiae*

### 3.9. Croquis de distribución de los tratamientos

T1R2	T1R8	T2R4	T2R9	T1R1	T2R10	T2R8	T2R6	T1R9	T1R6
T1R3	T2R7	T2R3	T1R7	T2R5	T2R2	T1R5	T1R10	T2R1	T1R4

### 3.10. Análisis estadístico

Se usó un diseño completamente al azar; con 2 tratamientos y 10 repeticiones cada uno; haciendo un total de 20 unidades experimentales.

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

Donde:

$Y_{ij}$ : j-ésimo peso en el i-ésimo tratamiento

U: media poblacional

$T_i$ : efecto del i-ésimo tratamiento

$E_{ij}$ : Error experimental

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se usó el paquete estadístico Info Stat 2010, se realizó el análisis de varianza, con una confiabilidad del 95%, los datos se presentan como: promedio  $\pm$  desviación estándar ( $\bar{X} \pm D.E.$ ). Para los parámetros que tienen unidades en porcentaje y datos de colonización (UFC) se realizó la transformación respectiva, luego de hacer la prueba de normalidad, los datos de parámetros expresados en porcentaje que no tienen distribución normal fueron sometidos a transformación angular:

$$\text{arco seno } \sqrt{X}$$

Donde:

X: valor en porcentaje

Para las unidades formadoras de colonia se aplicó transformación logarítmica:

$\text{Log } X$

Donde:

Log: logaritmo

X: unidades formadoras de colonia

El análisis de varianza se hizo con los datos transformados, según las fórmulas mencionadas, ya que se ajustan al origen de los datos; sin embargo, los resultados se presentan en las unidades originales.

### 3.11. Variables dependientes

#### ➤ Parámetros biométricos

- Ganancia de peso individual
- Velocidad de crecimiento en peso
- Tasa de crecimiento específico en peso
- Consumo de alimento
- Factor de conversión alimenticia
- Ganancia de talla
- Velocidad de crecimiento en talla
- Tasa de crecimiento específico en talla
- Factor de condición
- Sobrevivencia

- Rendimiento productivo

- Otros

- Unidades formadoras de colonia

- Rendimiento económico

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Parámetros biométricos

#### 4.1.1. Ganancia de peso y consumo de alimento

En el Cuadro 2 se observa que los pesos iniciales de *Colossoma macropomum* en los dos tratamientos no mostraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ), por lo contrario los pesos finales si muestran diferencias significativas ( $P<0.05$ ), en el consumo de alimento tampoco se encontró diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ); desde luego los mejores valores para los parámetros de este cuadro se aprecia en el tratamiento con la dieta suplementada con 1% de *Saccharomyces cerevisiae*.

En la Figura 2, se presenta las curvas de crecimiento en peso de *Colossoma macropomum* de los dos tratamientos, en los 30 primeros días se observa que el tratamiento alimentado con ración sin adición de *Saccharomyces cerevisiae* es ligeramente superior al tratamiento experimental, luego éste tiende a superar al tratamiento control, siendo más notorio al finalizar el experimento.

En las Figuras 3,4 y 5 se observa la superioridad estadística del tratamiento 2 frente a los resultados del tratamiento 1, para los parámetros de ganancia de peso individual, Tasa de crecimiento específico en peso, velocidad de crecimiento en peso y Conversión alimenticia aparente de *Colossoma macropomum* durante los 90 días de evaluación.

Cuadro 2. Ganancia de peso y consumo de alimento de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

Variables	Unidad	Tratamientos		CV	Significancia
		T1 (sin S.c.)	T2 (1 % S.c.)		
PI	g	71.18±2.71 <sup>a</sup>	70.32±1.19 <sup>a</sup>	3.25	N.S.
PF	g	171.84±2.52 <sup>b</sup>	175.45±2.61 <sup>a</sup>	1.48	*
GPI	g	100.66±1.03 <sup>b</sup>	105.13±2.01 <sup>a</sup>	1.55	*
VCP	g/día	1.12±0.01 <sup>b</sup>	1.17±0.02 <sup>a</sup>	1.54	*
TCEP	%	0.98±0.03 <sup>b</sup>	1.02±0.02 <sup>a</sup>	2.59	*
CA	g/día	45.78±1.66 <sup>a</sup>	46.04±1.44 <sup>a</sup>	3.39	N.S.
CAA	Unid.	2.87±0.12 <sup>b</sup>	2.69±0.13 <sup>a</sup>	4.46	*

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

PI: Peso inicial, PF: Peso final, GPI: Ganancia de peso individual, VCP: Velocidad de crecimiento en peso, TCEP: Tasa de crecimiento específico en peso, CA: Consumo de alimento, CAA: Conversión alimenticia aparente, S.c.: *Saccharomyces cerevisiae*, CV: Coeficiente de variación, N.S.: No significativo, \*: significativo.

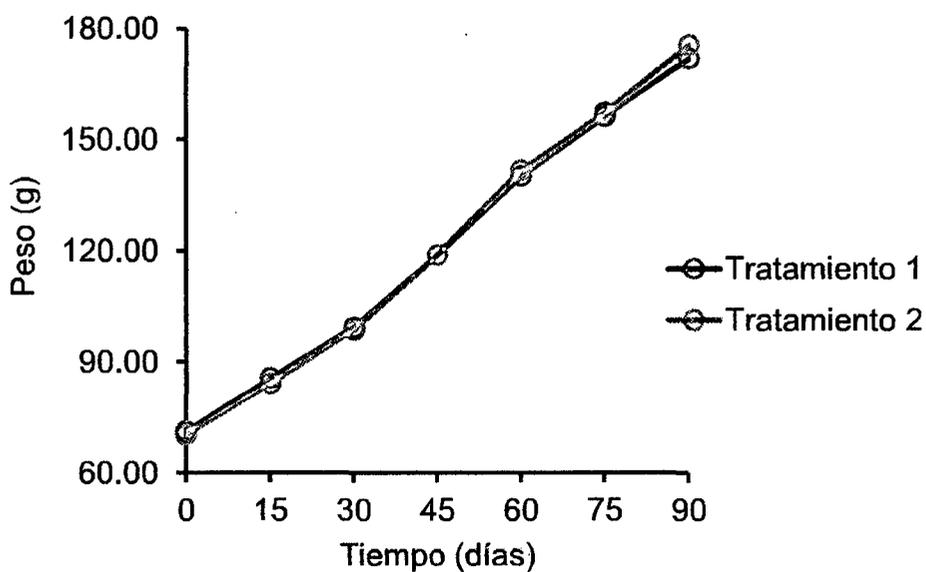


Figura 2. Curva de crecimiento en peso de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

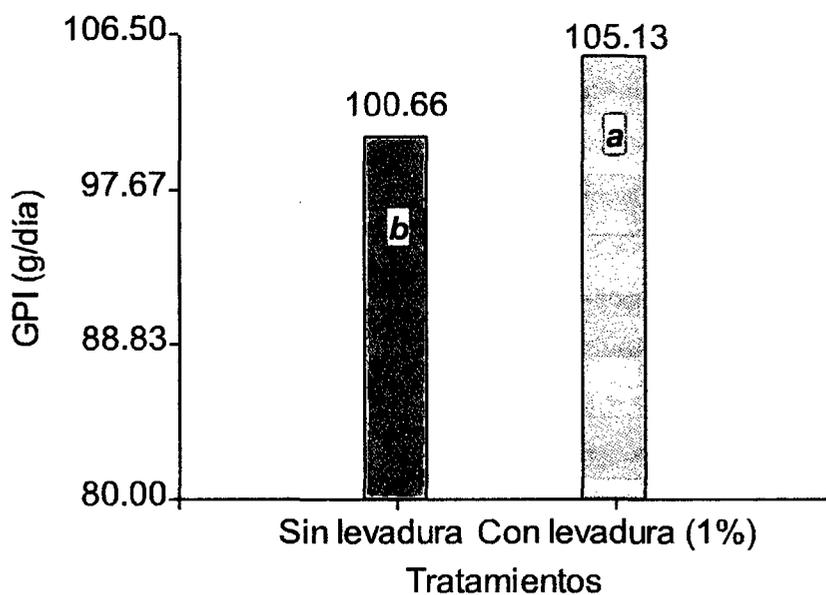


Figura 3. Ganancia de peso individual de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

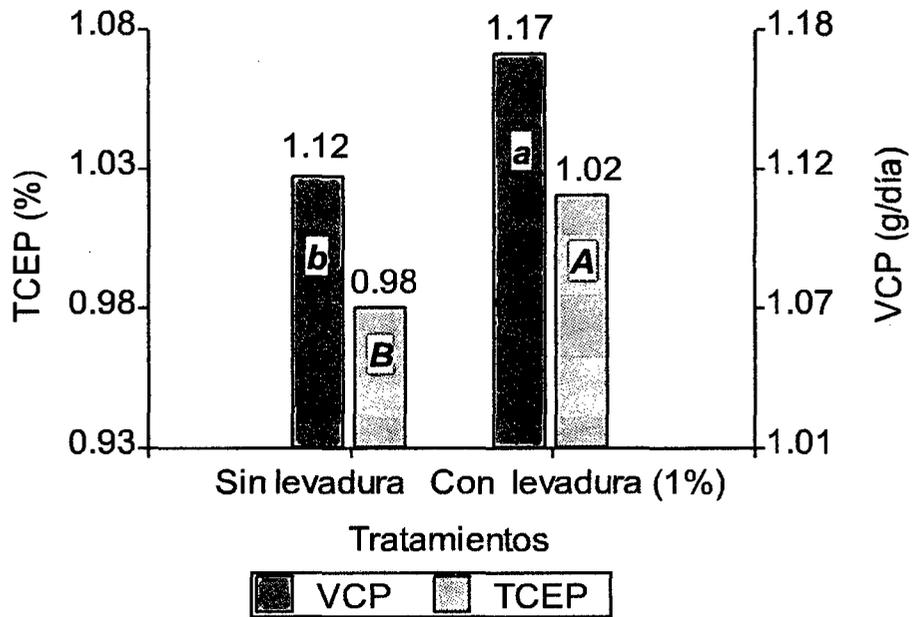


Figura 4. Tasa de crecimiento específico en peso y velocidad de crecimiento en peso de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

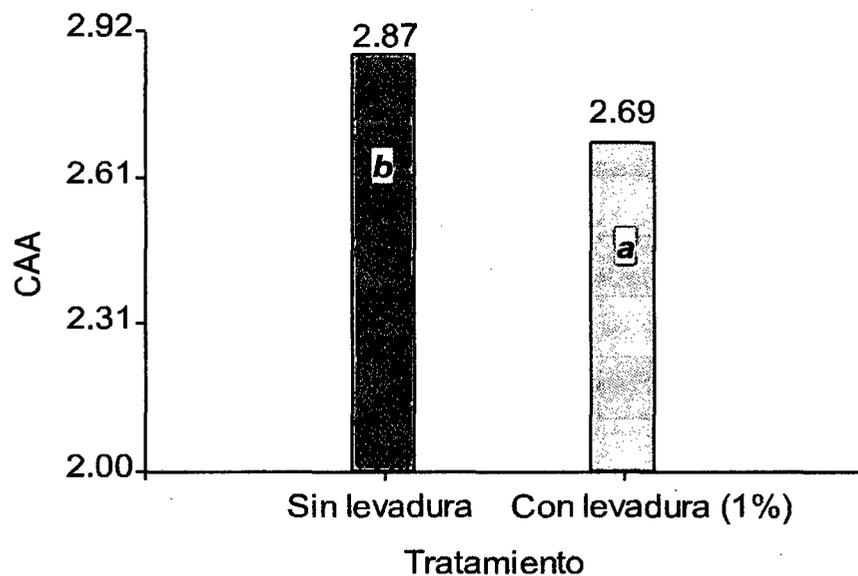


Figura 5. Conversión alimenticia aparente de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

#### 4.1.2. Crecimiento en talla de gamitana

El Cuadro 3 muestra el crecimiento en talla de *Colossoma macropomum*, en el cual se aprecia para talla que ambos tratamientos iniciaron sin diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), pero al finalizar el experimento se encontró diferencias estadísticas significativas ( $P<0.05$ ) para talla final, ganancia de talla, velocidad de crecimiento en talla y tasa de crecimiento específico en talla, siendo el tratamiento alimentado con dieta enriquecida con 1 % de *Saccharomyces cerevisiae* superior al tratamiento control.

Cuadro 3. Crecimiento en talla de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

Variables	Unidad	Tratamientos		CV	P
		T1 (sin S.c.)	T2 (1 % S.c.)		
TI	cm	15.30±0.21 <sup>a</sup>	15.27±0.17 <sup>a</sup>	1.24	N.S.
TF	cm	19.98±0.18 <sup>b</sup>	20.41±0.08 <sup>a</sup>	0.70	*
GT	cm	4.68±0.19 <sup>b</sup>	5.14±0.20 <sup>a</sup>	3.89	*
VCT	cm/día	0.05±0.00 <sup>b</sup>	0.06±0.00 <sup>a</sup>	4.09	*
TCET	%	0.30±0.01 <sup>b</sup>	0.32±0.01 <sup>a</sup>	4.15	*

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $P<0.05$ )

TI: Talla inicial, TF: Talla final, GT: Ganancia de talla, VCT: Velocidad de crecimiento en talla, TCET: Tasa de crecimiento específico en talla, S.c.: *Saccharomyces cerevisiae*, CV: Coeficiente de variación, N.S.: No significativo, \*: significativo.

En la curva de crecimiento en talla (Figura 6) se observa que hasta el primer mes no es notoria la diferencia, luego entre los 30 a 60 días de iniciada la investigación la curva para el tratamiento alimentado con dieta sin adición de *Saccharomyces cerevisiae* es ligeramente superior, pero en el último mes la tendencia de la curva aumenta notoriamente para el tratamiento alimentado con dieta enriquecida con 1 % de *Saccharomyces cerevisiae*.

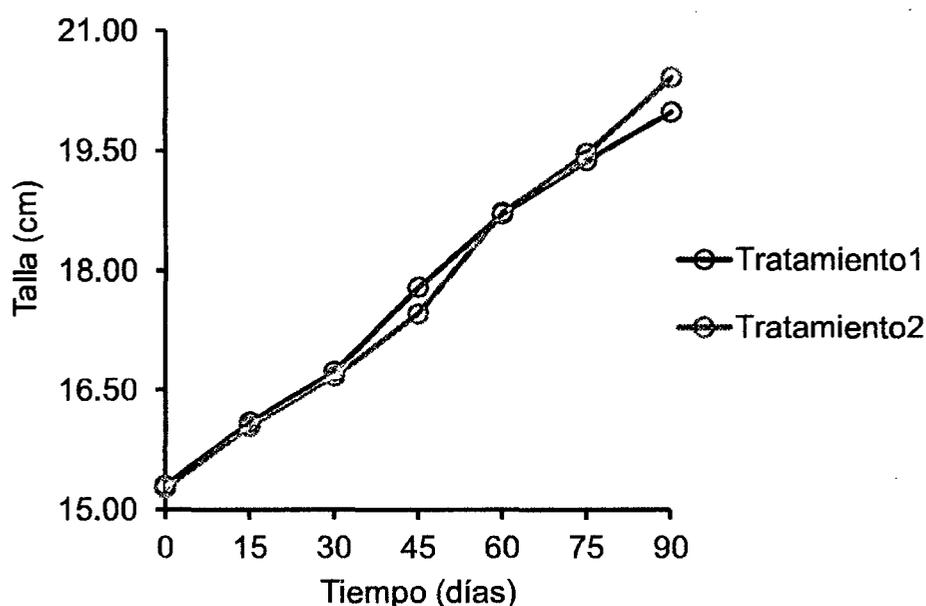


Figura 6. Curva de crecimiento en talla de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

Las Figuras 7 y 8 ilustran las diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) de ganancia de talla, tasa de crecimiento específico en talla y velocidad de crecimiento en talla entre los dos tratamientos, obteniendo los mejores resultados las gamitana alimentada con ración suplementada con probiótico Tecno Plus.

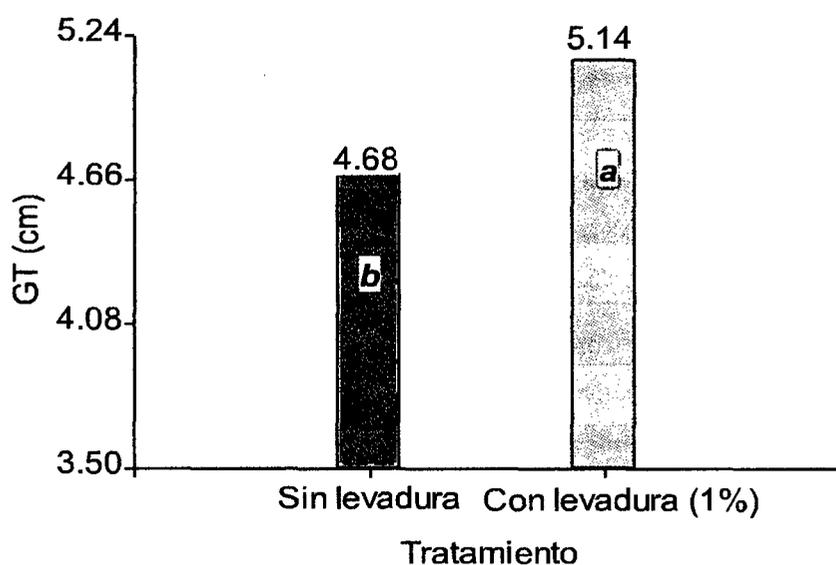


Figura 7. Ganancia de talla de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

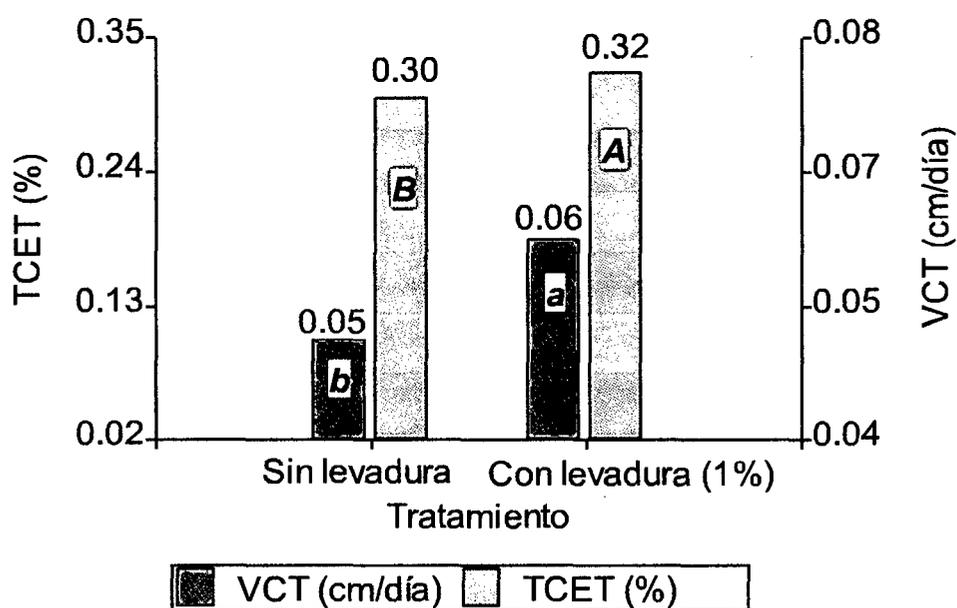


Figura 8. Tasa de crecimiento específico en talla y velocidad de crecimiento en talla de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

#### 4.1.3. Factor de condición, sobrevivencia y rendimiento productivo

En el Cuadro 4 se reporta el factor de condición, sobrevivencia y rendimiento productivo de *Colossoma macropomum*, sólo para el factor de condición (Figura 9) se encontró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo mejor para este parámetro el tratamiento alimentado con una dieta sin adición de *Saccharomyces cerevisiae*, en cuanto a sobrevivencia y rendimiento productivo estadísticamente no se encontró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

Cuadro 4. Factor de condición, sobrevivencia y rendimiento productivo de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

Variables	Unidad	Tratamientos		CV	P
		T1 (sin S.c.)	T2 (1 % S.c.)		
K	%	2.15±0.04 <sup>a</sup>	2.06±0.03 <sup>b</sup>	1.61	*
S	%	97.33±3.44 <sup>a</sup>	98.67±2.81 <sup>a</sup>	3.21	N.S.
Rp	kg/m <sup>3</sup>	5.02±0.21 <sup>a</sup>	5.19±0.18 <sup>a</sup>	3.74	N.S.

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ )

K: Factor de condición, S: Sobrevivencia, Rp: Rendimiento productivo, S.c.: *Saccharomyces cerevisiae*, CV: Coeficiente de variación, N.S.: No significativo, \*: significativo.

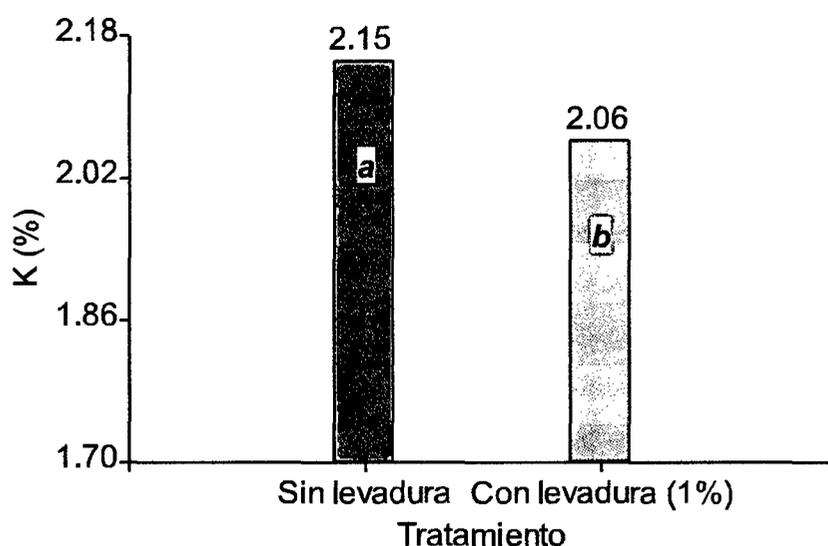


Figura 9. Factor de condición de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

#### 4.2. Unidades formadoras de colonia

En el Cuadro 5 y Figura 10 se observa las unidades formadoras de colonia en las dietas con y sin inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* y en los Intestinos de *Colossoma macropomum*; no se observa diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) con respecto a la colonización del intestino de los peces de los dos tratamientos, pero si hay diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) entre la colonización de la dieta del tratamiento control con la dieta enriquecida con 1% de levadura de cerveza.

Cuadro 5. Unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g) en las dos dietas e intestinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) evaluada durante 90 días.

UFC	T1 (sin S.c.)	T2 (1 % S.c.)	C.V	P
Dieta	130±7 <sup>b</sup>	28000±1400 <sup>a</sup>	7.04	*
Intestino	12300±1374 <sup>a</sup>	12500±1410 <sup>a</sup>	11.23	N.S.

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

UFC: Unidades formadoras de colonia, S.c.: *Saccharomyces cerevisiae*, CV: Coeficiente de variación, N.S.: No significativo, \*: significativo.

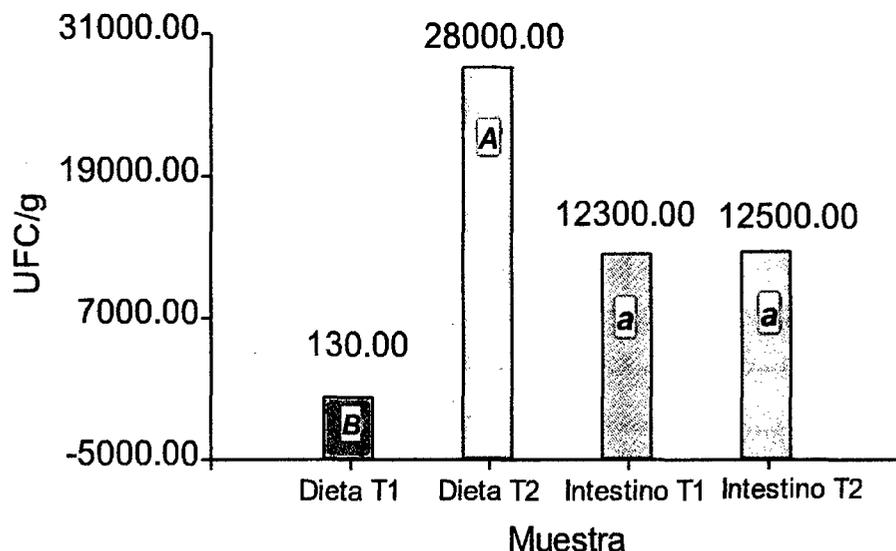


Figura 10. Unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g) en el producto comercial Tecno Plus, las dos dietas evaluadas e intestino de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

## 4.3. Rendimiento económico

Cuadro 6. Análisis económico de la crianza de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

Parámetros	Unidad	Tratamientos		CV	P
		T1 (sin S.c.)	T2 (1 % S.c.)		
CPT	S/.	16.51±0.36 <sup>a</sup>	16.85±0.32 <sup>b</sup>	2.03	*
BF	kg	2.51±0.10 <sup>a</sup>	2.60±0.09 <sup>a</sup>	3.72	N.S.
IT (S/. 9/kg)	S/.	22.58±0.93 <sup>a</sup>	23.37±0.79 <sup>a</sup>	3.75	N.S.
BN	S/.	6.07±0.60 <sup>a</sup>	6.52±0.61 <sup>a</sup>	9.59	N.S.
CPU	S/./kg	6.50±0.14 <sup>a</sup>	6.41±0.17 <sup>a</sup>	2.38	N.S.
UU	S/./kg	2.41±0.14 <sup>a</sup>	2.51±0.17 <sup>a</sup>	6.33	N.S.
IR	%	36.74±2.93 <sup>a</sup>	38.65±3.46 <sup>a</sup>	8.5	N.S.

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

CPT: Costo de producción total, BF: Biomasa final, IT: Ingreso total (S/. 9/kg), BN: Beneficio neto, CPU: Costo de producción unitario, UU: Utilidad unitaria, IR: Índice de rentabilidad, S.c.: *Saccharomyces cerevisiae*, CV: Coeficiente de variación, N.S.: No significativo, \*: significativo.

En cuanto al costo de producción total (Figura 11) existen diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, los menores costos se reportan para el tratamiento con dieta sin adición de *Saccharomyces cerevisiae*, para la biomasa final, ingreso total, beneficio neto, costo de producción unitario, utilidad unitaria e índice de rentabilidad (Cuadro 6). no hay diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ).

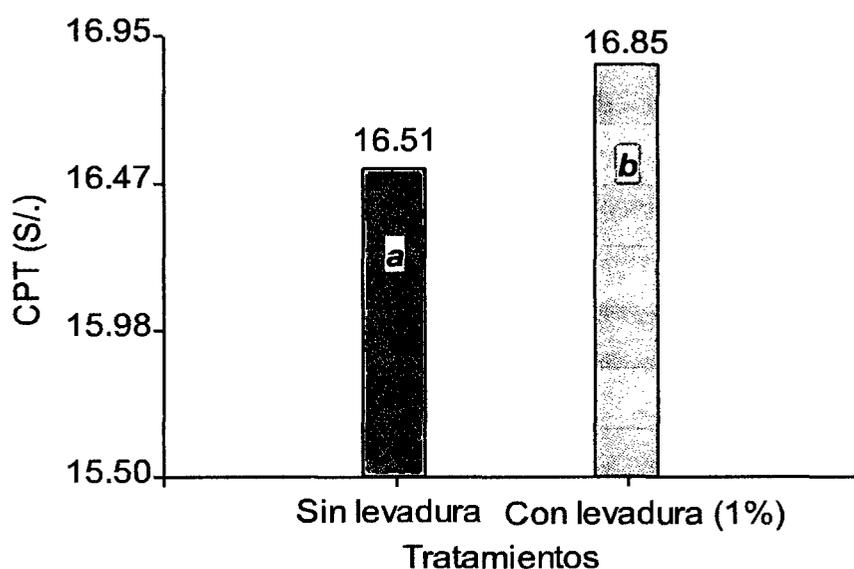


Figura 11. Costo de producción total de gamitana (*Colossoma macropomum*), alimentada con una dieta enriquecida con 1 % de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Parámetros biométricos

#### 5.1.1. Ganancia de peso y consumo de alimento

##### - Ganancia de peso individual

La ganancia de peso individual del tratamiento enriquecido con 1% de levadura de cerveza, es superior al tratamiento control (Cuadro 2) y éste difiere con los resultados obtenidos por GUTIERREZ *et al.* (2003) quienes no reportan diferencias significativas en la ganancia de peso al evaluar un probiótico comercial a base de *Bacillus laterosporus* en *Piaractus brachipomus* con 10 peces/m<sup>2</sup>; además, ambos resultados superan a los valores reportados por SOBERÓN *et al.* (2007) de  $78.77 \pm 9.31$  g, en su estudio con gamitana durante 90 días, con 30 peces/m<sup>3</sup> y peso inicial de  $83.5 \pm 8.64$  g.

En cambio LARA *et al.* (2010a) coincide con los resultados del presente trabajo, indicando que el tratamiento enriquecido con 1% de levadura de cerveza fue mejor que el control sin *Saccharomyces cerevisiae*, dicho autor utilizó  $1 \times 10^6$  UFC/g de *Saccharomyces cerevisiae* frente a una dieta con

mezcla bacteriana y el control. Se puede observar que los mejores resultados se obtienen con levadura de cerveza frente a otros probióticos al igual que en esta investigación, demostrando la eficiencia de este microorganismo en la alimentación de peces.

La mejor ganancia de peso encontrada en este ensayo, con la dieta suplementada con 1% de levadura de cerveza, se debe posiblemente a la acción de la levadura de cerveza, al viabilizar nutrientes en la ración mencionada, los cuales al entrar al tracto gastrointestinal fueron absorbidos con mayor facilidad que los nutrientes de la ración del tratamiento control.

#### - Velocidad de crecimiento en peso

Los resultados de esta investigación para velocidad de crecimiento en peso (Cuadro 2) son inferiores a los valores encontrados por CHU-KOO Y KOHLER (2005) de 3.3 g/día, al evaluar juveniles de gamitana durante 45 días con densidad de siembra de 45.45 peces/m<sup>3</sup> y peso inicial de 61.1 ± 16.9 g, pero superiores al reporte de GONÇALVES (2009) de 0.87 g/día, quien evaluó durante 90 días el efecto de dietas conteniendo probiótico (*Bacillus subtilis*) y alga (*Spirulina máxima*) en gamitana sometidas a estados de estrés por densidad.

#### - Tasa de crecimiento específico en peso

Los valores encontrados de tasa de crecimiento específico en peso de  $2.09 \pm 0.17\%$  por CHU-KOO Y KOHLER (2005), al evaluar juveniles de gamitana durante 45 días, con densidad de siembra de 45.45 peces/m<sup>3</sup> y peso inicial de  $61.1 \pm 16.9$  g, coinciden relativamente con los de GUTIÉRREZ (2011) de 2.23% a 2.43% al evaluar pacotanas durante 90 días alimentadas con probiótico comercial (*Lactobacillus streptococcus* y *Saccharomyces cerevisiae*) en un sistema extensivo.

Los valores de los dos reportes mencionados superan a los valores encontrados en esta evaluación (Cuadro 2), y éstos superan levemente a los resultados de SOBERÓN *et al.* (2007) quien encontró  $0.74 \pm 0.06\%$ , en su estudio en gamitana durante 90 días, con 30 peces/m<sup>3</sup> y peso inicial de  $83.5 \pm 8.64$  g. Como se puede observar, las tasas son variables independientemente de la inclusión de probiótico en la dieta, influenciadas por las condiciones ambientales y manejo en la crianza; los mejores resultados de este ensayo se puede atribuir a la adición de levadura de cerveza en la dieta del tratamiento 2.

#### - Consumo de alimento

En cuanto al consumo de alimento (Cuadro 2) no se encontró diferencias significativas en este experimento; puesto que, ambos tratamientos se mantuvieron dentro de los rangos en cuanto a frecuencia alimentaria,

recomendado por EUFRACIO Y PALOMINO (2004) quienes sugieren frecuencias alimentarias de 3 a 6 veces/ día, y según AQUATECH (2012) tasa de alimentación de 5% a 2.5% para gamitana en crecimiento, no se vio afectado por factores estresantes como la densidad de población, alimentación artificial y el manejo como menciona PÉREZ (2008).

- Conversión alimenticia aparente

LARA *et al.* (2010a) reportan mejor eficiencia alimentaria en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) alimentadas con 1% ( $1 \times 10^6$  UFC/g) de *Saccharomyces cerevisiae* frente a una dieta con mezcla bacteriana y el control; LARA *et al.* (2010b) confirmaron estos resultados al evaluar diferentes niveles de adición de la misma levadura también en tilapia nilótica; de la misma manera LÓPEZ Y CRUZ (2011) concuerdan con su reporte del comportamiento productivo de tilapia roja (*Oreochromis spp.*), alimentadas con raciones con inclusión de un probiótico comercial y otro con probiótico nativo (*Bacillus subtilis* y *Saccharomyces cerevisiae*), en el cual obtuvieron resultados superiores con el probiótico nativo.

Las investigaciones mencionadas verifican lo mencionado por TOVAR *et al.* (2008) que el *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación temprana de peces estimula el metabolismo y con los mejores resultados de conversión alimenticia aparente obtenidos en este ensayo (Cuadro 2), con la dieta enriquecida con 1% de *Saccharomyces cerevisiae* frente al tratamiento

control; pero MEURER *et al.* (2006) no coincide, puesto que, no encontró influencia en los parámetros biométricos con la adición del 0.1% de *Saccharomyces cerevisiae* ( $10^7$  UFC/g) en la ración en alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Los mejores resultados para este parámetro obtenidos con la ración suplementada con levadura de cerveza en este estudio, se puede atribuir al mejoramiento de los procesos metabólicos estimulados por la levadura de cerveza, al fortalecer la flora intestinal, participar en procesos enzimáticos y al mejorar la calidad nutricional de la ración.

#### 5.1.2. Crecimiento en talla de gamitana

##### - Ganancia de talla

TOVAR *et al.* (2008) sustenta que el *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de peces estimula el crecimiento, teoría que es ratificada con la mejor ganancia de talla obtenido en esta investigación (Cuadro 3), con la dieta enriquecida con 1% de levadura de cerveza y coincide con el reporte de SALDAÑA (2011), quien en su investigación comparó la variación de crecimiento en talla de alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*), durante 90 días, alimentadas con diferentes niveles de probiótico (*Lactobacillus sp.*), en el cual obtuvo el mayor crecimiento en talla con la dieta enriquecida con 8% de *Lactobacillus sp.*

- Velocidad de crecimiento en talla

SANDOVAL (2010) reporta velocidades de crecimiento en talla de 0.07, 0.06 y 0.05 cm/día, al evaluar durante 173 días el efecto de la densidad de siembra de 50, 75 y 100 peces/m<sup>3</sup> respectivamente, sobre la producción de *Piaractus brachypomus*, con peso inicial de 15.85 g, usando alimento peletizado con 25.28% de proteína sin adición de probiótico, estos valores concuerdan con los obtenidos en esta investigación (Cuadro 3).

SALDAÑA (2011) confirma el mejor resultado que se obtuvo con la dieta enriquecida con 1% de levadura de cerveza, quien en su investigación comparó la variación de crecimiento en talla de alevinos de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), durante 90 días, alimentadas con diferentes niveles de probiótico (*Lactobacillus sp.*), en el cual obtuvo valores muy superiores en talla con la dieta enriquecida con 8% de *Lactobacillus sp* con respecto al control.

- Tasa de crecimiento específico en talla

TOVAR *et al.* (2004) reportan mayor crecimiento para lubina europea (*Dicentrarchus labrax*) con la levadura *Debaryomyces hansenii* ( $1.1 \times 10^6$  UFC/g) adicionada como ingrediente a la ración, en este experimento también se encontró la mejor tasa de crecimiento específico en talla (Cuadro 3) con la dieta enriquecida con 1% de levadura de cerveza, se puede observar el efecto positivo de las levaduras en el crecimiento de peces.

Sin embargo, estos resultados están por debajo del reporte de SANDOVAL (2010) quien encontró tasas de crecimiento específico en talla de 0.49, 0.45 y 0.41% al evaluar el efecto de la densidad de siembra de 50, 75 y 100 peces/m<sup>3</sup> respectivamente, sobre la producción de *Piaractus brachypomus*, usando alimento peletizado con 25.28% de proteína sin inclusión de probiótico.

Los mejores resultados obtenidos en este ensayo para los parámetros de ganancia de talla, velocidad de crecimiento en peso y tasa de crecimiento específico en talla, posiblemente se debe a la estimulación del crecimiento por parte de la levadura de cerveza, mediante la producción de poliaminas y ésta a su vez promoviendo la proliferación celular y síntesis de proteínas

### 5.1.3. Factor de condición, sobrevivencia y rendimiento productivo

#### - Factor de condición

El factor de condición (Cuadro 4) obtenido en los dos tratamientos superan a los valores obtenidos por SOBERÓN *et al.* (2007), quienes encontraron  $1.65 \pm 0.06\%$ , en su estudio en gamitana durante 90 días, con 30 peces/m<sup>3</sup> y peso inicial de  $83.5 \pm 8.64$  y ANDRADE *et al.* (2011) quienes reportan para gamitana un factor de condición de 1, en su evaluación durante 7 meses, con densidad de siembra de 2.53 peces/m<sup>3</sup>. Pero están por debajo de los valores reportados por SANDOVAL (2010) de 2.46, 2.46 y 2.55%, al evaluar el efecto de la densidad de siembra de 50, 75 y 100 peces/m<sup>3</sup> respectivamente,

con peso inicial de 18.85 g, sobre la producción de *Piaractus brachypomus*, usando alimento peletizado con 25.28% de proteína.

Los diversos valores reportados por los autores mencionados y los de esta investigación, están sujetas a múltiples factores, como ambientales, manejo, ciclo productivo y reproductivo; por lo cual, se puede asumir que sólo reflejan una imagen del momento.

#### - Sobrevivencia

La inclusión del 1% de levadura de cerveza en la ración en este experimento no tuvo efecto significativo en cuanto a sobrevivencia (Cuadro 4), coincidiendo con GUTIERREZ *et al.* (2003), quienes tampoco encontraron diferencias significativas en la sobrevivencia, al evaluar un probiótico comercial a base de *Bacillus laterosporus* en *Piaractus brachypomus*, al igual que MEURER *et al.* (2006) tampoco reportan influencia en la sobrevivencia de la adición del 0.1% de *Saccharomyces cerevisiae* ( $10^7$  UFC/g) en la ración en alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Por otro lado TOVAR *et al.* (2000) en su estudio evaluaron el efecto de las levadura *Saccharomyces cerevisiae* ( $6.3 \times 10^5$  UFC/g), en larvas de lubina europea (*Dicentrarchus labrax*), sí encontraron mayor sobrevivencia en los tratamientos con levadura, también GONÇALVES (2009) evaluó durante 90 días el efecto de dietas conteniendo probiótico (*Bacillus subtilis*) y alga

(*Spirulina máxima*) en gamitana, sometida a estados de estrés por densidad, también encontró que la dieta con probiótico mejoró los índices de sobrevivencia.

Como se observa, existen reportes con levadura de cerveza u otros probióticos, que muestran efectos positivos en cuanto a sobrevivencia, a diferencia de éste y otros que no tuvieron éxito para este parámetro, debiéndose posiblemente a la concentración de UFC del producto usado, forma de adicionar en el alimento o procedencia del microorganismo (nativo o procesado).

#### - Rendimiento productivo

Las cantidades en cuanto a rendimiento productivo alcanzadas en este ensayo (Cuadro 4) superan a los resultados obtenidos por ANDRADE *et al.* (2011), quienes encontraron para gamitana una productividad de 1.91 Kg/m<sup>3</sup>, alimentadas con 21.23% de proteína cruda en la ración, en 7 meses de evaluación, con densidad de siembra de 2.53 peces/m<sup>3</sup> y peso inicial de promedio de 3 g; pero son inferiores a los obtenidos por SANDOVAL (2010) de 11.90, 14.70 y 16.39 kg/m<sup>3</sup> para los tratamientos de 50,75 y 100 peces/m<sup>3</sup> respectivamente, al evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre la producción de *Piaractus brachypomus*, usando alimento peletizado con 25.28% de proteína sin inclusión de probiótico.

Este parámetro en peces está condicionado a la densidad de crianza y a las condiciones medioambientales, como se aprecia SANDOVAL (2010) obtuvo mejor rendimiento productivo con la mayor densidad de crianza (100 peces/m<sup>3</sup>); es decir, la gamitana es posible criar a altas densidades, por ende obtener excelente rendimiento productivo.

## 5.2. Unidades formadoras de colonia

TOVAR *et al.* (2000) en su estudio en lubina europea (*Dicentrarchus labrax*) usó  $6.3 \times 10^5$  UFC/g de *Saccharomyces cerevisiae*; MEURER *et al.* (2006) también incorporaron *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con  $10^7$  UFC/g de concentración; y LARA *et al.* (2010a) adicionó a la ración 1% de *Saccharomyces cerevisiae*, conteniendo  $1 \times 10^6$  UFC/g.

Luego LÓPEZ Y CRUZ (2011) evaluaron el efecto de un probiótico nativo en tilapia roja (*Oreochromis spp.*), a base de *Bacillus subtilis* y *Saccharomyces cerevisiae*, adicionando 6 g de este probiótico con concentraciones de  $8.3 \times 10^8$  UFC/g de *Bacillus subtilis* y  $3.4 \times 10^8$  UFC/g de *Saccharomyces cerevisiae*. La colonización del producto comercial Tecno Plus de levadura de cerveza ( $8 \times 10$  UFC/g), es inferior a las concentraciones usadas en los estudios mencionados, también está por debajo de la recomendación de LÓPEZ Y CRUZ (2011), quienes sugieren que el uso de probióticos debería estar en concentraciones no menores a  $1 \times 10^6$  UFC/g.

En esta investigación la colonización en el intestino de gamitana (Cuadro 5) alimentadas con dieta sin adición de levadura de cerveza, es menor numéricamente, pero sin diferencias estadísticas significativas a los resultados obtenidos con la dieta enriquecida con 1% de levadura de cerveza, siendo los dos superiores al reporte de MEURER *et al.* (2006) de  $1.79 \times 10^3$  UFC/g, al evaluar durante 29 días la adición del 0.1% de *Saccharomyces cerevisiae* ( $10^7$  UFC/g), en la ración para alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Pero inferiores al reporte de SALDAÑA (2011) quien en su estudio en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), durante 90 días, usando *Lactobacillus sp.* enriquecido con proteína hidrolizada, identificó para los peces alimentados con una dieta conteniendo el 8% del probiótico, una colonización en el intestino de  $1.5 \times 10^5$  UFC/g, y también a los resultados obtenidos por LÓPEZ Y CRUZ (2011) el intestino de tilapia roja de  $4.9 \times 10^6$  UFC/g.

En esta investigación se confirma lo mencionado por TOVAR *et al.* (2008) que el *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación temprana de peces produce la colonización del tracto digestivo; por lo cual, se puede asumir la posibilidad de presencia de poliaminas, según lo propuesto por TABOR Y TABOR (1985) y PÉREZ (2008) quienes mencionan que las poliaminas, las cuales son derivados de aminoácidos de las propia levadura de cerveza (FOLCH *et al.*, 2004) están presentes en tejidos con alto recambio celular y de crecimiento, como lo es el intestino.

La colonización en las dietas (Cuadro 5) sí presentó diferencia estadística; mas no así en el intestino, por lo tanto, se puede asumir que la levadura viabilizó los nutrientes de la dieta, ya que en los parámetros de peso y talla el tratamiento con adición de levadura presenta mejores resultados.

### 5.3. Rendimiento económico

En esta investigación sólo se encontró diferencias significativas en cuanto a costos de producción total (Cuadro 6), por otro lado SANDOVAL (2010) al evaluar diferentes densidades de paco en un sistema intensivo, encontró 5.04, 5.18 y 5.58 S/./kg para costo de producción unitario y un beneficio neto de 70.12, 80.24 y 69. 42 S/. para densidades de 50, 75 y 100 peces/m<sup>3</sup>, los costos unitarios que reporta este autor son menores, pero los beneficios netos son superiores a los alcanzados en este ensayo.

En este experimento el costo unitario es superior y el índice de rentabilidad inferior (Cuadro 6), en contraste con una crianza a bajas densidades como reporta REBAZA *et al.* (2008) quienes encontraron para gamitana 3.68 S/./kg para costo unitario y un margen de ganancia de 84%, con densidad de siembra de 1 pez/m<sup>2</sup>.

La ausencia de diferencias estadísticas en cuanto a utilidad entre tratamientos de este estudio, se debe posiblemente al tiempo y fase de evaluación (fase de crecimiento), siendo en la fase de engorde el aumento significativo de biomasa, lo cual significaría mayor beneficio neto.

## VI. CONCLUSIONES

- La dieta enriquecida con 1% de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), mejoró los parámetros biométricos de gamitana (*Colossoma macropomum*), en cuanto a ganancia de peso individual, ganancia de talla, velocidad de crecimiento en peso y talla, tasa de crecimiento específico en peso y talla, conversión alimenticia aparente, pero no mostró efecto significativo en el consumo de alimento, sobrevivencia, factor de condición y rendimiento productivo.
- La colonización de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta enriquecida con 1% de probiótico comercial Tecno Plus (*Saccharomyces cerevisiae*) fue mayor, pero en el intestino de gamitana (*Colossoma macropomum*) no presentó diferencias en unidades formadoras de colonia.
- La adición de 1% de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de gamitana (*Colossoma macropomum*), no tuvo impacto económico significativo.

## VII. RECOMENDACIONES

- Investigar el efecto y colonización de *Saccharomyces cerevisiae* en peces amazónicos durante las diferentes fases de sus ciclos de producción.
- Realizar ensayos del nivel óptimo de inclusión del probiótico comercial Tecno Plus en la alimentación para peces.
- Investigar el efecto del probiótico comercial Tecno Plus (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre los parámetros zootécnicos de producción y reproducción de otras especies acuícolas y/o domésticas de impacto comercial, que son susceptibles a estados de estrés o demandan altos niveles nutricionales.
- Verificar la distribución de las unidades experimentales, repeticiones y tratamientos, de tal manera que no tengan influencia entre ellos alterando los resultados.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the effect of a diet enriched with 1% dietary yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on the biological response of gamitana (*Colossoma macropomum*) in the growth phase. The trial was conducted in the district of Rioja, San Martin. Three hundred  $70.8 \pm 2.3$  g average weight and  $15.3 \pm 0.18$  cm length fish was used on a completely randomized design with 2 treatments (T1: not *Saccharomyces cerevisiae* and T2: diet enriched with 1% *Saccharomyces cerevisiae*) and 10 replicates each. Fish was cultivated in an earthen pond with a density of 30 fishes/m<sup>3</sup>, the feeding rate was 5, 3 and 2.5% for the first, second and third month assessment respectively, with a food frequency 3 times day, at 9, 13 and 17 hours. Weight and height were recorded every 15 days and weight gain (GP), height gain (WG), apparent feed conversion (CAA), condition factor (K), feed intake (CA), survival (S) and yield was calculated (Rp), also counting colony forming units (CFU) of *Saccharomyces cerevisiae* in the diet and intestine were recorded at the end of test. Statistical difference ( $P < 0.05$ ) for GP, GT, CAA and K, except CA, S and Rp ( $P > 0.05$ ) were found. Colonization in the diets were statistically different ( $P < 0.05$ ), but in the gut of gamitanas no differences ( $P > 0.05$ ) were found as well as in terms of economic indicators. The addition of 1% of *Saccharomyces cerevisiae* in the diet improved GP, GT

and CAA and increased colonization of *Saccharomyces cerevisiae* in the diet of T2.

Keywords: gamitana, yeast, probiotic, biological response.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGHDAMSHAHRIAR, H., NAZER, A., AHMADZADEH, A. 2006. The effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in replacement fish meal and poultryby product protein in broiler diets. XII European Poultry Conference, Verona, Italia. 5 p.
- ALIAGA, C. 2004. Variabilidad genética de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* en la región del Alto Madera (Amazonía boliviana) para el análisis del polimorfismo de la longitud de secuencias intrónicas (EPIC-PCR). Tesis biólogo. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andres. 103 p.
- ANDRADE, G., MÉNDEZ, Y., PERDOMO, D. 2011. Engorde experimental de cachama (*Colossoma macropomum*) en la Estación Local El Lago, estado Zulia, revista Zootecnia Tropical, Venezuela, 29(2): 213-218.
- AQUATECH, 2012, Alimento extruido para acuicultura. [En línea]: (<http://www.naltech.com.pe/documentos/productos/producto-19.pdf>, documento, 16 agosto 2012).
- ARROBO, A., PEÑAFIEL, C. 2008. Evaluación de amaranto (*Amaranthus caudatus*) como alternativa alimenticia en tilapia roja (*Oreochromis sp.*) y cachama (*Colossoma macropomum*) en santo domingo de los Tsáchilas. Informe técnico. Santo Domingo. Escuela Politécnica del Ejército. 169 p.

- BERGEY, L. 1994. Bergey's Manual of Systemic Bacteriology. Noel. R. Krieg (ed.) Editorial Williams & Wilkins Baltimore. London. 8: 4-6 p.
- BERGOT, F., BREQUE, J. 1983. Digestibility of starch by rainbow trout, effects of the physical state of starch and of the intake level. *Aquaculture*. 34: 203-212.
- BRAUM, E., JUNK, W. 1982. Morphological Adaptation of two Amazonian Characoids (Pisces) For surviving in Oxygen Deficient Water. *Internationale Rivue Der Gesamten Hydrobiologie*. 67(6): 869-886.
- CASTRO, M., RODRÍGUEZ F. 2005. Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. , [En línea]: ([http://200.75.42.3/sitioweb/Archivos/oferta/v6n1\\_p26\\_38\\_levaduras\\_proprevioticpdf.pdf](http://200.75.42.3/sitioweb/Archivos/oferta/v6n1_p26_38_levaduras_proprevioticpdf.pdf). Revista corpoica, 12 de septiembre de 2012).
- CARMONA, J., 2008. Efecto de la poliaminas sintéticas sobre la expresión del gen codificante para la colecistokinina en cultivos delulares primarios del epitelio gástrico del huachinango *Lutjanus peru*. Tesis de maestría, programa de post grado, UABCS.
- CHU-KOO, F. Y KOHLER, C. 2005, factibilidad del uso de tres insumos en dietas para gamitana (*Colossoma macropomum*). En: biología de las poblaciones de peces de la amazonia y piscicultura, Ed. por J. Renno, C. Garcia, F. duponchelle y J. Nuñez. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Iquitos-Perú, p. 184-191.
- COWEY, C. 1980. Protein metabolism in fish, In protein deposition in animals, edited by butterfly, P. and Lindsay, D. Butterworths, London. p 271-278.
- EUFRACIO, P., PALOMINO, R. 2004. Manual de cultivo de gamitana. [En

- línea]:([http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMEN U4/manual\\_gamitana.pdf](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMEN U4/manual_gamitana.pdf), manual, 30 agosto 2012).
- FANGE, R. Y GROVE, D. 1979. Digestion. En " Fish Physiology"; Eds. Hoar, W. S.; Randall, D. y Brett, J.R. Academic Press. New York. p 178-189.
- FOLCH, J., GARAY, A., LLEDÍAS F., COVARRUBIAS A. 2004. La respuesta a estrés en la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Revista latinoamericana de microbiología, México. 46(1-2):24-46.
- GATESOUBE J. 2007. Live yeasts in the gut: Natural occurrence, dietary introduction, and their effects on fish health and development. *Aquaculture*, 267(1-4):20-30.
- GONÇALVES, A. 2009. Hematología e macrófagos policariontes em *Colossoma macropomum*, mantidos em duas densidades de estocagem, alimentados com dieta contendo probiótico e espirulina. Tesis doctorado, São Paulo, Brasil. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 79 p.
- GONZÁLEZ, B., GÓMEZ, M., JIMÉNEZ, Z. 2003. Bacteriocinas de probióticos. *Revista Salud Pública y Nutrición*. México. 4(2):1-8.
- GONZALEZ, J. Y HEREDIA, B. 2006. El cultivo de la Cachama (*Colossoma macropomum*). FONAIAP - Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias – Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Guárico. Guárico, Venezuela. 133 p.
- GONZÁLES K., PAREDES M., MEDINA K., HERNÁNDEZ A., BRAVO S. Efecto de la alimentación suplementada con fracciones de paredes celulares de *Saccharomyces cerevisiae*, sobre la alimentación inmune

- en *Salmo salar*. En: Ciencia y tecnología para una acuicultura sostenible-resúmenes del IV congreso nacional de acuicultura. (Universidad Católica de Temuco, Chile) 2013. Puerto Montt, Chile. Ediciones Universidad Austral de Chile. p. 181-185.
- GUTIERREZ J., MOJICA H., QUINTERO L. 2003. Evaluación del crecimiento de alevines de cachama blanca *Piaractus brachypomus* con el uso de un probiótico. [En línea]: ([http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS\\_VALIDAS/pdfs/Guti%C3%A9rez.pdf](http://www.iiap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS_VALIDAS/pdfs/Guti%C3%A9rez.pdf), Artículo científico, 02 octubre 2013).
- GUTIÉRREZ, Y. 2011. Efecto de la inclusión de probiótico comercial (Amino Plus) en el alimento extruido sobre el crecimiento del híbrido "pacotana" (*Piaractus brachypomus* ♀ x *Colossoma macropomum* ♂), durante la fase juvenil. Tesis ing. Agroindustrial. Puerto Maldonado, Perú. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. 87 p.
- HIDALGO, F., ALLIOT, E. 1987. La digestión en los peces. En: Nutrición en acuicultura I. Ed. Por J. Espinoza de los Monteros y U. Labarta, Madrid, Industrias Gráficas España, S.L., Madrid, p. 85-95.
- HIGUEROA, M. – CAICIT. 1987. Requerimientos de proteína y aminoácidos en peces. En: Nutrición en acuicultura II, Ed. Por J. Espinoza de los Monteros y U. Labarta, Madrid, Industrias Gráficas España, S.L., p. 53-84.
- INABA D., OGINO C., TAKAMATSU C., UEDA T., KUROKAWA K. 1963. Digestibility of dietary components in fishes-II. Digestibility of dietary protein and starch in rainbow trout. Bull. Jap. Sci. Fish., 29(3): 242-244.

INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM-ITIS. 2012, [En línea]:

([http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=639908](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=639908), taxonimis serial N°: 639908, 30 de agosto de 2012).

IRIANTO, A., AUSTIN, B. 2002. Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Journal of Fish Diseases. 25: 333-342.

KONECKI, D., KRAMER, G., PINPHANICHAKARN, P., HARDESTY, B. 1975. Polyamines are necessary and Biophysics. 169: 192-198.

LARA, M., OLIVERA, L., OLVERA, 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. México. 2(4): 93-101.

LARA M., OLIVERA L. Y OLVERA M. 2010b. Nivel óptimo de inclusión de una levadura probiótica (*Saccharomyces cerevisiae*, SC 47) como promotor de crecimiento para tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), en: avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), Artículo Científico. México. 22p.

LÓPEZ, B., CRUZ, L. 2011, Elaboración de un probiótico a base de microorganismos nativos y evaluación de su efecto benéfico al proceso digestivo de la tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en etapa de engorde en la zona de santo domingo. Informe Técnico, Santo Domingo, Ecuador. 109 p.

LOUBENS, G., PANFILI, J. 2001. Biologie de *Piaractus brachypomus*

(Teleostei: Serrasalminidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne). Ichthyol. Explor. Freshwaters. 12: 51-64.

LUQUET P. 1976. Alimentation proteique et alimentation energetique des poissons de mer . Oceanis, 2(5): 131-139.

MEURER F., HAYASHI C., DA COSTA M., MAUERWERK V., FRECCIA A. 2006. Utilização de *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual submetidas a um desafio sanitário. Revista Brasileira de Zootecnia., Brasil. 35(5): 1881-1886.

MORIARTY, D. 1999. Disease Control in Shrimp Aquaculture with Probiotic Bacteria. En: Proceedings of the 8th International Symposium in Microbiology. Bell, C., Brylinsky, M. and Johnson, G., (Eds.), Atlantic Canada Society for Microbial Ecology. Halifax, Artículo Científico. Australia, Canadá. 7 p.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE GASTROENTEROLOGÍA-OMG, 2008, Probióticos y Prebióticos, [En línea]: ([http://translate.google.com.pe/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.worldgastroenterology.org/assets/downloads/en/pdf/guidelines/19\\_probiotics\\_prebiotics.pdf](http://translate.google.com.pe/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.worldgastroenterology.org/assets/downloads/en/pdf/guidelines/19_probiotics_prebiotics.pdf), Guía Práctica, 14 septiembre 2012)

ORTIZ, L., 2012, Requerimientos nutricionales para alevines de algunas especies piscícolas, [En línea]: (<http://es.scribd.com/doc/65128107/75/REQUERIMIENTOS-NUTRICIONALES-PARA-ALEVINES-DE-ALGUNAS-ESPECIES-PISCICOLAS>), Manual de Piscicultura, 16 agosto 2012).

- PADILLA, P., ALCÁNTARA, F. Y GARCÍA J, 2000, Sustitución de la harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*. Folia Amazónica. Iquitos, Perú. 10(1-2): 225-240.
- PADILLA, P. 2000. Efecto del contenido proteico y energético de dietas en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*). Folia Amazónica. 10(1-2): 81-90.
- PERALTA, M., MIAZZO, R., NILSON, A. 2008. Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de pollos de carne. Revista Electrónica de Veterinaria. Córdoba, Argentina. 9(10): 1-11.
- PÉREZ H. 2008. Criterios de selección y mecanismos de acción de cepas de levadura para uso como aditivo probiótico en animales. [En línea]: (<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/2231/223120667006.pdf>, Artículo científico. 15 julio 2012).
- PINEDA, H., RESTREPO, L., OLIVERA, M. 2002. Comparación morfométrica entre machos y hembras de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) mantenidos en estanque. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Colombia. 17(4):24-29.
- REBAZA, C., VALDIVIESO, M., REBAZA, M., CHU-KOO, F. 2008, Análisis económico del cultivo de gamitana *Colossoma macropomum* y paco *Piaractus brachipomus* usando una dieta extrusada comercial en Ucayali. Folia Amazónica. Iquitos, Perú. 17(1-2):7-14.
- REED, G. Y NAGODAWITHANA, T. 1991. Yeast technology (2nd edn), Van Nostrand Reinhold. New York. p. 315–368.

- RONNESTAD, I. 2002. Control and efficiency of digestive function of marine fish larvae. In: Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. (3-6 setiembre 2002). Cancún, Quintana Roo, México.
- SAHOO, P., MUKHERJEE, S. 2001. Effect of dietary  $\beta$ -1,3 glucan on immune responses and disease resistance of healthy and aflatoxin B1-induced immunocompromised rohu (*Labeo rohita* Hamilton). Fish shellfish Immunol. 11:683-695.
- SANDOVAL E. 2010, Evaluación de tres densidades de cultivo de *Piaractus brachypomus* (paco) bajo el sistema BVAD (bajo volumen alta densidad) en la Laguna los Milagros. Tesis ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de La Selva. 51 P.
- SALDAÑA G. 2011. Efecto de dietas con diferentes concentraciones de *Lactobacillus sp.* Enriquecido con proteína hidrolizada de vísceras de *Argopecten purpuratus*, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* en laboratorio, tesis doctor en ciencias biológicas. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 72 p.
- SMITH R. 1971. A method for measuring digestibility and metabolizable energy of fish feeds. Prog. Fish cult.. 33:132-134.
- SOBERÓN, L., CHU-KOO F. ALCANTARA F. 2007. Parámetros hematológicos, crecimiento y composición corporal de juveniles de gamitana *Colossoma macropomum* (cuvier, 1818) cultivados en tres densidades. Folia Amazónica. Iquitos, Perú.16 (1-2):35-45.
- TABOR C. Y TABOR H. 1985. Polyamines in Microorganisms, [En línea]:

- (<http://archimer.ifremer.fr/doc/2004/publication-831.pdf>, microbiological reviews. 49(1):81-99.
- TECNONATURA S.A. Av. Archipiélago Mz. C Lote 9 Huachipa, Lurigancho, Lima-Perú.
- TOVAR, D., ZAMBONINO-INFANTEJ, CAHUC, GATESOUBE, F., VÁZQUEZ-JUÁREZ, R. 2000, Efecto de la administración de levaduras en, el proceso de maduración del tracto digestivo de peces. Artículo Científico. México. 14 p.
- TOVAR-RAMÍREZ, D., ZAMBONINO J., CAHU C., GATESOUBE F., VÁZQUEZ-JUÁREZ R. (2004). Influence of dietary live yeast on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larval development. Aquaculture. México. 234(1-4):415- 427.
- TOVAR-RAMIREZ, D., REYES-BECERRIL, M., GUZMÁN-VILLANUEVA L., GLEAVES-LÓPEZ, V., CIVERA-CERECEDO, R., ASCENCIO-VALLE, F., BARBOSA-SOLOMIEU, V., GISBERT-CASAS, E., ANDREE K., ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, C., MOYANO-LOPEZ, F., ORTÍZ-GALINDO, J., HINOJOSA-BALTAZAR, P., GUTIERREZ-RIVERA, J., MILLÁN-MARTÍNEZ, A. Y LINARES-ARANDA, M. 2008, Probióticos en acuicultura: avances recientes del uso de levaduras en peces marinos. Artículo Científico, México. 21 p.
- WALTON, M. 1987. Metabolismo de proteínas y aminoácidos en peces. En: : Nutrición en acuicultura I. Ed. Por J. Espinoza de los Monteros y U. Labarta, Madrid, Industrias Gráficas España, S.L., Madrid, p. 225-228.
- WANG, Y., LEE, M., NAJIAH, M., SHARIFF, Y., HASSAN, M., 2000. A new

bacterial white spot syndrome (BWSS) in cultured tiger shrimp *Penaeus monodon* and its comparison with white spot syndrome (WSS) caused by virus. *Dis. Aquatic Organisms. Revista.* 41:9-18.

WOYNAROVICH A., 1998. Reproducción artificial de las especies *Colossoma* y *Piaractus*. Guía detallada para la producción de alevinos de gamitana, paco y caraña. Graphic corporation enriques S.A.C. Lima. 67 p.

ZAMORA, S. Y ECHEVARRIA – CAICIT. 1987. Los hidratos de carbono en la nutrición de peces. En: *Nutrición en acuicultura II*. Ed. Por J. Espinoza de los Monteros y U. Labarta, Madrid, Industrias Gráficas España, S.L., Madrid, p. 167-172.

ANEXO

Cuadro 1. Registro de pesos (g) de gamitana (*Colossoma macropomum*) del tratamiento 1, durante los 90 días de evaluación.

Repetición	Tiempo (días)						
	0	15	30	45	60	75	90
1	70.60	85.40	97.78	116.70	138.66	153.50	169.86
2	66.34	83.20	96.04	115.50	136.90	152.30	167.52
3	70.70	84.20	99.20	119.50	139.36	155.70	171.32
4	71.22	85.70	98.96	118.30	138.82	154.40	170.74
5	68.34	82.30	96.22	115.60	138.84	153.20	169.74
6	70.08	85.60	98.78	118.70	139.36	157.90	172.66
7	72.54	86.50	101.64	121.20	141.14	158.00	173.88
8	71.90	84.50	100.02	120.00	140.44	157.30	172.54
9	74.46	87.60	102.20	121.40	141.44	158.60	174.00
10	75.64	90.10	102.36	121.50	145.02	160.70	176.14

Cuadro 2. Registro de pesos (g) de gamitana (*Colossoma macropomum*) del tratamiento 2, durante los 90 días de evaluación.

Repetición	Tiempo (días)						
	0	15	30	45	60	75	90
1	69.90	84.50	98.12	118.40	141.40	155.60	174.46
2	73.62	90.00	102.14	122.60	148.04	165.00	180.42
3	70.30	85.50	98.18	119.70	141.36	156.60	175.58
4	70.62	84.50	98.30	118.20	141.82	157.80	176.62
5	68.34	81.60	97.06	116.70	138.20	154.20	173.56
6	68.06	80.40	96.98	115.20	140.60	155.80	174.76
7	68.66	81.70	98.40	118.20	141.18	156.30	176.24
8	69.98	80.00	97.90	119.80	138.26	153.50	171.24
9	72.54	87.50	100.04	120.60	145.64	161.00	178.20
10	71.20	85.30	99.02	119.20	139.54	155.30	173.40

Cuadro 3. Registro de tallas (cm) de gamitana (*Colossoma macropomum*) del tratamiento 1, durante los 90 días de evaluación.

Repetición	Tiempo (días)						
	0	15	30	45	60	75	90
1	15.12	16.12	16.68	17.71	18.48	19.20	19.84
2	15.06	15.80	16.24	17.60	18.38	19.12	19.78
3	15.66	16.00	16.74	17.82	18.70	19.30	19.90
4	15.28	16.10	16.70	17.70	18.74	19.25	19.82
5	15.03	15.92	16.30	17.60	18.70	19.30	19.80
6	15.28	16.10	16.62	17.80	18.72	19.52	20.04
7	15.20	16.30	17.06	17.94	18.82	19.50	20.00
8	15.48	16.00	16.84	17.73	18.76	19.45	20.10
9	15.38	16.25	17.10	18.00	18.86	19.54	20.30
10	15.50	16.40	17.08	18.00	18.90	19.60	20.22

Cuadro 4. Registro de tallas (cm) de gamitana (*Colossoma macropomum*) del tratamiento 2, durante los 90 días de evaluación.

Repetición	Tiempo (días)						
	0	15	30	45	60	75	90
1	15.26	16.21	16.44	17.45	18.70	19.41	20.36
2	15.50	16.45	17.10	18.00	18.92	19.84	20.52
3	15.20	16.32	16.34	17.40	18.64	19.51	20.32
4	15.28	16.10	16.60	17.50	18.78	19.66	20.32
5	15.44	15.70	16.68	17.10	18.62	19.25	20.40
6	15.34	15.68	16.44	17.10	18.68	19.25	20.34
7	14.94	15.77	16.78	17.32	18.66	19.38	20.48
8	15.42	15.70	16.62	17.63	18.58	19.21	20.38
9	15.08	16.30	16.88	17.78	18.88	19.75	20.46
10	15.24	16.21	16.84	17.65	18.76	19.37	20.52

Cuadro 5. Registro de consumo de alimento (kg) de gamitana (*Colossoma macropomum*) de los dos tratamientos, durante los 90 días de evaluación.

Tratamiento	Repetición	Periodo (días)						Total
		0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	
1	1	0.64	0.78	0.53	0.64	0.63	0.70	3.91
1	2	0.60	0.81	0.56	0.68	0.67	0.74	4.06
1	3	0.64	0.82	0.54	0.65	0.63	0.71	3.99
1	4	0.64	0.84	0.58	0.69	0.68	0.75	4.18
1	5	0.62	0.80	0.56	0.63	0.63	0.70	3.94
1	6	0.63	0.83	0.58	0.69	0.68	0.77	4.19
1	7	0.65	0.84	0.55	0.66	0.64	0.72	4.07
1	8	0.65	0.82	0.59	0.70	0.68	0.77	4.21
1	9	0.67	0.85	0.60	0.71	0.69	0.77	4.29
1	10	0.68	0.88	0.60	0.71	0.71	0.78	4.36
2	1	0.63	0.82	0.57	0.69	0.69	0.76	4.17
2	2	0.66	0.88	0.60	0.72	0.72	0.80	4.38
2	3	0.63	0.83	0.57	0.70	0.69	0.76	4.19
2	4	0.64	0.82	0.58	0.69	0.69	0.77	4.19
2	5	0.62	0.80	0.57	0.68	0.67	0.75	4.09
2	6	0.61	0.78	0.57	0.67	0.69	0.76	4.08
2	7	0.62	0.74	0.58	0.69	0.69	0.76	4.08
2	8	0.63	0.78	0.53	0.65	0.63	0.70	3.93
2	9	0.65	0.85	0.59	0.71	0.71	0.78	4.29
2	10	0.64	0.83	0.58	0.65	0.63	0.71	4.04

Cuadro 6. Registro de mortalidad de gamitana (*Colossoma macropomum*) durante los 90 días de evaluación.

Fecha	Tratamiento	Repetición	Mortalidad
27/04/2013	1	1	1
08/05/2013	1	7	1
16/05/2013	1	3	1
27/05/2013	1	5	1
27/04/2013	2	7	1
13/05/2013	2	10	1

Cuadro 7. Unidades formadoras de colonia de Tecno Pus, las dos dietas y en el intestino de gamitana evaluada durante 90 días.

Muestra	Repetición			Promedio UFC/g
	1	2	3	
TP	77.00	79.00	84.00	80.00
DT1	122.00	132.00	136.00	130.00
DT2	29600.00	27000.00	27400.00	28000.00
IT1	10800.00	12600.00	13500.00	12300.00
IT2	11200.00	14000.00	12300.00	12500.00

TP: Tecno Plus (*Saccharomyces cerevisiae*), DT1: Dieta sin inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* (T1), DT2: Dieta enriquecida con 1% de *Saccharomyces cerevisiae* (T2), IT1: Intestino de pez T1, IT2: Intestino de pez T2.

Cuadro 8. Parámetros de calidad de agua registrados durante los 90 días de evaluación en la crianza de gamitana (*Colossoma macropomum*).

Parámetros físico-químicos	Unidades	Valor encontrado
Oxígeno disuelto	ppm	1.17
Temperatura del agua	°C	26.23
pH	-	7.13
Alcalinidad	ppm	33.00
Dureza	ppm	27.33
Nitritos	ppm	0.00

Cuadro 9. Prueba de normalidad para parámetros expresados en porcentaje.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
TCEP (%)	20	1	0.03	0.93	0.3938
TCET (%)	20	0.31	0.02	0.96	0.7673
K (%)	20	2.11	0.06	0.91	0.1585
S (%)	20	98	3.14	0.55	<0.0001
IR (%)	20	37.69	3.27	0.8	<0.0001

Prueba Shapiro-Wilks

Cuadro 10. Prueba de normalidad para UFC en las dietas evaluadas.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
valores	6	14065	15290.69	0.68	0.0031

Prueba Shapiro-Wilks

Cuadro 11. Prueba de normalidad para la colonización de la levadura de cerveza en el intestino de gamitana evaluadas durante 90 días.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
UFC	6	12400	1250.6	0.93	0.6592

Cuadro 12. Datos de sobrevivencia e índice de rentabilidad obtenidos por transformación angular.

Tratamiento	Repetición	S (%)	IR (%)
1	1	75.04	35.47
1	2	90.00	38.23
1	3	75.04	35.19
1	4	90.00	38.34
1	5	75.04	35.08
1	6	90.00	39.14
1	7	75.04	35.43
1	8	90.00	38.81
1	9	90.00	38.51
1	10	90.00	38.77
2	1	90.00	38.79
2	2	90.00	39.03
2	3	90.00	39.00
2	4	90.00	39.57
2	5	90.00	39.34
2	6	90.00	39.95
2	7	75.04	35.07
2	8	90.00	40.21
2	9	90.00	39.06
2	10	75.04	34.17

Cuadro 13. Datos de UFC de las dos dietas e intestino de gamitana evaluada durante 90 días, obtenidos por transformación logarítmica.

Muestra	Dieta T1	Dieta T2	IntestinoT1	Intestino T2
1	2.086	4.471	4.033	4.049
2	2.121	4.431	4.100	4.146
3	2.134	4.438	4.130	4.090

Cuadro 14. Análisis de varianza del peso inicial de gamitana sometida a evaluación.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	3.7	1	3.7	0.7	4.41
Error	95.05	18	5.28		
Total	98.74	19			

Cuadro 15. Análisis de varianza del peso final de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	65.09	1	65.09	9.91	4.41
Error	118.18	18	6.57		
Total	183.27	19			

Cuadro 16. Análisis de varianza de ganancia de peso individual de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	99.82	1	99.82	39.3	4.41
Error	45.72	18	2.54		
Total	145.53	19			

Cuadro 17. Análisis de varianza de velocidad de crecimiento en peso de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	0.01	1	0.01	40.18	4.41
Error	0.01	18	3.10E-04		
Total	0.02	19			

Cuadro 18. Análisis de varianza de consumo de alimento de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	0.34	1	0.34	0.14	4.41
Error	43.52	18	2.42		
Total	43.86	19			

Cuadro 19. Análisis de varianza de conversión alimenticia aparente de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	0.15	1	0.15	9.85	4.41
Error	0.28	18	0.02		
Total	0.43	19			

Cuadro 20. Análisis de varianza de talla inicial de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	4.20E-03	1	4.20E-03	0.12	4.41
Error	0.64	18	0.04		
Total	0.65	19			

Cuadro 21. Análisis de varianza de talla final de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	0.92	1	0.92	46.41	4.41
Error	0.36	18	0.02		
Total	1.28	19			

Cuadro 22. Análisis de varianza de ganancia de talla de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	1.05	1	1.05	28.9	4.41
Error	0.66	18	0.04		
Total	1.71	19			

Cuadro 23. Análisis de varianza de velocidad de crecimiento en talla de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	1.50E-04	1	1.50E-04	30.35	4.41
Error	9.00E-05	18	5.00E-06		
Total	2.40E-04	19			

Cuadro 24. Análisis de varianza de tasa de crecimiento específico en talla de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	3.10E-03	1	3.10E-03	18.94	4.41
Error	3.00E-03	18	1.70E-04		
Total	0.01	19			

Cuadro 25. Análisis de varianza del factor de condición de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	0.04	1	0.04	35.25	4.41
Error	0.02	18	1.10E-03		
Total	0.06	19			

Cuadro 26. Análisis de varianza de los datos originales de sobrevivencia de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	8.9	1	8.9	0.9	4.41
Error	177.96	18	9.89		
Total	186.85	19			

Cuadro 27. Análisis de varianza de los datos transformados de sobrevivencia de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	44.76	1	44.76	0.9	4.41
Error	895.21	18	49.73		
Total	939.97	19			

Cuadro 28. Análisis de varianza del rendimiento productivo de gamitana evaluada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	0.15	1	0.15	4.2	4.41
Error	0.66	18	0.04		
Total	0.81	19			

Cuadro 29. Análisis de varianza de UFC de los datos originales de las dietas para gamitana evaluada durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Muestra	1.17E+09	1	1.17E+09	1188.85	7.71
Error	3920104	4	980026		
Total	1.17E+09	5			

Cuadro 30. Análisis de varianza de UFC de los datos transformados de las dietas para gamitana evaluada durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Muestra	8.17	1	8.17	18846.15	7.71
Error	1.70E-03	4	4.30E-04		
Total	8.17	5			

Cuadro 31. Análisis de varianza de UFC de los datos originales de intestino de gamitana, alimentada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Muestra	60000	1	60000	0.03	7.71
Error	7760000	4	1940000		
Total	7820000	5			

Cuadro 32. Análisis de varianza de UFC de los datos transformados de intestino de gamitana, alimentada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Muestra	1.50E-04	1	1.50E-04	0.06	7.71
Error	0.01	4	2.60E-03		
Total	0.01	5			

Cuadro 33. Análisis de varianza de costos de producción total de gamitana, alimentada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	0.6	1	0.6	5.16	4.41
Error	2.07	18	0.12		
Total	2.67	19			

Cuadro 34. Análisis de varianza de biomasa final de gamitana, alimentada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	0.04	1	0.04	4.29	4.41
Error	0.16	18	0.01		
Total	0.2	19			

Cuadro 35. Análisis de varianza de ingreso total de gamitana, alimentada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	3.1	1	3.1	4.18	4.41
Error	13.35	18	0.74		
Total	16.46	19			

Cuadro 36. Análisis de varianza de beneficio neto de gamitana, alimentada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	0.99	1	0.99	2.71	4.41
Error	6.56	18	0.36		
Total	7.54	19			

Cuadro 37. Análisis de varianza de costo de producción unitario de gamitana, alimentada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	0.04	1	0.04	1.78	4.41
Error	0.44	18	0.02		
Total	0.48	19			

Cuadro 38. Análisis de varianza de utilidad unitaria de gamitana, alimentada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	0.04	1	0.04	1.78	4.41
Error	0.44	18	0.02		
Total	0.48	19			

Cuadro 39. Análisis de varianza de datos originales de índice de rentabilidad de gamitana, alimentada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	18.22	1	18.22	1.78	4.41
Error	184.6	18	10.26		
Total	202.82	19			

Cuadro 40. Análisis de varianza de datos transformados de índice de rentabilidad de gamitana, alimentada con dos dietas durante 90 días.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F Calculado	F Tabulado
Tratamiento	6.29	1	6.29	1.72	4.41
Error	65.72	18	3.65		
Total	72.01	19			

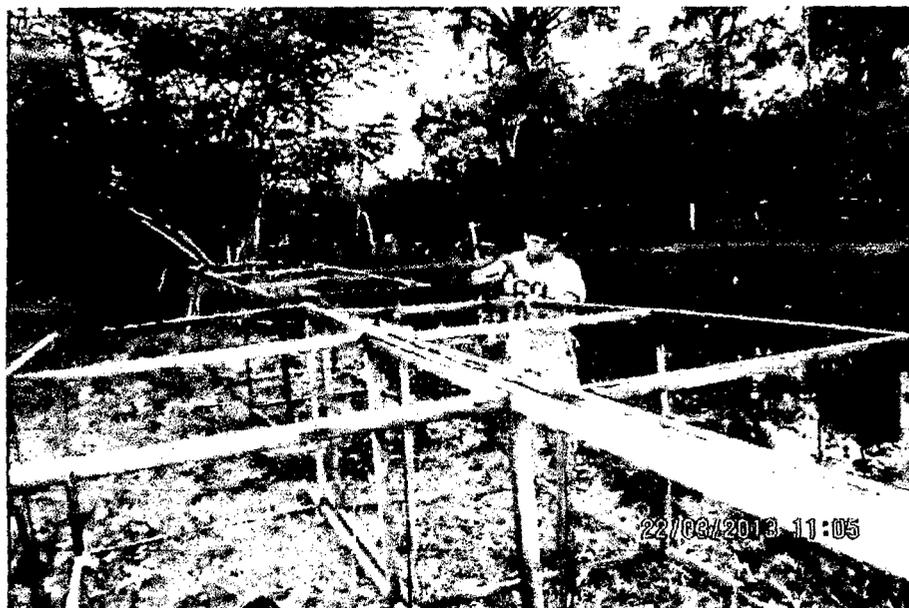


Imagen 1. Construcción de las jaulas para el ensayo.

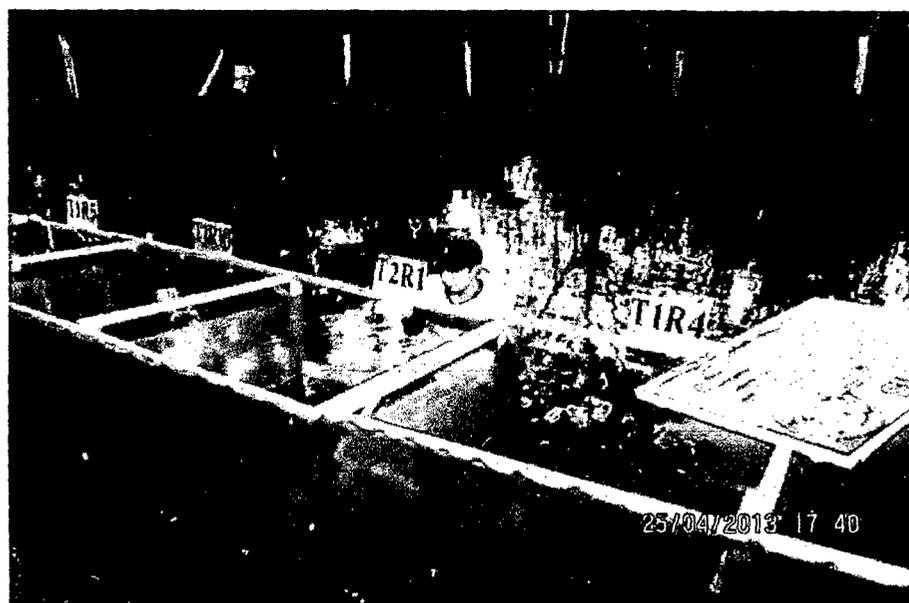


Imagen 2. Instalación de las unidades experimentales.



Imagen 3. Evaluación de parámetros de calidad de agua.

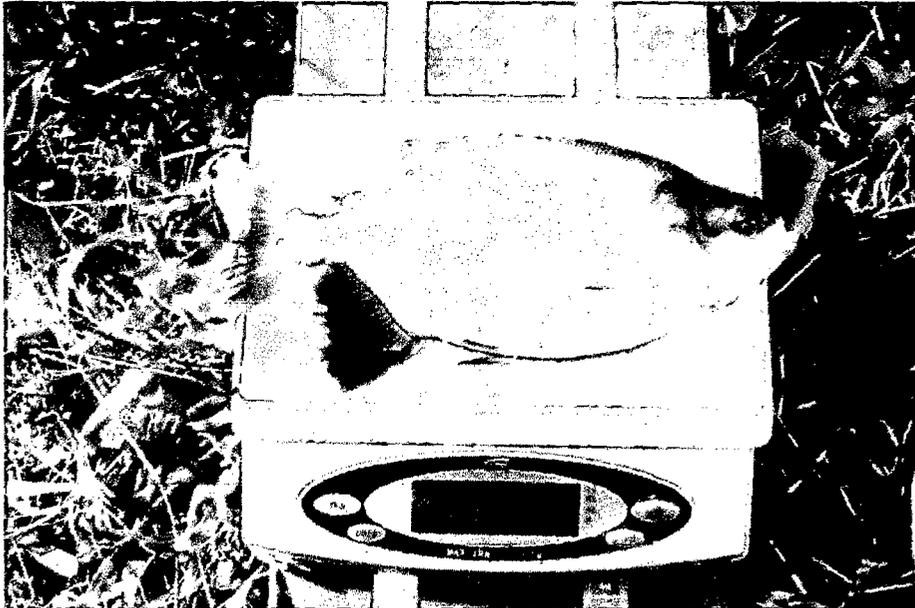


Imagen 4. Biometría de gamitana en evaluación.