

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE ALTO AMAZONAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y Acuicultura



Influencia del *Allium sativum* como aditivo en la dieta sobre el desempeño productivo e índice hepatosomático en juveniles de *Collossoma macropomum*

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGO ACUÍCOLA**

Por:

**Elianne Jubickza Panduro Villacrez**

Asesor:

**Dr. Ing. José Virgilio Aguilar Vásquez**

**Área de Investigaciones: Programa de manejo y conservación de  
ecosistemas acuáticos**

**Yurimaguas- Perú**

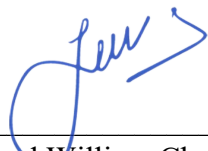
**2025**

Influencia del *Allium sativum* como aditivo en la dieta sobre el desempeño productivo e índice hepatosomático en juveniles de *Colossoma macropomum*

## MONOGRAFÍA

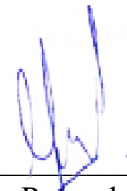
Presentada para optar el título profesional de Bióloga Acuícola

### JURADO CALIFICADOR



---

Dr. Fred William Chu Koo  
**Presidente**



---

Mg. Magno Rosendo Reyes  
Bedriñana  
**Miembro**



---

Blgo. MSc. Juvenal Napuchi  
Linares  
**Miembro**



---

Dr. José Virgilio Aguilar Vásquez  
**Asesor**

Yurimaguas, de enero del 2025

PARA OPTAR EL TÍTULO DE BIÓLOGO ACUÍCOLA

Por:

**ELIANNE JUBICKZA PANDURO VILLACREZ**

Asesor:

**Dr. Ing. JOSÉ VIRGILIO AGUILAR VÁSQUEZ**

**Yurimaguas, enero 2025**

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a los pioneros de la acuicultura sostenible, quienes buscan incansablemente alternativas naturales para mejorar la salud de los peces y calidad de nuestros alimentos. A los investigadores que exploran el potencial de remedios tradicionales como el ajo en la ciencia moderna. Y especialmente a los piscicultores de la Amazonía Peruana, cuyo trabajo diario nutre a comunidades enteras y preserva nuestros recursos hídricos. Que este estudio sobre el uso de ajo en la acuicultura inspire nuevas prácticas que beneficien tanto a los productores como al medio ambiente.

## **Agradecimiento**

Agradezco principalmente a Dios por guiarme y darme fortaleza en este camino. A mi padre y mis abuelitos, cuyo amor, apoyo incondicional han sido fundamentales en cada paso de mi carrera. Mi gratitud se extiende fundamentalmente a todas las personas que hicieron posible la ejecución del presente proyecto de tesis.

Reconozco y agradezco mi propio esfuerzo, constancia y dedicación a lo largo de mi carrera universitaria. Este trabajo representa no solo un logro académico, sino también el resultado de un viaje de crecimiento personal y profesional, enriquecido por cada persona que ha sido parte durante este proceso.

## **RESUMEN**

Esta tesis investigó la influencia del *Allium sativum* como aditivo en la dieta sobre el desempeño productivo e índice hepatosomático en juveniles de *Colossoma macropomum*. Se implementó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos: control (0% sin ajo); T1: 0.25%; T2: 0.5%; T3: 1% de inclusión de ajo en la dieta, cada uno con cuatro repeticiones. El experimento se llevó a cabo durante 80 días en el fundo “El Gavilán”, Yurimaguas, Perú. Se evaluaron parámetros productivos como ganancia de talla, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia e índice hepatosomático. Los resultados revelaron que la inclusión de 1% de ajo en la dieta mejoró significativamente la ganancia de talla, peso y consumo de alimento en comparación con los otros tratamientos. No se observaron diferencias significativas en la conversión alimenticia ni en el índice hepatosomático entre los tratamientos. Los hallazgos sugieren que la inclusión de ajo 1% en la dieta puede mejorar el desempeño productivo de los juveniles de gamitana, ofreciendo una alternativa natural y sostenible para la acuicultura. Este estudio contribuye al conocimiento sobre el uso de aditivos fitogenéticos en la nutrición de peces amazónicos y abre nuevas perspectivas para futuras investigaciones en el campo de la acuicultura sostenible.

**Palabras claves:** acuicultura sostenible, dietas, nutrición, peces amazónicos, promotor natural.

## **ABSTRACT**

This thesis investigated the influence of *Allium sativum* as a dietary additive on productive performance and hepatosomatic index in *Colossoma macropomum* juveniles. A completely randomized design was implemented with 4 treatments: control (0% without garlic); T1: 0.25%; T2: 0.5%; T3: 1% garlic dietary inclusion, each with four replicates. The experiment was carried out for 80 days at “El Gavilán” farm, Yurimaguas, Peru. Productive parameters such as length gain, weight gain, feed intake, feed conversion and hepatosomatic index were evaluated. The results revealed that the inclusion of 1% garlic in the diet significantly improved length gain, weight gain and feed intake compared to the other treatments. No significant differences in feed conversion or hepatosomatic index were observed between treatments. The findings suggest that the inclusion of 1% garlic in the diet can improve the productive performance of juvenile fish, offering a natural and sustainable alternative for aquaculture. This study contributes to the knowledge on the use of phytochemical additives in the nutrition of Amazonian fish and opens new perspectives for future research in the field of sustainable aquaculture.

**KEYWORDS:** sustainable aquaculture, diets, nutrition, Amazonian fish, natural promoter.

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura se ha convertido en una importante fuente de producción de alimentos a nivel mundial, y la búsqueda de métodos sostenibles para mejorar el rendimiento y la salud de los peces es una prioridad constante. En este contexto, el uso de aditivos naturales en la alimentación de peces ha ganado interés como una alternativa a los antibióticos y promotores de crecimiento sintéticos.

El ajo (*Allium sativum*) es conocido por sus propiedades beneficiosas, incluyendo efectos antimicrobianos, antioxidantes y promotores del crecimiento. Su potencial como aditivo en la acuicultura ha sido objeto de estudio en diversas especies, pero su efecto en la gamitana (*Colossoma macropomum*), una especie nativa de la Amazonía de gran importancia económica aún no ha sido completamente explorado.

Esta investigación buscó evaluar la influencia del ajo como aditivo en la dieta sobre el desempeño productivo e índice hepatosomático en juveniles de gamitana. Los resultados de este estudio podrían proporcionar información valiosa para el desarrollo de estrategias de alimentación más eficientes y sostenibles en la acuicultura amazónica, contribuyendo así a la mejora de la producción y la salud de los peces.



## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| RESUMEN .....  | 6         |
| ABSTRACT .....   | 7         |
| INTRODUCCIÓN .....   | 8         |
| <b>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>                 | <b>10</b> |
| <b>1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA. ....</b>      | <b>10</b> |
| <b>1.2. DELIMITACION DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>                 | <b>12</b> |
| <b>1.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS .....</b>                         | <b>12</b> |
| <b>1.3.1. Problema General .....</b>                               | <b>12</b> |
| <b>1.3.2. Problemas Específicos.....</b>                           | <b>12</b> |
| <b>1.4. FORMULACIÓN DE OBEJTIVOS .....</b>                         | <b>12</b> |
| <b>1.4.1. Objetivos General .....</b>                              | <b>12</b> |
| <b>1.4.2. Objetivos Específicos .....</b>                          | <b>13</b> |
| <b>1.4.3. Justificación de la Investigación.....</b>               | <b>13</b> |
| <b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>                            | <b>14</b> |
| <b>2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS .....</b>                         | <b>14</b> |
| <b>2.4.1. Hipótesis General .....</b>                              | <b>24</b> |
| <b>2.4.2. Hipótesis Específica.....</b>                            | <b>24</b> |
| <b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....</b> | <b>27</b> |
| <b>3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>                            | <b>27</b> |
| <b>3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....</b>                           | <b>27</b> |
| <b>3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....</b>                          | <b>27</b> |
| <b>3.3.1. Ubicación geográfica del estudio .....</b>               | <b>27</b> |
| <b>3.3.2. Alimentación.....</b>                                    | <b>27</b> |
| <b>3.3.3. Calidad de agua.....</b>                                 | <b>27</b> |
| <b>3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....</b>                           | <b>28</b> |
| <b>3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>                              | <b>28</b> |
| <b>3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>   | <b>28</b> |
| <b>3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....</b>    | <b>29</b> |
| <b>3.8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....</b>                           | <b>29</b> |
| <b>3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA FILOSOFÍA Y EPISTEMOLOGÍA .....</b>      | <b>29</b> |
| <b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>                  | <b>30</b> |
| <b>4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO Y/O LABORATORIO .....</b> | <b>30</b> |
| <b>4.1.1. Trabajo de campo .....</b>                               | <b>30</b> |
| <b>4.1.2. Trabajo de laboratorio .....</b>                         | <b>31</b> |
| <b>4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS .....</b>                           | <b>31</b> |
| <b>4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....</b>                               | <b>33</b> |
| <b>4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>                          | <b>34</b> |
| RECOMENDACIONES.....   | 37        |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                   | 38        |
| ANEXOS.....  | 43        |

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.**

La acuicultura es una actividad importante que viene evolucionando sobre la base de conocimientos tradicionales, con el fin de diversificar su producción en beneficio a la seguridad alimentaria (Boyd et al., 2020). Sin embargo, el crecimiento de la producción acuícola se ve afectado por las enfermedades que generan pérdidas parciales o totales dificultando la producción (Chong et al., 2020; Tadese et al., 2022).

Debido a que los peces están generando resistencia bacteriana y comprometiendo la salud animal y humana, se han venido buscando alternativas en fuentes de origen natural que tengan efectos similares, sin que representen un riesgo para el consumidor (Reverter et al., 2021; Waagbø & Remø, 2020).

Ante esta problemática se está optando por el uso de insumos de origen vegetal el cual viene cobrando interés últimamente desde la prohibición del uso de antibióticos como promotores del crecimiento por parte de la Unión Europea en el año 2006, convirtiéndolos en una nueva alternativa beneficiosa en la alimentación de los peces, que aumenta la absorción de nutrientes, mejora el desempeño productivo y la seguridad alimentaria, debido a que poseen en su composición química, minerales, vitaminas y fitoquímicos (alcaloides, saponinas, flavonoides, fenoles, taninos, entre otros); que realizan numerosas actividades biológicas internas en el organismo de los peces (Akintayo - Balogun Omolere M. & Alagbe, J.O, 2020).

Por ello, se viene desarrollando el uso de promotores naturales de crecimiento (prebióticos, fitobióticos, probióticos, ácidos orgánicos, entre otros). El ajo (*Allium sativum*) es un promotor natural de crecimiento, perteneciente a la familia Liliaceae.

Estudios han revelado que el ajo es una fuente rica en nutrientes esenciales tales como los fitoquímicos el cual se puede incorporar en la alimentación animal para mejorar la actividad intestinal y estimular la acción enzimática (Ogbuewu et al., 2018).

Varios estudios, indican que la inclusión de ajo en una concentración del 3% resulta ser beneficioso en la mejora del crecimiento, conversión alimenticia y la actividad de las enzimas digestivas, aludiendo al ajo como un inmunopotenciador (Fereidouni et al., 2015; Lee & Gao, 2012; Shalaby et al., 2006; Singh et al., 2020).

Debido a que el ajo posee propiedades que estimulan la actividad enzimática e intestinal, se propone el presente estudio con la finalidad de evaluar su influencia en el desempeño productivo e índice hepatosomático en juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*), la principal especie cultivada en la región Loreto (PRODUCE, 2022).

## **1.2. DELIMITACION DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se llevó a cabo en el fundo "El Gavilán", ubicado en el km 7 de la carretera Munichis, en el distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto, Perú. El estudio tuvo una duración de 80 días, entre los meses de septiembre y diciembre de 2023. Se trabajó con juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) con un peso inicial promedio entre  $6 \pm 7$  gramos.

## **1.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

### **1.3.1. Problema General**

- ¿Como influye el *Allium sativum* como aditivo en la dieta sobre el desempeño productivo e índice hepatosomático de juveniles de *Colossoma macropomum*?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿En qué medida el ajo como aditivo en dietas influye en el consumo de alimento, incremento de peso, talla y conversión alimenticia en juveniles de gamitana?
- ¿En qué medida el ajo como aditivo en dietas influye en el índice hepatosomático de juveniles de gamitana?

## **1.4. FORMULACIÓN DE OBEJTIVOS**

### **1.4.1. Objetivos General**

- Evaluar la influencia del *Allium sativum* como aditivo en la dieta sobre el desempeño productivo e índice heptosomático de juveniles de *Colossoma macropomum*.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Medir el efecto del ajo en el consumo de alimento, incremento de peso, talla y conversión alimenticia en juveniles de gamitana.
- Estimar el efecto del ajo en el índice hepatosomático de juveniles de gamitana.

#### **1.4.3. Justificación de la Investigación**

Esta investigación se realiza con el propósito de proporcionar información sobre las bondades del ajo como aditivo natural, principalmente beneficiando al sector acuícola tanto local como regional, así mismo aportar conocimientos sobre el nivel a adicionar en la dieta que contribuirán al desempeño productivo en juveniles de gamitana. Los resultados de la tesis contribuirán para posteriores consultas, sirviendo como base para trabajos de exploración similares, por lo que, el presente proyecto tiene como utilidad metodológica establecer nuevas alternativas para prevenir las enfermedades y mejorar los parámetros productivos, de una manera amigable con el medio ambiente y la salud del consumidor.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS

Güroy et al. (2024) evaluaron el efecto del ajo (*Allium sativum*) en juveniles de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), enfocándose en las variables de desempeño productivo como la tasa específica de crecimiento (TCE), el índice de conversión alimenticia (ICA) y la utilización neta de proteínas. Los resultados mostraron una mejora significativa en la TCE y el ICA en los peces alimentados con dietas suplementadas con ajo al 1%, lo que indica un mejor desempeño productivo. Además, observaron efectos positivos en parámetros hematológicos como el volumen celular empaquetado y la hemoglobina, lo cual podría contribuir indirectamente a un mejor crecimiento y salud de los peces.

Delgado et al. (2023) realizaron una extensa revisión sobre las propiedades y efectos del ajo (*Allium sativum*) en organismos acuáticos, destacando su impacto en la producción acuícola y como promotor de crecimiento. La revisión sugiere que el ajo mejora el crecimiento, la eficiencia alimenticia y factor conversión en varias especies acuáticas, lo cual se relaciona directamente con el desempeño productivo. Los autores enfatizaron en las propiedades antioxidantes, inmunoestimulantes y antimicrobianas del ajo, que ayudan a una mejor salud general y, por ende, a un mayor rendimiento productivo en los peces.

Mahmoud (2023) investigó el efecto del ajo en polvo (*Allium sativum*) en la dieta de la carpa común, evaluando parámetros hematológicos y bioquímicos. Los

cambios en los parámetros sanguíneos y bioquímicos pueden influir indirectamente en el crecimiento y la salud de los peces, aspectos relacionados con el desempeño productivo. El estudio reveló una mejora significativa en características sanguíneas y bioquímicas con la suplementación de ajo al 1%, 1.5% y 1.75%. Sin embargo, el autor observó algunos efectos negativos en las características histológicas del intestino e hígado a dosis más altas, lo que sugiere la importancia de determinar la dosis óptima para maximizar los beneficios sin comprometer la salud de los peces.

Öz & Dikel (2022) examinaron el efecto del ajo (*Allium sativum*) en la dieta de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), durante un periodo de 90 días, evaluando la composición nutricional y perfiles de ácidos grasos. Los resultados mostraron un aumento significativo en el crecimiento y una mejora en estos parámetros, indicando un mejor desempeño productivo en los peces alimentados con dietas suplementadas con ajo. Específicamente, observaron que la suplementación con ajo al 1%, 1.5% y 2% mejoró progresivamente el crecimiento, siendo la dosis del 2% la más efectiva. Además, notaron cambios en la composición corporal, con un aumento en el contenido de proteínas y una disminución en la grasa corporal, lo cual podría ser beneficioso para la calidad del producto final.

Valenzuela-Gutiérrez et al. (2021), realizaron una extensa revisión bibliográfica sobre la rápida expansión de la industria de la acuicultura para cumplir con la demanda comercial puede desencadenar brotes de enfermedades infecciosas debido al manejo de alta densidad. Como resultado, reportaron que se vienen

buscando alternativas naturales para el uso excesivo de antibióticos, como las plantas medicinales, y se ha encontrado que el ajo tiene compuestos bioactivos con propiedades biológicas útiles para la salud animal, como promotor del crecimiento, antimicrobiano, antiviral, antioxidante y antiparasitario. El ajo, se utiliza comúnmente en la acuicultura en forma de polvo, generalmente administrado por vía oral, la dosis a utilizar oscila entre 0.05 y 40 g/kg de pienso, y ha sido efectivo en especies como la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), el mero moteado (*Epinephelus coioides*), el bagre (*Clarias gariepinus*), la tilapia (*Oreochromis niloticus*), el pez guppy (*Poecilia reticulata*), el pez dorado (*Carassius auratus*) y el barramundi (*Lates calcarifer*). Además de sus propiedades beneficiosas, el uso del ajo es accesible, fácil de incorporar en los alimentos y tiene poco impacto ambiental, lo que lo convierte en una solución efectiva para combatir enfermedades y mejorar la salud de los organismos utilizando insumos naturales en lugar de antibióticos.

Zare et al. (2021), evaluaron la suplementación de dietas de peces con fitogénicos en aumentar el rendimiento del crecimiento y la respuesta del sistema inmunológico de la perca europea (*Perca fluviatilis*), alimentaron con una dieta que incluía (0% Control), 10, 20 y 30 g kg<sup>-1</sup> de ajo en polvo. No observaron diferencias significativas en los parámetros de crecimiento y los índices somáticos. El ajo disminuyó significativamente el colesterol sérico en todos los grupos experimentales, la albúmina sérica fue significativamente mayor en las dietas G10 y G20 (p<0.05). Los grupos que fueron alimentados con una dieta suplementada con ajo mostraron niveles de cortisol más bajos que el grupo



control, y esta tendencia se mantuvo a las 6 y 24 h post estrés ( $p < 0.05$ ), y el nivel de glucosa en todos los grupos de ajo fue significativamente menor que el control ( $p < 0.05$ ). El ajo a  $10 \text{ g kg}^{-1}$  en el alimento consigue mejorar la digestibilidad aparente de la grasa y los parámetros sanguíneos seleccionados y mejorando la resistencia contra el estrés por manejo neto y de alta densidad en la perca euroasiática.

Adineh et al. (2020), determinaron el efecto del extracto de ajo microencapsulado (G) en la dieta de juveniles de truchas arcoíris sobre el crecimiento, respuesta inmune y capacidad antioxidante, utilizaron 300 peces divididos en cinco grupos (3 repeticiones por grupo) y alimentaron con las dietas experimentales que contenían G (0, 0.25, 0.5, 1 y 2 %). Después de 40 días de alimentación con dietas que contenían diferentes niveles de extracto de ajo, observaron una mejora significativa en el crecimiento y la conversión alimenticia en los peces alimentados con la dieta que contenía el nivel intermedio de extracto de ajo. En general, estos resultados sugieren que el extracto de ajo microencapsulado puede ser un buen aditivo alimenticio para mejorar el crecimiento, la respuesta inmunológica y la capacidad antioxidante de las truchas arcoíris.

Ndakalimwe et al. (2019), verificaron los efectos potenciales del polisacárido crudo de ajo (PCA) sobre el crecimiento, los parámetros hematológicos, la composición corporal total y la resistencia contra el pH bajo de juveniles de bagre africano (*Clarias gariepinus*). Los autores diseñaron cinco dietas con diferentes niveles de inclusión de PCA (0, 0.5, 1.0, 2.0 y 4.0 %/kg de dieta) utilizando un diseño completamente aleatorio. Durante 60 días, los peces alimentados con PCA

mostraron un aumento significativo en el crecimiento y la mejora de los índices de alimentación. Aunque se observaron algunas diferencias en los parámetros hematológicos de los peces alimentados con PCA, no hubo diferencias significativas en la supervivencia o la composición corporal. El nivel de inclusión de ajo en la dieta que se estima adecuado es de 1.88 % o menos. En general, se concluye que el PCA del ajo puede mejorar el crecimiento y la salud de los juveniles de *C. gariepinus* en la acuicultura.

Tiamiyu et al. (2017), evaluaron el efecto del ajo en el rendimiento del incremento del bagre africano (*Clarias gariepinus*). Formularon cuatro dietas experimentales que incluían ajo en polvo al 0% (control), 0.5%, 1.0% y 3.0% como aditivos. Las cuatro dietas se administraron a alevines a lo largo de 70 días. Los resultados mostraron una respuesta de incremento parecido ( $P > 0.05$ ) en todos los tratamientos. No obstante, la mejor respuesta de ganancia de peso del cuerpo de  $1.44 \pm 0.07$  g, tasa de crecimiento específica de  $0.52 \pm 0.03$  g e índice de conversión de alimentos de  $5.60 \pm 0.38$  obtuvo los peces alimentados con un grado de integración de ajo al 3%, mientras tanto que el factor de condición se vio en los peces alimentados con un grado de integración de ajo del 0.5%. Los peces alimentados sin ajo han tenido la respuesta más baja referente a ganancia de peso. Por consiguiente, la integración de ajo en la dieta de los peces a una concentración de 3.0 (30 g/kg) es beneficiosa para su uso en la acuicultura para mejorar la promoción del incremento, proponiendo una indagación adicional para averiguar la toxicidad de esta planta a diferentes niveles de integración.

Esmaeili et al. (2017), evaluaron los efectos de niveles dietéticos graduados de reemplazo de harina de pescado (HP) con harina de carne y huesos (HCH) con ajo en polvo (AP) o sin ajo en polvo (SAP) en el crecimiento, las enzimas digestivas, la digestibilidad aparente, la composición corporal, la grasa y el perfil ácido de juveniles de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), estos pesaban ( $8.26 \pm 1.10$  g). Evaluaron ocho tratamientos de dieta: control con ajo en polvo (0 HCH+AP), 250 HCH+AP, 450 HCH+AP y 650 HCH+AP (g HCH/kg dieta; tratamientos con ajo en polvo; tratamientos AP), control sin ajo en polvo (0 HCH), 250 HCH, 450 HCH y 650 HCH (g HCH/kg dieta; tratamientos sin ajo en polvo; tratamientos SAP). Los resultados mostraron que un alto contenido de HCH en la dieta afectó negativamente el crecimiento y la composición corporal de los peces, así como la actividad enzimática y la digestibilidad de la dieta. Sin embargo, la adición de ajo en polvo mejoró algunos de estos efectos negativos. La sustitución de 450 g de HP por kilo de alimento HCH suplementada con 30 g de ajo en polvo por kilo de alimento no afectó negativamente el rendimiento de los peces, pero disminuyó los niveles de ácidos grasos n-3 LC-PUFA en comparación con la dieta control.

Lee & Gao (2012), señalan que el uso excesivo de antibióticos y compuestos químicos en la acuicultura ha generado la presencia de residuos de medicamentos y patógenos resistentes en los peces tratados, lo cual supone una contaminación tanto para el medio ambiente como un riesgo para los consumidores humanos. Frente a esta problemática, el ajo, reconocido por sus propiedades (antimicrobianas, antioxidantes y antihipertensivas) se presenta como una alternativa natural y segura. A diferencia de los medicamentos convencionales, el ajo no causa efectos secundarios negativos ni impactos ambientales. En la

acuicultura, se recomienda encarecidamente el uso del ajo, siempre optimizando las dosis adecuadas. Esta revisión se centra en el empleo del ajo para el tratamiento de diversas enfermedades en los peces y explora las perspectivas de su aplicación en la acuicultura. Los autores destacan la importancia de considerar el ajo como una opción eficaz y prometedora en el manejo de enfermedades en la acuicultura, ofreciendo una alternativa natural y segura frente al uso excesivo de antibióticos y compuestos químicos.

## **2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS**

### **2.2.1. Ajo**

Es un tipo de planta que forma parte de la familia Liliaceae la cual contiene alrededor de 600 especies. Es originario de Asia central, y ha sido utilizado tanto para el uso culinario como por su gran cantidad de compuestos que contribuyen en su actividad antioxidante y antimicrobiana. Fue conocido por las culturas mediterráneas y en la Edad Media lo utilizaron para contrarrestar la peste, y a lo largo del tiempo se producen distintas variedades de ajo en numerosos países del mundo. Es conocido como un insumo natural que ha demostrado ser efectivo para el tratamiento de muchas enfermedades en humanos y animales. En la acuicultura, promueve el crecimiento, mejora el sistema inmunológico, estimula el apetito y refuerza el control de patógenos fúngicos y bacterianos (Bojalil & Bárcenas, 2013; Dikel, 2015).

#### **- Propiedades farmacológicas**

En los últimos 30 años, se han realizado una gran cantidad de estudios tanto *in vivo* como *in vitro* sobre la química y sus propiedades farmacológicas del ajo (*Allium sativum*). Muchas de sus propiedades han sido registradas de esta manera,

incluyendo su capacidad antioxidante, antiaterogénica, antitrombótica, hipolipemiente, inmunomoduladora, antifúngica, antimicrobiana, anticarcinogénica, antitumorogénica e hipotensora. Estas características farmacológicas se deben en gran medida a sus componentes azufrados.

- **Actividad antimicrobiana**

La alicina ha demostrado ser activa contra bacterias gramnegativas y grampositivas, *in vitro*. Sin embargo, parece que los ajoenos y el trisulfuro de dialilo también tienen un papel en esta acción. Esto demuestra que el ajo (*Allium sativum*) tiene excelentes propiedades antibacterianas y tiene la capacidad de combatir una variedad de bacterias perjudiciales. El ajo ha demostrado ser eficaz como antifúngico además de sus propiedades antibacterianas. Se ha demostrado que actúa contra *Candida* y otros hongos, y su eficacia es comparable a la del clotrimazol, un medicamento que se usa para tratar la candidiasis oral. Estos resultados respaldan la capacidad del ajo para combatir infecciones fúngicas y sugieren su potencial como una alternativa natural para el tratamiento de la candidiasis oral y posiblemente otras infecciones por hongos (López, 2007).

## - Composición nutricional del ajo

En cuadro 1 se presenta la composición nutricional del ajo.

**Cuadro 1.** Composición nutricional del ajo por 100 g

| Composición                  | Cantidad por 100 g |
|------------------------------|--------------------|
| Energía (Kcal)               | 118                |
| Proteínas (g)                | 5,3                |
| Lípidos totales (g)          | 0,3                |
| AG saturados (g)             | 0,05               |
| AG monoinsaturados (g)       | Tr                 |
| AG poliinsaturados (g)       | 0,15               |
| Colesterol (mg/1000 kcal)    | 0                  |
| Hidratos de carbono (g)      | 23                 |
| Fibra (g)                    | 1,1                |
| Agua (g)                     | 70,3               |
| Calcio (mg)                  | 14                 |
| Hierro (mg)                  | 1,5                |
| Yodo (µg)                    | 94                 |
| Magnesio (mg)                | 25                 |
| Zinc (mg)                    | 1                  |
| Sodio (mg)                   | 19                 |
| Potasio (mg)                 | 529                |
| Fósforo (mg)                 | 134                |
| Selenio (µg)                 | 2                  |
| Tiamina (mg)                 | 0,16               |
| Riboflavina (mg)             | 0,02               |
| Equivalentes niacina (mg)    | 1,3                |
| Vitamina B6 (mg)             | 0,38               |
| Folatos (µg)                 | 5                  |
| Vitamina B12 (µg)            | 0                  |
| Vitamina C (mg)              | 11                 |
| Vitamina A: Eq. Retinol (µg) | Tr                 |
| Vitamina D (µg)              | 0                  |
| Vitamina E (mg)              | 0,01               |

*Fuente: Moreiras et al. (2013)*

### 2.2.2. Gamitana (*Collossoma macropomum*)

La gamitana, es considerado el carácido más grande de la Amazonía y un pez de gran importancia ecológica y cultural en la región amazónica. Estudios sobre la dieta de los juveniles de esta especie han revelado que, en sus fases iniciales,

pueden alimentarse mayormente de frutas, semillas y zooplancton. En su fase adulta también se alimenta de zooplancton, especialmente en época de estiaje o vaciante. La gamitana en su fase de juvenil puede llegar a consumir grandes cantidades de semillas y frutas durante el periodo donde las aguas de los ríos y cochas de la Amazonía alcanzan un nivel más elevado, época en la que este tipo de alimento llega a ser abundante en el bosque inundado. Sus diversas estructuras branquiales y dientes molariformes posibilitan a estos peces jóvenes aprovechar estos dos tipos de alimento, que individualmente o de manera combinada, que están presentes en cantidades considerables durante todo el año (Campos, 2015).

### **2.2.3. Índice hepatosomático**

El índice hepatosomático (IHS) viene ser el peso del hígado expresado como porcentaje del peso corporal total, se calcula estableciendo la relación existente entre el peso del hígado y el peso total, expresado en porcentaje (López et al., 2012).

## **2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS**

**Aditivo:** sustancia añadida incluida en la mezcla fundamental del alimento o a parte de ésta para satisfacer una necesidad específica, para modificar o mejorar sus propiedades o características, generalmente utilizada en alimentos, productos químicos, entre otros.

**Fitobióticos:** Sustancia de origen vegetal que se añaden a la alimentación promoviendo el crecimiento y la salud.

**Fitogénicos:** compuestos naturales de origen vegetal con propiedades beneficiosas para la salud humana y animal.

**Patógenos:** Agentes infecciosos que pueden provocar enfermedades a su huésped.

**Piensos:** Ración de alimento seco que se suministra a los animales habitualmente en horas fijas y en cantidades específicas.

**Prebióticos:** Fibras vegetales especializadas que estimulan el crecimiento y actividad de bacterias beneficiosas en el intestino, promoviendo la salud gastrointestinal y el equilibrio del microbiota.

**Promotores Naturales de Crecimiento:** sustancias exclusivamente de origen vegetal, que se añaden al pienso para potenciar el crecimiento de los animales.

## 2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

### 2.4.1. Hipótesis General

H<sub>0</sub>: El ajo como aditivo en la dieta no influye en el desempeño productivo e índice hepatosomático de juveniles de gamitana.

### 2.4.2. Hipótesis Específica

H<sub>i</sub>: El ajo como aditivo en la dieta influye en el desempeño productivo e índice hepatosomático de juveniles de gamitana.

## 2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**Variable independiente:** Dieta con inclusión de tres niveles de Ajo.

Insumo experimental incluirá ajo en un (0.25%, 0.5% y 1%) que será considerado como aditivo alimenticio.

**Variable dependiente:** Parámetros productivos en juveniles de *Colossoma macropomum*.

- Consumo de alimento.
- Incremento de peso.



- Incremento de talla.
- Conversión alimenticia.
- Índice hepatoesomático

## 2.6. OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

En el cuadro 2 se muestra la operacionalización de las variables.

**Cuadro 2.** Operacionalización de variables para el estudio del desempeño productivo de *Colossoma macropomun*.

| Variable                    | Tipo de Variable | Categorización o Dimensión | Definición Operacional  | Indicador                                       | Nivel de medición | Unidad de medida |
|-----------------------------|------------------|----------------------------|---|---|-------------------|------------------|
| Niveles de inclusión de ajo | Independiente    | Aditivo                    | Aditivo adicionado a la dieta con un tenor proteico de 25% PB                               | Contenido del 0.25, 0.5 y 1% de ajo en la dieta | Cualitativa       | %                |
| Parámetros productivos      | Dependiente      | Incremento de Talla        | Expresa el incremento porcentual del peso en el período.                                    | $IT = Tf - Ti$                                  | Cuantitativa      | cm               |
|                             |                  | • Consumo de alimento      | Se calculará sumando el total del alimento entregado por los días de duración de la prueba. |   |                   | Kg               |
|                             |                  | • Incremento en peso       | Expresa el incremento porcentual del peso en el período.                                    | $IP = \frac{100 \cdot GP}{Wi}$                  |                   | g                |
|                             |                  | • Conversión alimenticia   | Cantidad de alimento suministrado traducido en biomasa                                      | Proporción de alimento convertido en biomasa    |                   | Kg               |
| Índice hepatosomatico       | Dependiente      | • Porcentaje hepatosómicas | Relación entre el peso del hígado /Peso total multiplicado por 100                          | • Peso del hígado                               | Cuantitativa      | %                |

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación del presente estudio es aplicada y explicativa.

### **3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Nivel exploratorio con enfoque cuantitativo.

### **3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1. Ubicación geográfica del estudio**

El presente estudio se realizó en el fundo “El Gavilán”, situado geográficamente entre las coordenadas UTM 18 M 369618 E y 9347395S, a una altitud de 146 m.s.n.m.1 a la altura del Km 7 de la carretera Yurimaguas - Munichis, Loreto, Perú.

#### **3.3.2. Alimentación**

Los peces fueron alimentados dos veces al día en horarios de 8:00 a.m. y 16:30 p.m. Inicialmente se utilizó una tasa de alimentación del 10% el cual se fue modificando con reajustes después de cada muestreo biométrico por un periodo de 80 días.

#### **3.3.3. Calidad de agua**

Los parámetros fisicoquímicos fueron evaluados antes de cada muestreo biométrico, se utilizó un kit de prueba de calidad de agua para monitorear los niveles de:

- Oxígeno disuelto ( $\text{mg. L}^{-1}$ ).
- pH (UpH).

- Temperatura (C°).
- Amonio (NH<sub>4</sub>).
- Nitrito (NO<sub>2</sub>).
- Nitratos (NO<sub>3</sub>).

### **3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación es experimental, donde se manipulará la variable independiente, para evaluar la variable dependiente. En el presente estudio se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones (T0, T1: 0.25 %, T2: 0.5% y T3: 1%), que se distribuyeron en 16 unidades experimentales.

### **3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población y muestra fue conformada por 160 juveniles de gamitana, con promedio de 7 gramos de peso y talla de 8 cm, las mismas que fueron distribuidas en 16 hapas a una densidad de 5 peces/ m<sup>3</sup>, haciendo un total de 10 individuos por hapa. La muestra se constituye de toda la población y se realizaron los muestreos biométricos cada 20 días para reajustar las raciones diarias de la alimentación, así mismo se evaluó la ganancia de talla y peso.

### **3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La recopilación de datos de peso y talla se realizó en una ficha de registro de evaluaciones biométricas, así como de la presencia/ausencia en cada unidad experimental. La cantidad de alimento administrado en cada unidad experimental fueron anotados en fichas de control de raciones diarias (Anexo I, ficha 1).

### **3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Los datos recolectados fueron ordenados y almacenados en hojas del programa Excel versión 2021 para su posterior análisis, se utilizó el software estadístico SAS (2016) para obtención de la media y desviación estándar de cada parámetro registrado, los resultados se presentaron en tablas.

### **3.8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO**

Los datos obtenidos fueron evaluados mediante análisis de varianza (ANOVA) con el fin de indentificar si existían diferencias significativas entre los tratamientos. Cuando se encontraron diferencias significativas, se realizó una prueba de comparación múltiple de Tukey para identificar entre qué tratamientos específicos existían esas diferencias. Se demostró un nivel de significancia de  $p < 0.05$  para todos los análisis estadísticos.

### **3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA FILOSOFÍA Y EPISTEMOLOGÍA**

Este estudio se realizó siguiendo principios éticos generales para el manejo de animales en investigación, buscando minimizar el estrés y garantizar el bienestar de los peces durante todo el experimento. Se tomaron precauciones para asegurar condiciones adecuadas de alojamiento, alimentación y manipulación de los animales. Desde el punto de vista filosófico y epistemológico, este estudio se basa en un enfoque científico, buscando obtener datos objetivos y medibles sobre el efecto del ajo en el desempeño productivo de la gamitana. Se utilizó un método experimental para probar las hipótesis. La investigación busca contribuir al conocimiento sobre alternativas naturales para mejorar la producción acuícola de manera sostenible.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO Y/O LABORATORIO

#### 4.1.1. Trabajo de campo

El trabajo de campo abarcó la preparación de dietas experimentales, incorporando ajo en polvo en concentraciones de 0%, 0.25%, 0.5% y 1% a una dieta base de insumos tradicionales. Durante 80 días se realizó el ensayo de alimentación, registrando diariamente el consumo de alimento y el comportamiento de los juveniles de gamitana. Se efectuaron muestreos biométricos cada 20 días para ajustar raciones y evaluar el crecimiento. Simultáneamente, se monitorearon los parámetros fisicoquímicos del agua antes de cada muestreo biométrico utilizando un kit de prueba.

**Tabla 1.** Composición porcentual de la formulación de las Dietas Experimentales.

| Insumos             | T 0 (CONTROL) | T 1 (0.25%) | T 2 (0.5%) | T 3(1%)    |
|---------------------|---------------|-------------|------------|------------|
| Harina De Pescado   | 21            | 21.14       | 21.15      | 21.15      |
| Torta De Soya       | 14.1          | 14.2        | 14.42      | 14.73      |
| Polvillo De Arroz   | 20.67         | 18.48       | 16.21      | 14.68      |
| Harina De Maiz      | 39.63         | 41.34       | 43.12      | 43.84      |
| Ajo (Polvo)         | <b>0</b>      | <b>0.25</b> | <b>0.5</b> | <b>1</b>   |
| Pre Mezcla          | 0.3           | 0.3         | 0.3        | 0.3        |
| Sal                 | 0.5           | 0.5         | 0.5        | 0.5        |
| Lisina              | 0.05          | 0.05        | 0.05       | 0.05       |
| Inhibidor De Hongos | 0.1           | 0.1         | 0.1        | 0.1        |
| Ligante             | 0.8           | 0.8         | 0.8        | 0.8        |
| Antioxidante        | 0.05          | 0.05        | 0.05       | 0.05       |
| Premix. Vitamínico  | 0.2           | 0.2         | 0.2        | 0.2        |
| Aceite Vegetal      | 2.6           | 2.59        | 2.6        | 2.6        |
| Total               | <b>100</b>    | <b>100</b>  | <b>100</b> | <b>100</b> |
| Proteína Bruta (%)  | 25.74%        | 25.76%      | 25.74%     | 25.76%     |

Fuente: Programa de formulación de dietas económicas Zootec versión 3.0

#### 4.1.2. Trabajo de laboratorio

Al finalizar el período de alimentación de 80 días, se procedió a la toma de muestras biológicas. Se seleccionaron al azar tres juveniles de gamitana por cada unidad experimental, es decir, doce peces por tratamiento. De estos peces, se extrajeron muestras de hígado para evaluar el efecto de las dietas experimentales en el índice hepatosomático. Las muestras de hígado se pesaron y se relacionaron con el peso total del pez para calcular el índice hepatosomático. Este enfoque permitió evaluar de manera integral la influencia del *Allium sativum* en el índice hepatosomático en juveniles de *Colossoma macropomum*.

#### 4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS

En la tabla 2 se muestran los parámetros del desempeño productivo en la especie cultivada *Colossoma macropomun*

**Tabla 2.** Parámetros de desempeño productivo en juveniles de gamitana (*Colossoma macropomun*).

| Variables           | Tratamientos |               |              |            |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|------------|
|                     | T0           | T1<br>(0.25%) | T2<br>(0.5%) | T3<br>(1%) |
| Ganancia talla      | 8.738 ab     | 8.600 b       | 9.375 ab     | 10.075 a   |
| Ganancia de peso    | 60.500 b     | 61.500 ab     | 62.500 ab    | 71.750 a   |
| Consumo de alimento | 181.920 b    | 177.820 b     | 176.740 b    | 212.530 a  |
| CAA                 | 3.005 a      | 2.897 a       | 2.837 a      | 2.978 a    |
| IHP                 | 1.534 a      | 1.572 a       | 1.432 a      | 1.403 a    |

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

La tabla muestra los resultados obtenidos para los diferentes parámetros evaluados en los tratamientos con distintos niveles de inclusión de ajo.

En cuanto a la ganancia de talla, se observa que el tratamiento T3 con 1% de inclusión de ajo obtuvo la mayor talla (10.075 a), siendo significativamente superior al tratamiento T1 (8.600 b); Sin embargo, no mostró diferencia estadística con T0 (8.738 ab) y T2 (9.375 ab).

Para la ganancia de peso, nuevamente el tratamiento T3 (71.750 a) registró un valor significativamente mayor en comparación con el tratamiento control T0 (60.500 b) pero son iguales a los tratamientos T1 (61.500 ab) y T2 (62.500 ab).

En cuanto al consumo de alimento, el tratamiento T3 (212.530 a) presentó un consumo significativamente mayor que los tratamientos T0 (181.920 b), T1 (177.820 b), T2 (176.740 b) y no mostraron diferencias significativas entre ellos.

Para los parámetros de conversión alimenticia (CAA) e índice hepatosomático (IHP), no se observaron diferencias significativas entre todos los tratamientos evaluados.

#### **4.2.1. Resultados de los parámetros fisicoquímicos**

En este trabajo se presenta un resumen (Cuadro 3) de los principales parámetros evaluados. Los datos mostrados son promedios obtenidos durante todo el período de estudio. Estos valores provienen de mediciones regulares realizadas para evaluar la calidad del agua en el área de investigación.



**Cuadro 3.** Valores de los principales parámetros físico-químicos del estanque de cultivo.

| <b>Parámetros</b>                            | <b>Promedio</b> |
|--|-----------------|
| <b>Temperatura del agua (°C)</b>             | 28. 6           |
| <b>Oxígeno disuelto (mgL<sup>-1</sup>)</b>   | 6. 18           |
| <b>pH</b>                                    | 6.15            |
| <b>Nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)</b> | 0.02            |
| <b>Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b> | 0.02            |
| <b>Amonio</b>                                | 0.02            |

*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS**

Basándonos en los resultados obtenidos, podemos realizar la prueba de hipótesis:

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>): El *Allium sativum* como aditivo en la dieta no influye en el desempeño productivo e índice hepatosomático de juveniles de *Colossoma macropomun*.

Hipótesis alternativa (H<sub>i</sub>): El *Allium sativum* como aditivo en la dieta influye en el desempeño productivo e índice hepatosomático de juveniles de *Colossoma macropomun*.

Según los resultados, el tratamiento T3 con 1% de inclusión de ajo mostró un efecto positivo al promover un mayor crecimiento en talla, ganancia de peso y consumo de alimento en comparación con los otros tratamientos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se acepta la hipótesis alternativa (H<sub>i</sub>), es decir, el ajo como aditivo en la dieta influye en el desempeño productivo de juveniles de gamitana.

Sin embargo, para la conversión alimenticia y el índice hepatosomático (IHP), no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que el ajo no tuvo un efecto notable en este parámetro.

#### 4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos concuerdan con los antecedentes donde diversos estudios han reportado efectos positivos de la inclusión de ajo en la dieta de diferentes especies acuáticas, promoviendo un mayor crecimiento, ganancia de peso y mejora en el consumo de alimento.

El tratamiento T3, con una inclusión de ajo al 1%, mostró un efecto significativamente positivo al promover un mayor crecimiento en talla, ganancia de peso y consumo de alimento en comparación con los otros tratamientos. Estos resultados son consistentes con los reportados por Tihamiyu et al. (2017), quienes encontraron que la inclusión de ajo al 3% en la dieta del bagre africano (*Clarias gariepinus*) mejoró la ganancia de peso corporal, la tasa de crecimiento específica y la conversión alimenticia. De manera similar, Adineh et al. (2020) observaron mejoras en el crecimiento y la conversión alimenticia en truchas arcoíris alimentadas con dietas suplementadas con extracto de ajo.

Estos resultados positivos podrían atribuirse a los compuestos bioactivos presentes en el ajo, como la alicina y los compuestos organosulfurados, que han demostrado tener propiedades antimicrobianas, antioxidantes e inmunoestimulantes (Valenzuela-Gutiérrez et al. 2021). Estos compuestos podrían mejorar la salud intestinal y la eficiencia en la absorción de nutrientes, lo que se traduce en un mejor crecimiento y aprovechamiento del alimento.

Es importante destacar que los niveles más bajos de inclusión de ajo (0.25% y 0.5%) en los tratamientos T1 y T2 no generaron mejoras significativas en comparación con el tratamiento control T0. Esto sugiere que es necesario alcanzar un nivel mínimo de inclusión de ajo para observar los beneficios en el desempeño

productivo, como se evidenció en el tratamiento T3 con 1%. Este hallazgo resalta la importancia de determinar la dosis óptima de inclusión para cada especie y etapa de crecimiento.

En cuanto a la conversión alimenticia (CAA), no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Esto indica que, si bien el ajo promovió un mayor consumo de alimento y crecimiento, no afectó negativamente la eficiencia en la utilización del alimento. Este resultado es particularmente interesante, ya que sugiere que el ajo podría estar mejorando la digestibilidad o la absorción de nutrientes, permitiendo un mayor crecimiento sin comprometer la eficiencia alimenticia.

Con respecto al índice hepatosomático (IHS), los resultados no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, lo cual difiere de algunos estudios previos que han reportado efectos del ajo en la funcionalidad hepática (Zare et al. 2021). Esta discrepancia podría atribuirse a factores como la especie utilizada, la dosis de ajo empleada o la duración del estudio. También es posible que los efectos del ajo en el hígado de la gamitana sean más sutiles y requieran de análisis histológicos o bioquímicos más detallados para ser detectados.

En general, los resultados obtenidos en este estudio contribuyen a respaldar el potencial del ajo como un aditivo natural beneficioso para mejorar el crecimiento y el rendimiento productivo en la acuicultura, particularmente en la especie *Colossoma macropomum*. Sin embargo, se requieren investigaciones adicionales para comprender mejor los mecanismos de acción del ajo y optimizar su aplicación en la alimentación de diferentes especies acuáticas.

## CONCLUSIONES

- La inclusión de ajo (*Allium sativum*) como aditivo en la dieta de juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) influye positivamente en su desempeño productivo, especialmente a una concentración del 1%.
- El tratamiento T3 con 1% de inclusión de ajo mostró los mejores resultados en términos de ganancia de talla (10.075 cm) y ganancia de peso (71.750 g), siendo significativamente superior al tratamiento control y a los tratamientos con menor inclusión de ajo.
- El consumo de alimento fue significativamente mayor en el tratamiento T3 (212.530 g), lo que sugiere que la inclusión de ajo al 1% estimula el apetito en los juveniles de gamitana.
- No se observaron diferencias significativas en la conversión alimenticia (CAA) e índice hepatosomático sugiriendo que el ajo no tiene un efecto notable en estos parámetros.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda la inclusión de ajo al 1% en las dietas, ya que mostró ser el nivel que promueve mejoras significativas en el crecimiento (talla y ganancia de peso) y el consumo de alimento en comparación con dietas sin ajo o con menores niveles de inclusión.
- Para futuras investigaciones, sería conveniente evaluar niveles de inclusión de ajo superiores al 1% para determinar si existe un umbral máximo a partir del cual no se observen mayores beneficios o incluso efectos negativos.
- Estudiar los posibles mecanismos de acción del ajo, como la activación de enzimas digestivas mejora de absorción de nutrientes y efectos antioxidantes para optimizar su uso en la alimentación de peces.
- Investigar el efecto de la inclusión de ajo en otros parámetros productivos, el rendimiento en canal, la calidad de carne, entre otros, para tener una visión más completa de su impacto.
- Realizar análisis económicos para determinar la viabilidad y rentabilidad de la inclusión de ajo en las dietas, considerando los costos de adquisición y los beneficios potenciales en términos de mejora en el crecimiento y consumo.
- Explorar la posibilidad de combinar el ajo con otros aditivos naturales o estrategias nutricionales para potenciar aún más sus efectos positivos en el rendimiento productivo.
- Evaluar la estabilidad y vida útil del ajo en las dietas, así como su interacción con otros ingredientes, para garantizar su eficacia y calidad a lo largo del tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adineh, H., Harsij, M., Jafaryan, H., & Asadi, M. (2020). The effects of microencapsulated garlic (*Allium sativum*) extract on growth performance, body composition, immune response and antioxidant status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles. *Journal of Applied Animal Research*, 48(1), 372–378. <https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1808473>
- Akintayo - Balogun Omolere. M, & Alagbe, J.O. (2020). Probiotics and medicinal plants in poultry nutrition: a review. *International Journal on Integrated Education*, 3(10), 214–221. <https://doi.org/10.31149/IJIE.V3I10.730>
- Bojalil, D. B., & Bárcenas, M. E. (2013). El ajo y sus aplicaciones en la conservación de alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 1(7), 25–36.
- Boyd, C. E., D'Abramo, L. R., Glencross, B. D., Huyben, D. C., Juarez, L. M., Lockwood, G. S., McNevin, A. A., Tacon, A. G. J., Teletchea, F., Tomasso, J. R., Tucker, C. S., & Valenti, W. C. (2020). Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(3), 578–633. <https://doi.org/10.1111/JWAS.12714>
- Campos, L. (2015). *El cultivo de la gamitana en Latinoamérica*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. <https://hdl.handle.net/20.500.12921/108>
- Chong, C. M., A.V.S. Ganaseh Murthy, C.Y. Choy, C., & K. S. Lai. (2020). Phytotherapy in aquaculture: Integration of endogenous application with science. *Journal of Environmental Biology*, 41, 1204–1214. [https://doi.org/10.22438/jeb/41/5\(SI\)/MS\\_12](https://doi.org/10.22438/jeb/41/5(SI)/MS_12)
- Delgado, D. L. C., Caceres, L. L. C., Gómez, S. A. C., & Odio, A. D. (2023). Effect of

- dietary garlic (*Allium sativum*) on the zootechnical performance and health indicators of aquatic animals: A mini-review. *Veterinary World*, 16(5), 965–976.  
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.965-976>
- Dikel, S. (2015). Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Büyüme Artırıcı Olarak Sarımsak (*Allium sativum*) Kullanımı. *Turkish Journal Food Science and Technology*, 3(7), 529–536. <https://doi.org/10.24925/TURJAF.V3I7.529-536.356>
- Esmaeili, M., Abedian Kenari, A., & Rombenso, A. N. (2017). Effects of fish meal replacement with meat and bone meal using garlic (*Allium sativum*) powder on growth, feeding, digestive enzymes and apparent digestibility of nutrients and fatty acids in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*, 1792). *Aquaculture Nutrition*, 23(6), 1225–1234. <https://doi.org/10.1111/ANU.12491>
- Fereidouni, M. S., Akbary, P., & Soltanian, S. (2015). Survival Rate and Biochemical Parameters in Mugil cephalus (Linnaeus, 1758) Larvae Fed Garlic (*Allium sativum L.*) Extract. *American Journal of Molecular Biology*, 5(1), 7–15.  
<https://doi.org/10.4236/AJMB.2015.51002>
- Güroy, D., Emre, N., Yalım, F. B., Karadal, O., Kaya, D., & Arifoğlu, N. (2024). Interaction of dietary garlic (*Allium sativum*), onion (*Allium cepa*), and probiotic on the growth performance and health status of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*, 32, 4515–4528.  
<https://doi.org/10.1007/s10499-024-01388-5>
- Lee, J.-Y., & Gao, Y. (2012). Review of the Application of Garlic, *Allium sativum*, in Aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 43(4), 447–458.  
<https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2012.00581.x>
- López Luengo, M. T. (2007). Offarm. In *Offarm* (Vol. 26, Issue 1). Doyma.

<http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-el-ajo-13097334>

- López Macías, N., Salas Benavides, J., Gómez Cerón, A. E., & Sanguíno Ortiz, W. R. (2012). Estudio gonadal de la sabaleta de la cuenca del patía (*Brycon sp.*) como indicador del potencial acuícola. *Revista Electrónica de Ingeniería En Producción Acuicola*, 6(6). <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1514>
- Mahmoud Ahmad Mohammad. (2023). Effect of adding garlic *Allium sativum* powder in diet on hematological, biochemical and histopathological criteria of common carp cyprinus carpio l. *IRAQI JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES*, 54(4), 1040–1049. <https://doi.org/10.36103/ijas.v54i4.1793>
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2013). *Tablas De Composicion De Alimentos (Ciencia Y Tecnica)*. 1–83. [https://catedraalimentacioninstitucional.files.wordpress.com/2014/09/3-1-tablas\\_de\\_composicion\\_de\\_alimentos.pdf](https://catedraalimentacioninstitucional.files.wordpress.com/2014/09/3-1-tablas_de_composicion_de_alimentos.pdf)
- Ndakalimwe, G., Wilhelm, M. R., Habte-Tsion, H.-M., Chimwamurombe, P., & Omoregie, E. (2019). Dietary garlic (*Allium sativum*) crude polysaccharides supplementation on growth, haematological parameters, whole body composition and survival at low water pH challenge in African catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. *Scientific African*, 5, e00128. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00128>
- Ogbuewu, I. P., Okoro, V. M., Mbajiorgu, E. F., & Mbajiorgu, C. A. (2018). Beneficial Effects of Garlic in Livestock and Poultry Nutrition: A Review. *Agricultural Research 2018* 8:4, 8(4), 411–426. <https://doi.org/10.1007/S40003-018-0390-Y>
- Öz, M., & Dikel, S. (2022). Effect of garlic (*Allium sativum*) - supplemented diet on growth performance, body composition and fatty acid profile of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Cellular and Molecular Biology*, 68(1), 217–225.



<https://doi.org/10.14715/cmb/2022.68.1.26>

PRODUCE. (2022). Manual para una acuicultura sostenible: “Cultivo de Gamitana.”

*Ministerio de La Producción*. <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/08/Manual-de-Gamitana.pdf>

Reverter, M., Tapissier-Bontemps, N., Sarter, S., Sasal, P., & Caruso, D. (2021).

Moving towards more sustainable aquaculture practices: a meta-analysis on the potential of plant-enriched diets to improve fish growth, immunity and disease resistance. *Reviews in Aquaculture*, *13*(1), 537–555.

<https://doi.org/10.1111/RAQ.12485>

SAS Institute. (2016). The Statistical Analysis Software (SAS) User’s Guide Version

9.4. *SAS Institute, Inc.*

Shalaby, A., Khattab, Y., & Abdel Rahman, A. (2006). Effects of Garlic

(*Alliumsativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, *12*(2), 172–201.

<https://doi.org/10.1590/S1678-91992006000200003>

Singh, P., Kumar, G., Yadav, D., Rajput, M., & Srivastava, R. (2020). Dietary

Supplementation of Garlic as Feed Additive in Poultry: A Review. *RJCES*, *8*(5), 42–45. [www.aelsindia.com/rjces.htm](http://www.aelsindia.com/rjces.htm)

Tadese, D. A., Song, C., Sun, C., Liu, B., Liu, B., Zhou, Q., Xu, P., Ge, X., Liu, M., Xu,

X., Tamiru, M., Zhou, Z., Lakew, A., & Kevin, N. T. (2022). The role of currently used medicinal plants in aquaculture and their action mechanisms: A review.

*Reviews in Aquaculture*, *14*(2), 816–847. <https://doi.org/10.1111/RAQ.12626>

- Tiamiyu, A. ., Adedeji, O. ., & Olatoye, I. . (2017). Growth Performance of the African catfish, *Clarias gariepinus*, Fed Varying Inclusion Levels of *Allium sativum* as Feed Additives. *American Journal of Biotechnology and Bioinformatics*, 1(1).  
<https://doi.org/10.28933/AJOB-2017-09-2801>
- Valenzuela-Gutiérrez, R., Lago-Lestón, A., Vargas-Albores, F., Cicala, F., & Martínez-Porchas, M. (2021). Exploring the garlic (*Allium sativum*) properties for fish aquaculture. *Fish Physiology and Biochemistry* 2021 47:4, 47(4), 1179–1198.  
<https://doi.org/10.1007/S10695-021-00952-7>
- Waagbø, R., & Remø, S. C. (2020). Functional diets in fish health management. In *Aquaculture Health Management* (pp. 187–234). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813359-0.00007-5>
- Zare, M., Tran, H. Q., Prokešová, M., & Stejskal, V. (2021). Effects of Garlic *Allium sativum* Powder on Nutrient Digestibility, Haematology, and Immune and Stress Responses in Eurasian Perch *Perca fluviatilis* Juveniles. *Animals* 2021, 11(9), 2735. <https://doi.org/10.3390/ANI11092735>

# **ANEXOS**

**Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos**

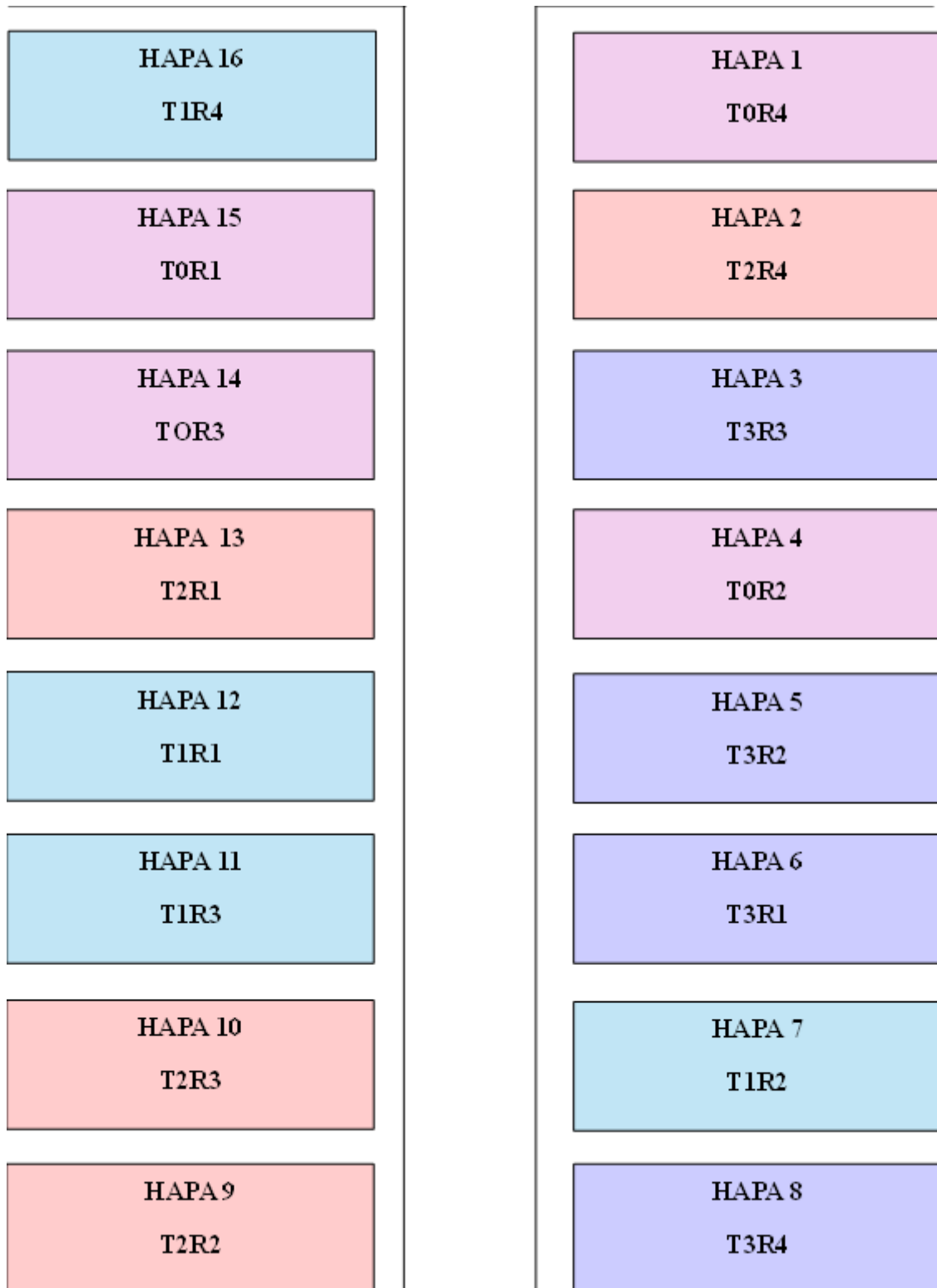
**Ficha 1.**

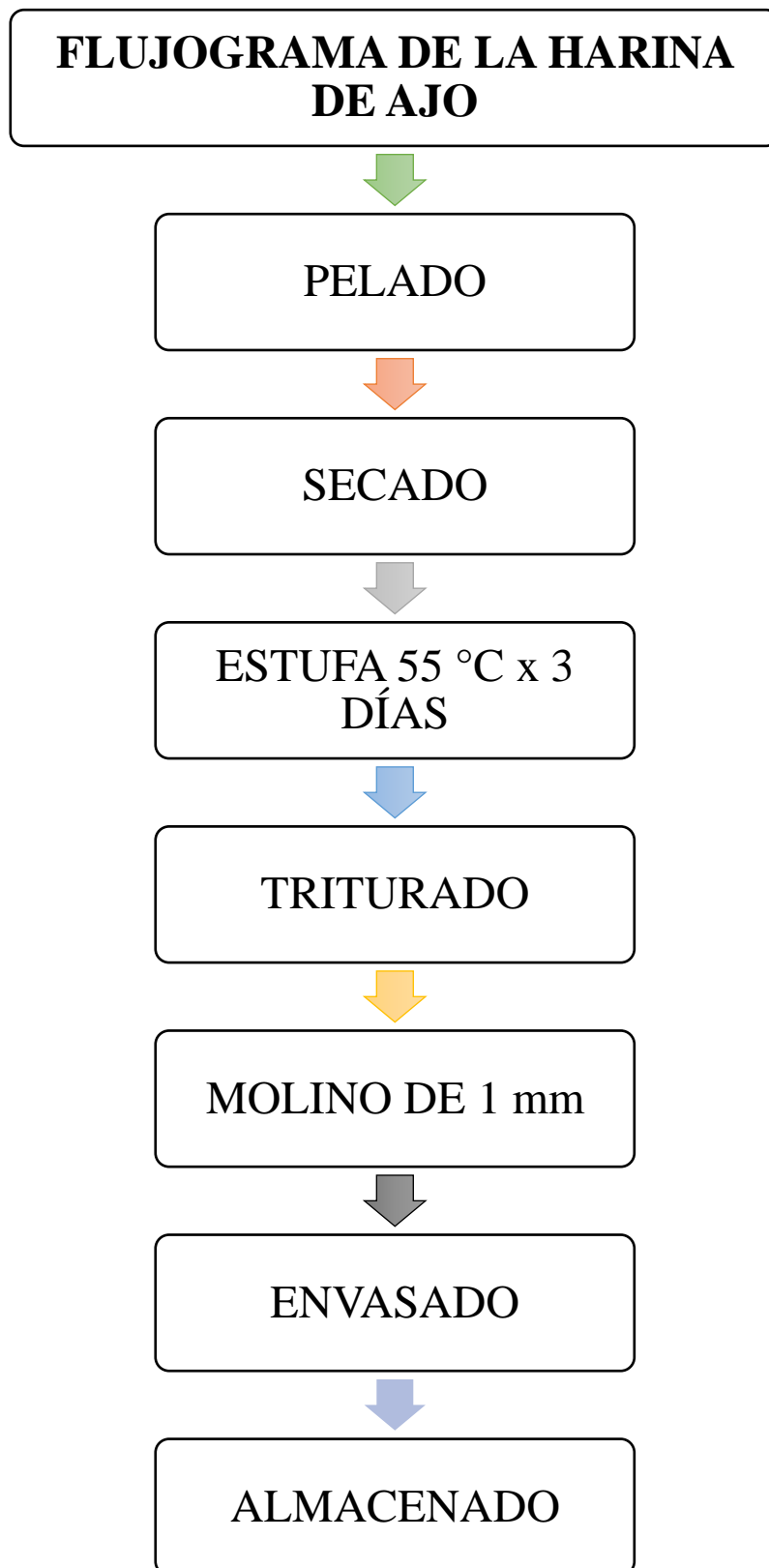
**RESPONSABLE:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ **N° DE MUESTREO:** \_\_\_\_\_

| No.       | TRATAMIENTO 1<br>Ración base + Ajo (0.25%) |       |         |       |         |       | TRATAMIENTO 2<br>Ración base + Ajo (0.5%) |       |        |       |         |       | TRATAMIENTO 3<br>Ración base + Ajo (1%) |       |        |       |        |       | CONTROL (0)<br>Ración base |       |        |       |        |       |
|-----------|--|-------|---------|-------|---------|-------|---|-------|--------|-------|---------|-------|---|-------|--------|-------|--------|-------|----------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|
|           | HAPA 7                                     |       | HAPA 11 |       | HAPA 12 |       | HAPA 3                                    |       | HAPA 5 |       | HAPA 10 |       | HAPA 1                                  |       | HAPA 4 |       | HAPA 9 |       | HAPA 2                     |       | HAPA 6 |       | HAPA 8 |       |
|           | Peso                                       | Talla | Peso    | Talla | Peso    | Talla | Peso                                      | Talla | Peso   | Talla | Peso    | Talla | Peso                                    | Talla | Peso   | Talla | Peso   | Talla | Peso                       | Talla | Peso   | Talla | Peso   | Talla |
| 1         |  |       |         |       |         |       |   |       |        |       |         |       |   |       |        |       |        |       |                            |       |        |       |        |       |
| 2         |  |       |         |       |         |       |   |       |        |       |         |       |   |       |        |       |        |       |                            |       |        |       |        |       |
| 3         |  |       |         |       |         |       |   |       |        |       |         |       |   |       |        |       |        |       |                            |       |        |       |        |       |
| 4         |  |       |         |       |         |       |   |       |        |       |         |       |   |       |        |       |        |       |                            |       |        |       |        |       |
| 5         |  |       |         |       |         |       |   |       |        |       |         |       |   |       |        |       |        |       |                            |       |        |       |        |       |
| 6         |  |       |         |       |         |       |   |       |        |       |         |       |   |       |        |       |        |       |                            |       |        |       |        |       |
| 7         |  |       |         |       |         |       |   |       |        |       |         |       |   |       |        |       |        |       |                            |       |        |       |        |       |
| 8         |  |       |         |       |         |       |   |       |        |       |         |       |   |       |        |       |        |       |                            |       |        |       |        |       |
| 9         |  |       |         |       |         |       |   |       |        |       |         |       |   |       |        |       |        |       |                            |       |        |       |        |       |
| 10        |  |       |         |       |         |       |   |       |        |       |         |       |   |       |        |       |        |       |                            |       |        |       |        |       |
| $\bar{X}$ |  |       |         |       |         |       |   |       |        |       |         |       |   |       |        |       |        |       |                            |       |        |       |        |       |

Anexo II. Distribución de los tratamientos en las unidades experimentales.





*Fuente: Elaboración propia*

## **Anexo IV. Evidencias fotográficas durante el estudio experimental.**

### **Instalación de Hapas**



### **Secado del Ajo y obtención de la harina de ajo**



## Preparación de alimento



## Muestreo: ejemplares de gamitana





# Elianne Jubickza Panduro Villacrez

## INFORME DE TESIS.pdf

 My Files

 My Files

 Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::15388:422126644

Fecha de entrega

20 ene 2025, 8:23 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

20 ene 2025, 8:25 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

RESUMEN-RECOMENDACION.pdf

Tamaño de archivo

1.2 MB

32 Páginas

6,868 Palabras

40,760 Caracteres




# 17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 15%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.