

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DE DOS SISTEMAS DE AIREACIÓN EN TRES
DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA ETAPA DE
CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE GAMITANA
(*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816), PROVINCIA
RODRÍGUEZ DE MENDOZA, AMAZONAS**

**Autor : Bach. Heyner Joel Poquis Chuquizuta
Asesor : Ing. Mg. Robert Javier Cruzalegui Fernández
Coasesor : Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva**

Registro:

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN DE LA PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): POQUIS CHUQUIZUTA HEYNER SOEL
 DNI N°: 79259217
 Correo electrónico: 7225921752@untrm.edu.pe
 Facultad: INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS
 Escuela Profesional: INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
 DNI N°: _____
 Correo electrónico: _____
 Facultad: _____
 Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

EPECIO DE DOS SISTEMAS DE ASIRACION EN TRES DENSIDADES DE SIENGA EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE GRANJANA (Colofoma macropora CURZER, 1816); PRODUCCIA RODRIGUEZ DE MENDOZA, AMAZONAS.

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: CRUZALEGUA FERNANDEZ ROBERT JAVIER
 DNI Pasaporte, CEN°: 41717033
 Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0002-0939-9713

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: ARQUINZU SILVA ERIC ALDO
 DNI Pasaporte, CEN°: 32904948
 Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0002-9226-9896

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_fori.html
4.00.00 - CIENCIAS AGRARIAS 4.01.00 - AGROPECUARIO, SILVICULTURA, PESQUERIA
4.01.08 - ACUICULTURA

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la Licencia *creative commons* de tipo BY-NC. Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 04 / JULIO / 2023

[Firma]
 Firma del autor 1
[Firma]
 Firma del Asesor 1

[Firma]
 Firma del autor 2
[Firma]
 Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a mi madre y padre, Nuria Chuquizuta Chappa, Hermilio Poquis Grandez, que fueron mi soporte indispensable durante mis estudios universitarios y por su sacrificio y esfuerzo que pusieron en el día a día para yo poder cumplir una de mis primeras metas. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

A mis hermanos, Rosmery Poquis Chuquizuta y Luis A. Poquis Chuquizuta, por su apoyo constante para el logro de mi propósito.

A mis amigos y familiares quienes me acompañaron durante el desarrollo de este alcance

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por darme la vida y gozar de buena salud, por permitirme disfrutar de mi familia y ser de guía espiritual en cada decisión tomada en mi vida, por haber puesto a personas que sumaron en mi formación profesional y estuvieron pendiente mío para no rendirme hasta lograr mi objetivo.

A mis padres y hermanos, mi más grande agradecimiento por la paciencia, amor y sobre todo la confianza que pusieron en mi para impulsarme a ser cada día mejor y una persona de bien.

A mi alma Mater la “Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas”, prestigiosa institución que me acogió y fue parte de mi formación profesional, a las aulas de mi facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, docentes y técnicos que con sus enseñanzas, experiencias y valores contribuyeron en mi formación.

Al Mg. Robert Javier Cruzalegui Fernández asesor de la tesis, por la consideración, la confianza y todos los conocimientos aportados para realizar este trabajo de investigación.

Al Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva co-asesor de la tesis, por el conocimiento brindado para realizar este trabajo de investigación.

También agradecer al subproyecto “Producción de paco (*Piaractus brachypomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816) aplicando dos tecnologías de aireación, y tres densidades de siembra en selva alta, Rodríguez de Mendoza, region Amazonas”. El cual hizo posible la realización de mi tesis.

Agradecer también a la asociación de Productores Agropecuarios Conservacionistas de Huamanpata por la hospitalidad brindada en su centro piscícola donde realice el trabajo en campo.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. Dr. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector Académico

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

Vicerrectora de Investigación

Dr. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA

Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EFECCO DE DOS SISTEMAS DE AZEAFACION EN TRES DENSDRARES DE SEMBRA EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE GAZTANA (Colosoma maculatum Cuvier, 1816), PROVINCIA RODRIGUEZ DE MEMORA, AMAZONAS; del egresado HEYNER SOEL POGUES CHUQUIZUTA de la Facultad de INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS Escuela Profesional de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 10 de Abril de 2023

Firma y nombre completo del Asesor

Ing. Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernández



VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

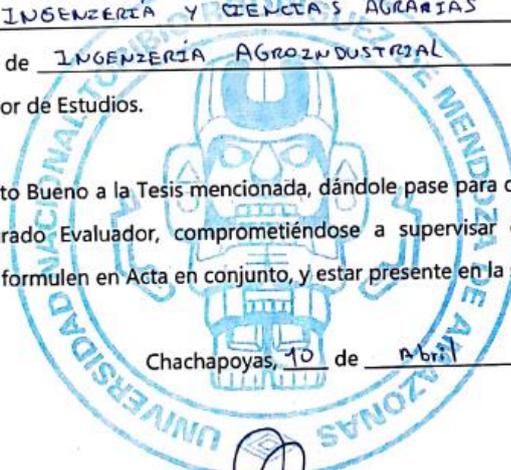
ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Efecto de dos sistemas de aireación en tres densidades de siembra en la etapa de crecimiento en el cultivo de GAMBIZANA (*Colossoma macropomum* CUNZE, 1916), PROVINCIA RODRÍGUEZ DE MENDOZA, AMAZONAS; del egresado HEYNER SOEL BOQUIS CHUQUZZUTA de la Facultad de INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS Escuela Profesional de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 10 de Abril de 2023



Firma y nombre completo del Asesor
Dr. Eric Aldo Auguinián Silva.

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

PRESIDENTE



Ing. MsC. Segundo Grimaldo Chavez Quintana

SECRETARIO



Ing. Ms. Verónica Zuta Chamoli

VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

EFECCIÓN DE DOS SISTEMAS DE AERACIÓN EN TRES DEPENDENCIAS DE SIEMBRA EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE CAMOTIANA (Colosium mucosporum CUNZER, 1916), PRODUCCIÓN ROTAVIRUS DE MENDOTA, AMAZONAS.

presentada por el estudiante ()/egresado (X) HEYNER JOEL POQUIS CUYANZUZA
de la Escuela Profesional de INGENIERÍA AGRONÓMICA
con correo electrónico institucional 722592152@untrm.edu.pe

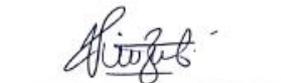
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 14 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 11 de Mayo del 2023


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 01 de Junio del año 2023, siendo las 15:00 horas, el aspirante: Hayner Joel Popuis Chuguzanta, asesorado por Ing Robert Javier Cruzales Fernández defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Efecto de los sistemas de sucesión en tres densidades de siembra en la etapa de crecimiento en el cultivo de yamitoma (Colocasia esculenta Swartz 1814), para obtener el Título Profesional de Ingeniería Agronómica a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ing Guillermo Urbaza Viquez

Secretario: Ms. Segredo Grimaldo Chavez Andino

Vocal: Ms. Veronica Zuta Chausali

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

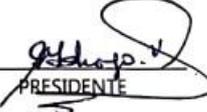
Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 16:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE LA PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	vi
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS.....	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS	x
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	18
II. MATERIALES Y MÉTODOS	20
2.1. Localización.....	20
2.2. Muestra	21
2.3. Variables de estudio.....	21
2.3.1. Variable independiente	21
2.3.2. Variable dependiente	21
2.4. Diseño experimental	21
2.5. Métodos y procedimientos.....	22
2.5.1. Aclimatación de peces y unidades experimentales.....	22
2.5.2. Acondicionamiento de estanques e instalación de experimentos.....	22
2.5.3. Densidad de siembra de gamitana (<i>C. macropomum</i>).....	22
2.5.4. Alimentación	23

2.5.5.	Sistemas de aireación.....	23
2.5.6.	Monitoreo de la calidad agua.....	23
2.5.7.	Muestreo biométrico.....	23
2.5.8.	Eficiencia de aireación estándar (SAE).....	24
2.6.	Análisis de datos	24
III.	RESULTADOS.....	25
3.1.	Monitoreo de la calidad de agua	25
3.2.	Muestreo biométrico	30
3.2.1.	Ganancia de peso (GP)	30
3.2.2.	Ganancia de longitud (GL).....	34
3.2.3.	Ganancia de Biomasa (GB).....	38
3.2.4.	Tasa de crecimiento específico (TCE) y Supervivencia (%).....	43
3.3.	Eficiencia de aireación estándar (SAE)	44
IV.	DISCUSIÓN	45
V.	CONCLUSIONES	50
VI.	RECOMEDACIONES.....	51
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Arreglo experimental.....	21
Tabla 2. Resultados generales del monitoreo de la calidad de agua de los estanques con los dos sistemas de aireación.	25
Tabla 3. Resultados de la ganancia de peso de gamitana con la aplicación de los dos sistemas de aireación en relación a las tres densidades de siembra.....	30
Tabla 4. Resultados de la ganancia de longitud de gamitana con la aplicación de los dos sistemas de aireación en relación a las tres densidades de siembra.	34
Tabla 5. Resultados de la ganancia de biomasa de gamitana con la aplicación de los dos sistemas de aireación en relación a las tres densidades de siembra.	39
Tabla 6. Resultados de la tasa de crecimiento específico y supervivencia con la aplicación de los dos sistemas de aireación en relación a las tres densidades de siembra.	43
Tabla 7. Resultados obtenidos a cerca de la eficiencia de aireación estándar para los aireadores.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Imagen de la vista aérea de la ubicación del centro piscícola.	20
Figura 2.	Comportamiento del oxígeno disuelto en relación a las horas de funcionamiento de los dos sistemas de aireación.	26
Figura 3.	Comportamiento de la temperatura del agua con respecto a las horas de funcionamiento de los dos sistemas de aireación.	27
Figura 4.	Comportamiento del pH del turno mañana durante los 60 días de estudio con funcionamiento de los dos sistemas de aireación.	28
Figura 5.	Comportamiento del pH del turno tarde durante los 60 días de estudio con funcionamiento de los dos sistemas de aireación.	28
Figura 6.	Comportamiento de la transparencia de agua del turno mañana durante los 60 días de estudio con funcionamiento de los dos sistemas de aireación.....	29
Figura 7.	Comportamiento de la transparencia de agua del turno mañana durante los 60 días de estudio con funcionamiento de los dos sistemas de aireación.....	29
Figura 8.	Resultados de la ganancia de peso de las gamitanas con uso de los dos sistemas de aireación.	31
Figura 9.	Comportamiento de la ganancia de peso de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador tipo paleta en relación a los días de muestreo.....	32
Figura 10.	Comportamiento de la ganancia de peso de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador Splash en relación a los días de muestreo.....	32
Figura 11.	Comportamiento de la ganancia de peso de la gamitana con la densidad de siembra de 4, 8 y 12 peces/m ² con uso de los dos sistemas de aireación.	33
Figura 12.	Resultados de la ganancia de longitud de las gamitanas con uso de los dos sistemas de aireación.	35
Figura 13.	Comportamiento de la ganancia de longitud de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador paleta en relación a los días de muestreo.....	36
Figura 14.	Comportamiento de la ganancia de longitud de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador Splash en relación a los días de muestreo.....	36
Figura 15.	Comportamiento de la ganancia de longitud de la gamitana con la densidad de siembra de 4, 8 y 12 peces/m ² con uso de los dos sistemas de aireación.	37

Figura 16. Resultados de la ganancia de biomasa de las gamitanas con uso de los dos sistemas de aireación.	39
Figura 17. Comportamiento de la ganancia de biomasa de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador paleta en relación a los días de muestreo.	40
Figura 18. Comportamiento de la ganancia de biomasa de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador Splash en relación a los días de muestreo.	41
Figura 19. Comportamiento de la ganancia de biomasa de la gamitana con la densidad de siembra de 4, 8 y 12 peces/m ² con uso de los dos sistemas de aireación.	42

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Centro Piscícola de Michina, provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas en un periodo de 60 días. El objetivo fue aplicar dos sistemas de aireación en tres densidades de siembra del cultivo de gamitana en la etapa de crecimiento. Los indicadores que se evaluaron fueron los parámetros de calidad de agua (oxígeno disuelto, temperatura del agua, pH, transparencia del agua), índices de crecimiento de gamitana (ganancia de peso, longitud, biomasa, tasa de conversión alimenticia, tasa de crecimiento específico y supervivencia) y eficiencia de aireación estándar. Se utilizó tres densidades de siembra (4, 8 y 12 peces/m²) para cada tipo de aireador, con un total de 144 peces en etapa juveniles con un peso promedio de 35.3 g y talla promedio de 11.8 cm, los cuales fueron puestos en 18 jaulas prefabricadas dentro de dos estanques rectangulares para cada tipo de aireador, aireador tipo paleta y aireador tipo splash. Se obtuvo una mejor ganancia de peso con el aireador tipo paleta con respecto a la densidad de siembra de 4 peces/m², así mismo se evidencio diferencias en la transparencia de agua, siendo el mismo mayor con aireador splash y menor con aireador paleta. Con respecto a los demás tratamientos estudiados, así como el SAE, no se evidenciaron diferencias significativas entre estos dos tipos de aireadores.

Palabras claves: Gamitana, aireador tipo paleta, aireador tipo splash, biometría, calidad de agua.

ABSTRACT

The research work was carried out in the fish farming center of Michina, Rodríguez de Mendoza province, Amazonas region in a period of 60 days. The objective was to apply two aeration systems in three planting densities of the gamitana crop in the growth stage. The indicators that were evaluated were the water quality parameters (dissolved oxygen, water temperature, pH, water transparency), gamitana growth rates (weight gain, length, biomass, feed conversion rate, specific growth rate and survival) and standard aeration efficiency. Three stocking densities (4, 8 and 12 fish/m²) were used for each type of aerator, with a total of 144 fish in the juvenile stage with an average weight of 35.3 g and an average size of 11.8 cm, which were placed in 18 prefabricated cages inside two rectangular ponds for each type of aerator, stall-type aerator and splash-type aerator. A better weight gain was obtained with the paddle-type aerator with respect to the stocking density of 4 fish/m², likewise, differences in water transparency were evidenced, being the same higher with the splash aerator and lower with the paddle aerator. Regarding the other treatments studied, as well as the SAE, no significant differences were found between these two types of aerators.

Keywords: Gamitana, paddle-type aerator, splash-type aerator, biometrics, water quality

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una actividad enfocada al cultivo de organismos acuáticos, con el fin de mejorar la producción de las diferentes especies, esto gracias que presenta recursos acuáticos y especies amazónicas que permiten la facilidad de suministrar el 50 % del pescado consumido en la actualidad (Gómez y Molina, 2019). Entre estos peces, se encuentra la gamitana (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816), el cual es uno de los peces más cultivados y consumidos en el sector de la amazonía, inculcando así estudios más intensificados con el fin de fortalecer el cultivo de esta especie (Peruana, 2018).

A pesar, de que el cultivo de gamitana sea un escenario de gran producción, existen deficiencias en el uso de tecnologías el cual permita mejorar las técnicas de producción, como también la optimización de los estudios para así poder adquirir nuevos conocimientos sobre las mejoras de los sistemas de piscicultura (René y Zúñiga, 2022). El limitado uso de las tecnologías en la piscicultura se debe a que estos equipos presentan un valor económico muy elevado, el cual lo hace difícil de ser adquiridos por los productores piscícolas (Barba, 2015).

Entre el uso de tecnologías utilizadas en el cultivo de gamitana, los sistemas de aireación artificiales son los que repercuten en su mayoría en el desarrollo de producción acuícola, debido a que estos equipos brindan soluciones al limitado oxígeno disuelto que se encuentra en los estanques, como también en las mejoras del desempeño zootécnico, generando mayor densidad de población y rendimientos en la producción piscícola amazónica (Mahmudov et al., 2019).

El uso de estos sistemas de aireación permite el rápido crecimiento de los peces hasta un 47 % más alto, permitiendo así el aumento en las densidades de siembra de los peces haciéndolo más rentable en la producción (Gusev et al., 2017). Como es el caso de los aireadores tipo paleta y bomba vertical (splash), el cual su utilización permite en el duplicar o triplicar el número de peces en una determinada área debido a su buena función de velocidad de transferencia de oxígeno disuelto al agua (Garayar, 2016). La densidad de siembra es un factor que afecta el crecimiento y sobrevivencia de los peces, permiten un mayor aprovechamiento del área de cultivo y evita comportamientos caníbales o agonísticos, por lo tanto su optimización implica un aumento de la productividad (Nugroho et al., 2021).

La calidad de agua es uno de los factores más importantes a controlar en el cultivo de peces acuícolas, en ellos están integrados, la temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH incluyendo la transparencia (Ríos, 2021). Estos factores deben de ser evaluados constantemente para así poder tomar decisiones frente a problemas que se presente en relación a estos parámetros, teniendo en cuenta la recirculación de agua constante en los estanques ya que probablemente pueden alterar dichos parámetros e incluso afectando la supervivencia de los peces (López y Anzoátegui, 2012).

En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo estudiar el efecto de dos sistemas de aireación en tres densidades de siembra en la etapa de crecimiento y calidad de agua en el cultivo de gamitana, provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Piscícola de Michina, ubicada en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas, el cual presenta las siguientes características geográficas:

Centro poblado	: Michina
Distrito	: Mariscal Benavides
Provincia	: Rodríguez de Mendoza
Departamento	: Amazonas
Código UBIGEO	: 106070007
ID del Centro poblado	: 7
Categoría N°	: 5
Segunda categoría	: Caserío
Clasificación según INEI	: Rural
Latitud:	: -77.51515
Longitud	: -6.35509

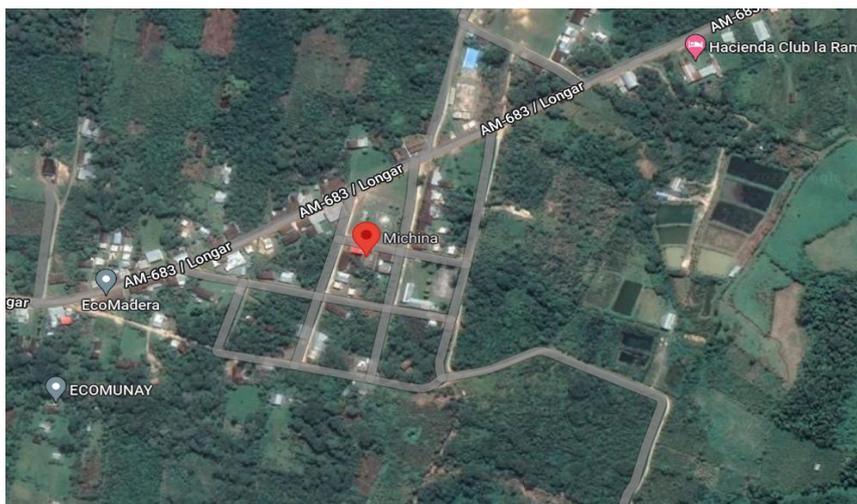


Figura 1. Imagen de la vista aérea de la ubicación del centro piscícola.

2.2. Muestra

Para evaluar la eficiencia de los aireadores en las tres densidades de siembra de cultivo de gamitana, se utilizó un total de 144 peces en edad juvenil con un peso promedio inicial de 35,5 g y una longitud promedio de 11,8 cm.

2.3. Variables de estudio

2.3.1. Variable independiente

Sistema de aireación

- ✓ Paleta
- ✓ Splash

Densidad de siembra

- ✓ Densidad 1: 4 peces por metro cuadrado
- ✓ Densidad 2 : 8 peces por metro cuadrado
- ✓ Densidad 3: 12 peces por metro cuadrado

2.3.2. Variable dependiente

- ✓ Ganancia de longitud
- ✓ Ganancia de peso
- ✓ Ganancia de biomasa
- ✓ Tasa de crecimiento específico
- ✓ Eficiencia de aireación estándar (SAE)

2.4. Diseño experimental

Se empleó un arreglo factorial regular de forma 2 x 3, donde los factores a evaluar fueron los sistemas de aireación (A1 y A2) y las tres densidades de siembra D1 (4 Peces/m²), D2 (8 Peces/m²) y D3 (12 Peces/m²) respectivamente, y cada tratamiento se realizó por triplicado.

Tabla 1. Arreglo experimental

Sistema de aireación	A1			A2		
Densidad de siembra	D1	D2	D3	D1	D2	D3
	R1	R1	R1	R1	R1	R1
Replicas	R2	R2	R2	R2	R2	R2
	R3	R3	R3	R3	R3	R3

Dónde: A1= es el sistema de aireación tipo paleta

A2= es el sistema de aireación tipo Splash

D1= densidad de siembra 4 peces por metro cuadrado.

D2= densidad de siembra de 8 peces por metro cuadrado

D3= densidad de siembra de 12 peces por metro cuadrado

2.5. Métodos y procedimientos

2.5.1. Aclimatación de peces y unidades experimentales

El estudio se llevó a cabo en el Centro piscícola de Michina, ubicada en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas. Las gamitana fueron comprados en la ciudad de Tarapoto – IIAP en etapa de larvas, con un peso promedio de 1 g, y se criaron en un estanque durante 2 meses hasta que comience el respectivo experimento.

2.5.2. Acondicionamiento de estanques e instalación de experimentos

El acondicionamiento empezó con la limpieza de los estanques, posterior a ello se realizó la desinfección mediante el encalado con cal viva aplicando al fondo y paredes de los estanques, se dejó en reposo durante 7 días para así ser enjuagado, llenado y abonado con abono químico, polvillo y harina de pescado respectivamente (Peruana, 2018). Luego a ello se instaló un total de 18 jaulas (9 por cada estanque) hechas de material raschell de dimensiones de 1 m³ para así realizar las densidades de siembra correspondientes. Para este estudio se utilizó un estanque, el cual fue dividida a la mitad con geomembrana para así poder realizar el experimento con los dos sistemas de aireación, cada división tenía las dimensiones de 14 m x 7 m x 1,30 m y fueron llenados hasta alcanzar una cantidad total de 78.4 m³ de agua.

2.5.3. Densidad de siembra de gamitana (*C. macropomum*)

Se utilizó tres densidades de siembra para cada tipo de aireador, donde la densidad 1 fue de 4 peces /m², densidad 2 fue 8 peces/m² y densidad 3 fue de 12 peces/m², todos estos por triplicado respectivamente, siendo un total de 144 peces utilizados en la presente investigación. Los peces previamente seleccionados estaban en etapa juvenil

presentando un peso inicial promedio de 35,3 g y una longitud promedio de 11,8 cm, cuyas evaluaciones biométricas se realizaron en periodos de 5 días durante 60 días.

2.5.4. Alimentación

Los peces fueron alimentados con alimento comercial de marca Aquatech Peces 32, de calibre de 2.0 x 2.0 mm con 32 % de proteína; se llevó a cabo en tres raciones diarias, a las 7:00 am, 12:00 pm y 17:00 pm, previamente pesadas para cada uno de los tratamientos. La ración de alimento a suministrar en cada tratamiento estuvo en función del peso corporal de la gamitana y la tasa de alimentación que se aplicó al inicio fue del 10 %.

2.5.5. Sistemas de aireación

Se utilizaron dos sistemas de aireación; una con aireador tipo paleta (A1) de marca UF Added con 6 paletas incluidas y la otra con aireador tipo Splash (A2) de marca Oxipez, los cuales fueron instalados en los estanques con las densidades de siembra correspondientes. Estos dos sistemas se encendían de manera manual todos los días durante 9 horas, desde las 8:00 am hasta las 17:00 pm durante los 60 días que duró la investigación.

2.5.6. Monitoreo de la calidad agua

Los parámetros de la calidad agua fueron monitoreadas diariamente por triplicado; estos parámetros fueron, el oxígeno disuelto, pH, temperatura del agua y la transparencia del agua. El oxígeno disuelto y la temperatura del agua se monitoreaba a cada hora desde el inicio, hasta el apagado durante el funcionamiento de los aireadores; estos datos se recolectaron mediante un analizador multiparametro (Marca EcoSense, modelo Do 200A). Para el caso del pH (PH Metro Múltiple Portátil, Marca Combo pH & EC, Modelo HI98130) y la transparencia del agua (disco de Secchi), se monitoreaba dos veces al día; 8:00 am y 17:00 pm respectivamente durante los 60 días de investigación.

2.5.7. Muestreo biométrico

Para el muestro biométrico correspondiente, los peces fueron pesados y tallados para así poder determinar: ganancia de peso (GP) = peso promedio final – peso promedio inicial, ganancia de longitud (GL) = longitud promedio final – longitud promedio inicial, ganancia de biomasa (GB) = biomasa final – biomasa inicial, tasa de crecimiento específico (TCE) = $(\ln \text{ peso promedio final} - \ln \text{ peso promedio$

inicial)/tiempo en días x 100, supervivencia (%) = número final de peces/número inicial de peces x 100. Los muestreos correspondientes se realizaron cada 5 días durante 60 días, donde el peso se midió en una balanza marca Camry, modelo EK5350 y la talla con ayuda de un metro acoplado a una tabla de madera de dimensiones de 30 cm x 15 cm (Izel et al., 2020).

2.5.8. Eficiencia de aireación estándar (SAE)

Para calcular la eficiencia de la aireación estándar de los dos tipos de aireadores, se aplicó la siguiente fórmula que se muestra a continuación (René & Zúñiga, 2022)

$$SAE = \frac{SOTR}{Potencia (Kw)}$$

Dónde: SOTR = Tasa de transferencia estándar del oxígeno

Cálculo de la tasa de transferencia estándar de oxígeno (SOTR):

$$SOTR = Cs \times V \times 10^{-3} \times KLa_{20}$$

Dónde: Cs = Concentración de oxígeno a 20 °C y a la salinidad del test

V = Volumen del tanque

KLa₂₀ = Coeficiente de transferencia de oxígeno luego de corregir la temperatura del test

2.6. Análisis de datos

Los promedios obtenidos de los tratamientos con aireador tipo paleta y aireador tipo Splash, fueron comparados mediante la prueba de t de Student, con un nivel de significancia del 5 % y prueba de Tukey para ver las diferencias entre grupos de datos.

III. RESULTADOS

3.1. Monitoreo de la calidad de agua

En la tabla 2, se muestra los resultados obtenidos acerca al monitoreo de la calidad agua de los estanques con los aireadores tipo paleta y tipo Splash que fueron evaluadas durante los 60 días. Se observa que, para el caso del oxígeno disuelto, el estanque con aireador tipo paleta muestra un promedio final de 6.83 ppm, y el estanque con aireador tipo Splash un promedio de 6.94 ppm; estos datos estadísticamente no muestran diferencias significativas ($p > 0.05$). La temperatura del agua promedio a lo largo de todo el estudio fue de 23.4 °C y 23.5 °C, para los estanques con aireadores tipo paleta y tipo Splash respectivamente, del mismo modo estos datos no muestran diferencias significativas ($p > 0.05$), obteniendo un p-valor fue mayor al 5 % de significancia.

Tabla 2. Resultados generales del monitoreo de la calidad de agua de los estanques con los dos sistemas de aireación.

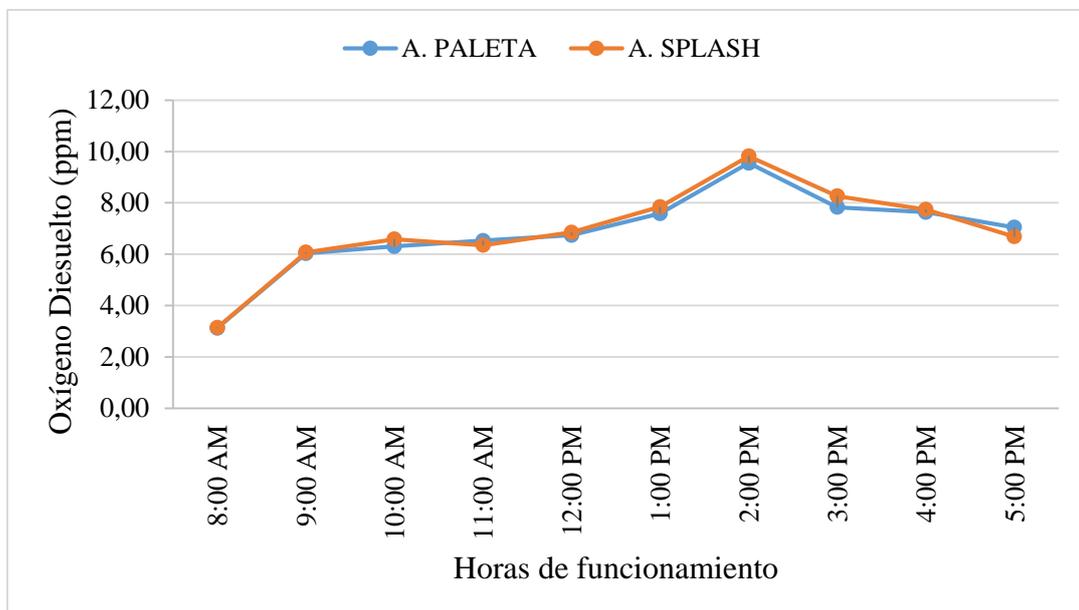
Parámetros	Tratamiento	
	Aireador Paleta	Aireador Splash
Oxígeno disuelto	6.84a ± 1.64	6.94a ± 1.74
Temperatura del agua	23.4a ± 1.09	23.5a ± 1.29
pH		
Mañana	8.48a ± 0.08	8.38a ± 0.06
Tarde	8.51a ± 0.03	8.48a ± 0.05
Transparencia del agua		
Mañana	11.55a ± 1.72	18.95b ± 1.20
Tarde	11.46a ± 1.44	18.26b ± 1.29

Letras diferentes en las columnas a, b muestran diferencias significativas a un nivel de confianza ($p < 0.5$)

Para el caso del pH, se muestran los valores en relación al muestreo de la mañana y tarde a lo largo de los 60 días. Se evidencia que los datos del pH en la mañana y en la tarde con los aireadores tipo paleta y tipo splash no muestran diferencias significativas entre ellas ($p > 0.05$). Lo que respecta a la transparencia de agua, existió diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los dos tipos de aireadores, pero con respecto al turno mañana y tarde no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) para cada tipo de aireador.

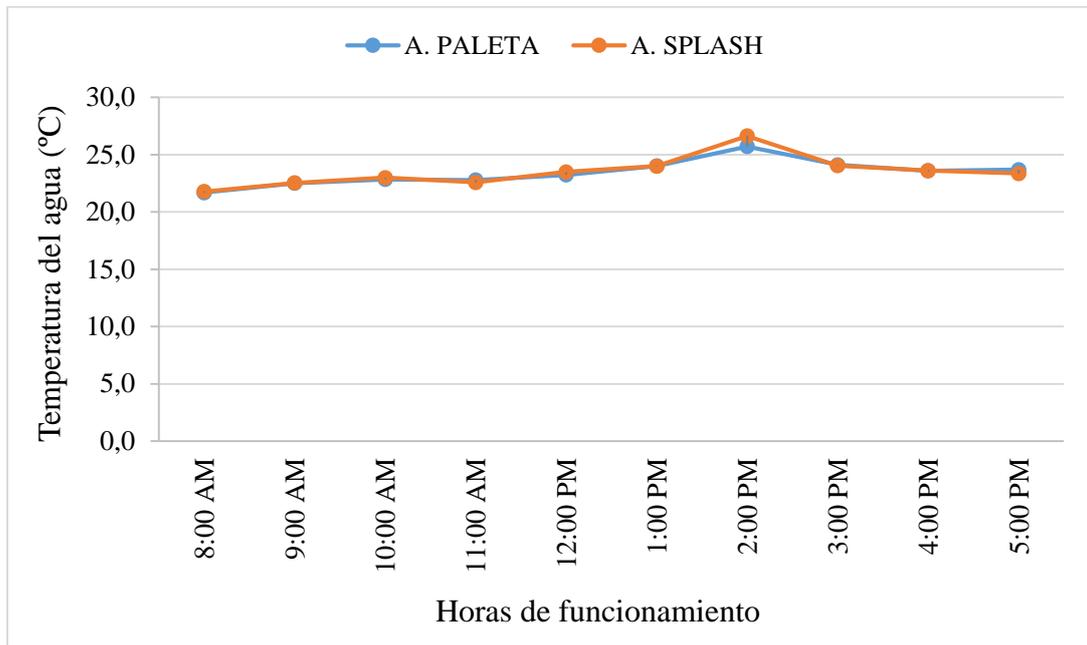
En la figura 2, se muestra el comportamiento del oxígeno disuelto en relación a las horas de funcionamiento de los dos sistemas de aireación durante los 60 días de evaluación. En ello se observa que, para ambos sistemas de aireación al inicio de funcionamiento, el oxígeno disuelto era menor a las demás horas (A1=3.12 ppm y A2=3.14 ppm), pero al transcurso de una hora de funcionamiento, ambos aireadores llegaban al valor de 6.03 (A1) ppm y 6.08 ppm (A2); también se observa que el punto más alto de oxígeno disuelto se encontraba entre la hora de 2:00 PM de la tarde, llegando a un valor de 9.55ppm (A1) y 9.82 ppm (A2) respectivamente.

Figura 2. Comportamiento del oxígeno disuelto en relación a las horas de funcionamiento de los dos sistemas de aireación.



En la figura 3, se muestra el desarrollo del comportamiento de la temperatura del agua con respecto a las horas de funcionamiento de los dos sistemas de aireación. Se observa que la menor temperatura de agua está reflejada a las 8:00 am, los cuales los valores obtenidos rondaron entre 21.7 °C (A1) y 21.8 °C (A2); conforme pasaban las horas, la temperatura del agua iba aumentando hasta llegar a un pico más alto durante la hora de 2:00 pm, donde el valor de la temperatura del agua fueron de 25.7 °C (A1) y 26.6 °C (A2) respectivamente, mientras que en las demás horas estaban dentro de 22 °C y 24 °C.

Figura 3. Comportamiento de la temperatura del agua con respecto a las horas de funcionamiento de los dos sistemas de aireación.



En la figura 4 y 5 se observa el comportamiento del pH del agua de los turnos mañana y tarde de los estanques con funcionamiento de los dos sistemas de aireación. En ello se puede ver que el pH en turno de la mañana con los aireadores A1 y A2 en los primeros días, presento valores de 7.98. También se observa que el valor más alto de pH para el A2 se vio en el día 15 (8.33), mientras que el valor más bajo se presentó en el día 30 (7.05); en cambio los valores de pH para el A1 no presentaban variación en relación a los días, ya que los valores estaban dentro de 8.10 y 8.20. En cuanto al turno tarde, el pH para A1 Y A2 aumento a 8,15 en los primeros días, pero los valores aumentaron de acuerdo a como pasaban los días, en caso de A2 el pH más alto presento un valor de 8.54 en el día 10 y A2 un valor de 8.53 en los días 10, 20, 35 y 45.

Figura 4. Comportamiento del pH del turno mañana durante los 60 días de estudio con funcionamiento de los dos sistemas de aireación.

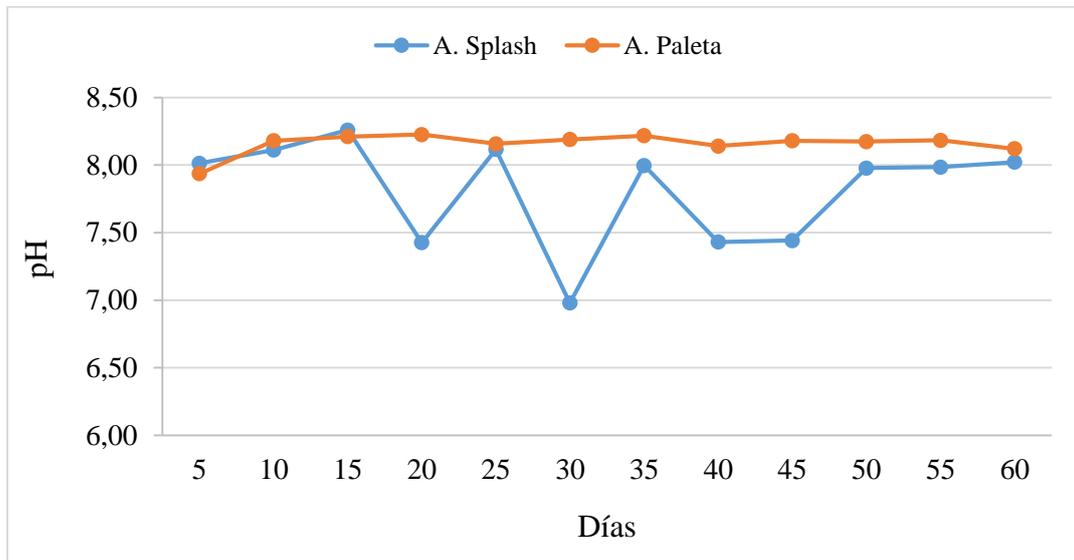
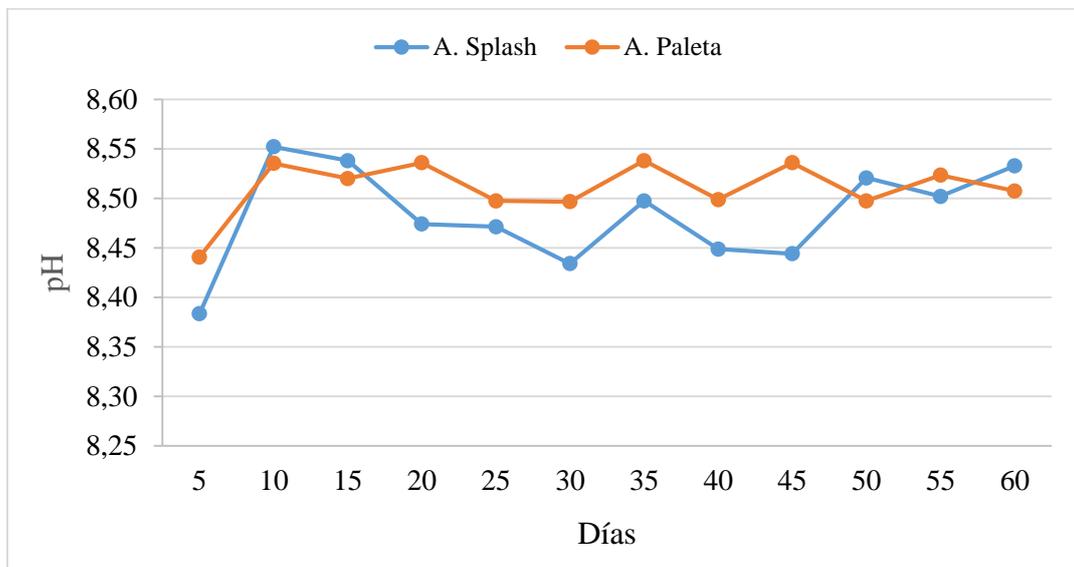


Figura 5. Comportamiento del pH del turno tarde durante los 60 días de estudio con funcionamiento de los dos sistemas de aireación.



En la figura 6 y 7 se observa el comportamiento de la transparencia de agua de turno mañana y tarde de los estanques con funcionamiento de los dos sistemas de aireación. En ello, se visualiza que la transparencia de agua del turno mañana y tarde con aireador A1 en los primeros 25 días presento valores promedios de 14.5 cm (mañana) y 13.8 cm (tarde), a partir del día 27 hasta el día 35 este valor disminuyo a 9.5 cm para ambos turnos, y se mantuvo así entre este valor promedio hasta llegar a los 60 días. Mientras que para el caso del aireador A2, los primeros 25 días estaba entre los

17.3 cm (mañana) y 16.8 cm (tarde), pero entre los días 27 y 30 el valor de transparencia aumento hasta llegar 20 cm (mañana) y 19.2 cm (tarde) el cual permaneció así contante durante los 60 días.

Figura 6. Comportamiento de la transparencia de agua del turno mañana durante los 60 días de estudio con funcionamiento de los dos sistemas de aireación.

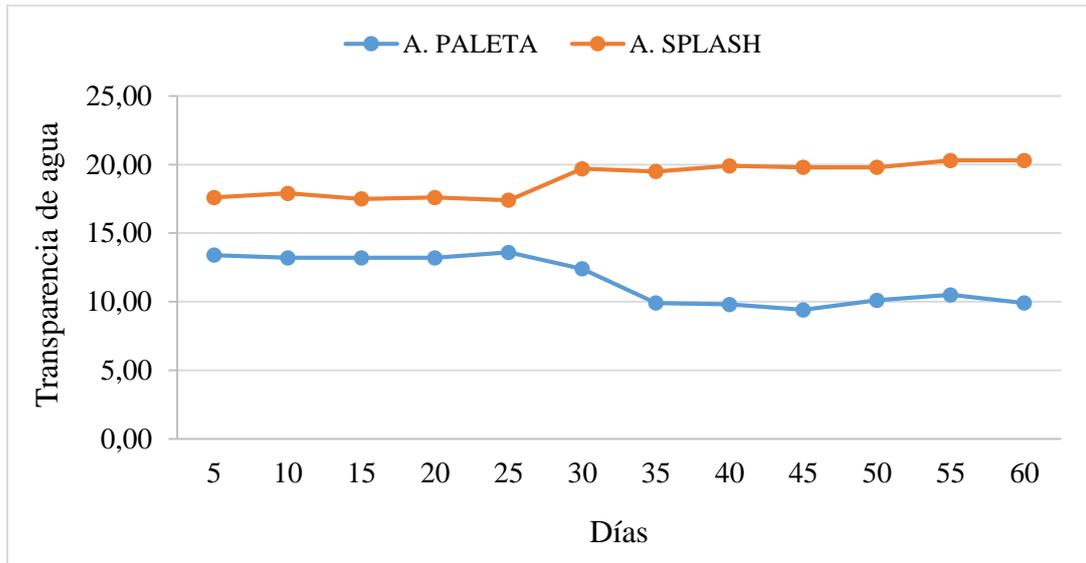
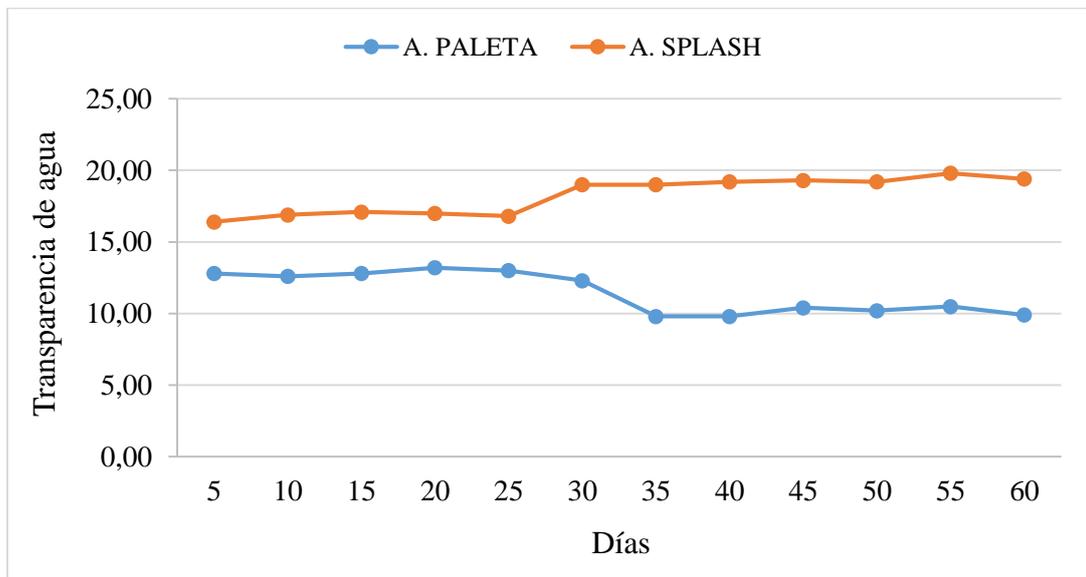


Figura 7. Comportamiento de la transparencia de agua del turno mañana durante los 60 días de estudio con funcionamiento de los dos sistemas de aireación.



3.2. Muestreo biométrico

3.2.1. Ganancia de peso (GP)

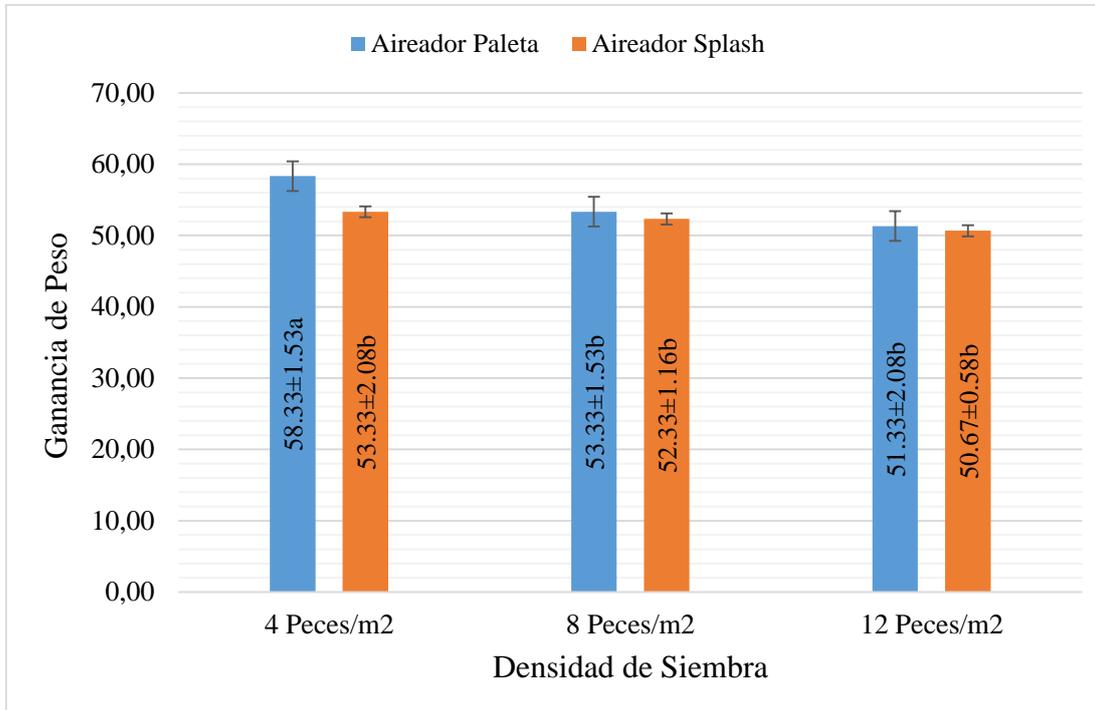
En la tabla 3 se muestra los resultados obtenidos de la ganancia de peso. Realizando el análisis de datos se observó que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el aireador tipo paleta y tipo splash con respecto a la densidad de siembra de 4 peces/m². Así mismo, mediante la prueba Tukey, se realizaron las comparaciones entre los promedios de los tratamientos con el aireador tipo paleta y se observó que existe diferencia significativa entre 4 peces/m² - 8 peces/m² y 4 peces/m² - 12 peces/m², de tal manera que 4 peces/m² > 8 peces/m² y 12 peces/m² (figura 8). Con respecto a la aplicación del aireador tipo Splash, se obtuvieron datos promedio de 53.4 g, 52.4 g y 50.7 g 4 peces/m², 8 peces/m² y 12 peces/m² respectivamente, estadísticamente estos datos no muestran diferencias significativas, ya que se obtuvo un p - valor fue mayor a 0.05 (figura 8)

Tabla 3. Resultados de la ganancia de peso de gamitana con la aplicación de los dos sistemas de aireación en relación a las tres densidades de siembra.

Aireador	Muestreo biométrico	Densidad de siembra		
		(4 peces/m ²)	(8 peces/m ²)	(12 peces/m ²)
Tipo Paleta	Peso Inicial	35.3 ± 0.57	35.3 ± 0.57	35.3 ± 0.57
	Peso Final	93.67 ± 1.16	88.67 ± 1.53	86.67 ± 1.53
	Ganancia Peso	58.33a ± 1.53	53.33b ± 1.53	51.33b ± 2.08
Tipo Splash	Peso. Inicial	35.3 ± 0.57	35.3 ± 0.57	35.3 ± 0.57
	Peso. Final	88.67 ± 1.53	87.67 ± 1.53	86.00 ± 1.00
	Ganancia Peso	53.33b ± 2.08	52.33b ± 1.16	50.67b ± 0.58

Letras diferentes en las columnas a, b muestran diferencias significativas a un nivel de confianza ($p < 0.5$)

Figura 8. Resultados de la ganancia de peso de las gamitanas con uso de los dos sistemas de aireación.



En las figuras 9 y 10, se muestra el comportamiento de la ganancia de peso en relación a los días de muestreo. Se observa que con ambos tipos de aireadores, la densidad 4 peces/m² obtuvo mejores resultados sobre las densidades 8 peces/m² y 12 peces/m², lo cual obtuvieron constante ganancia de peso desde el día 5 hasta el día 60, también se muestra que con aireador tipo paleta, las densidades 8 peces/m² y 12 peces/m² al día 35 igualaron en ganancia de peso con 26.70 g, mientras que la densidad 12 peces/m² con aireador tipo Splash incremento en el día 10 (2.70 g) siendo constante hasta el día 60; de tal manera que la ganancia de peso se expresaría como la densidad 4 peces/m² > 8 peces/m² > 12 peces/m² para ambos tipos de aireadores.

Figura 9. Comportamiento de la ganancia de peso de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador tipo paleta en relación a los días de muestreo.

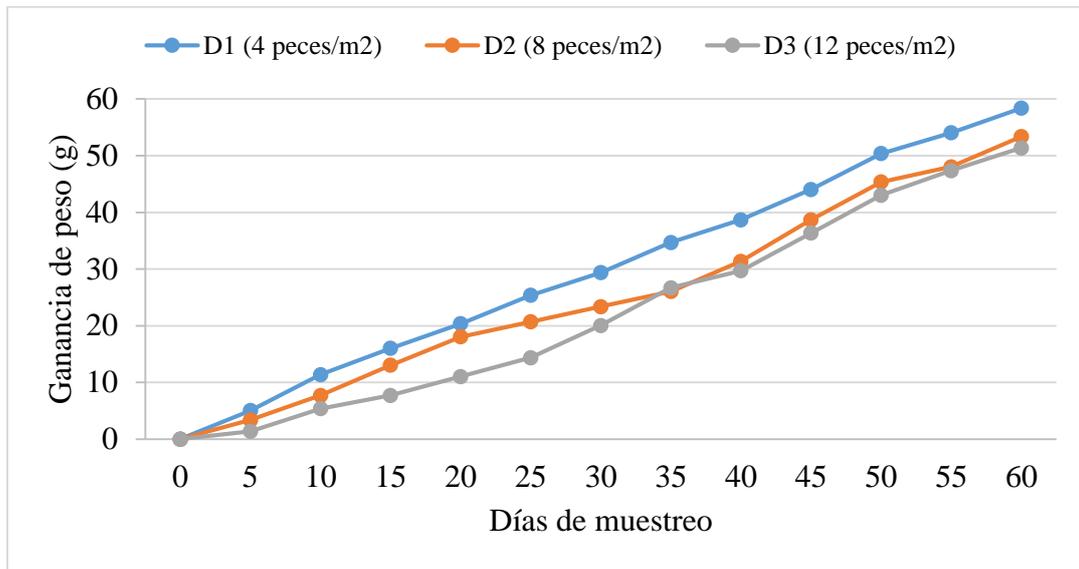
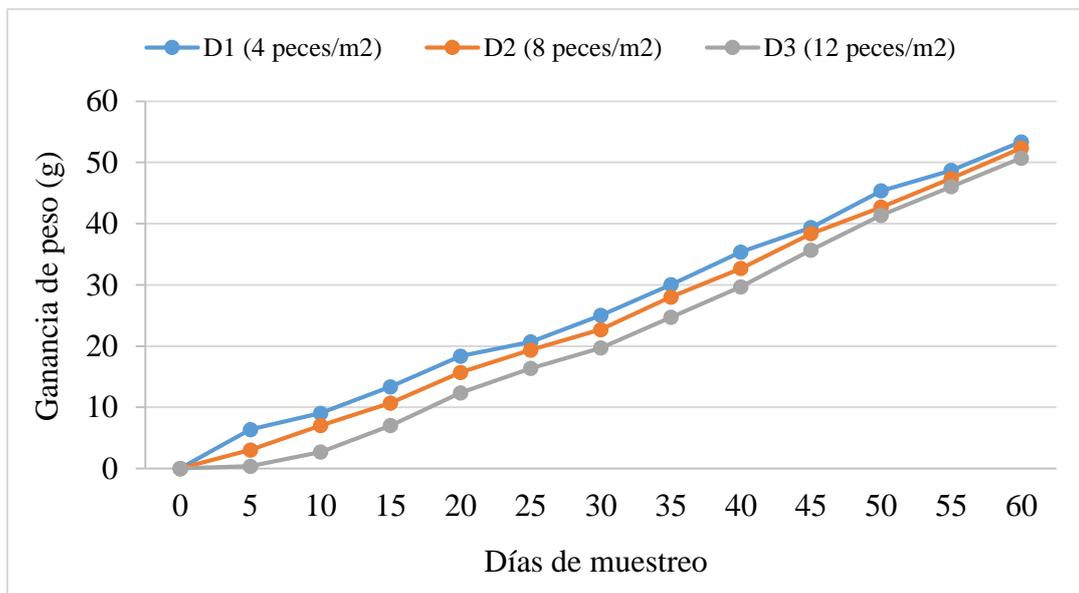


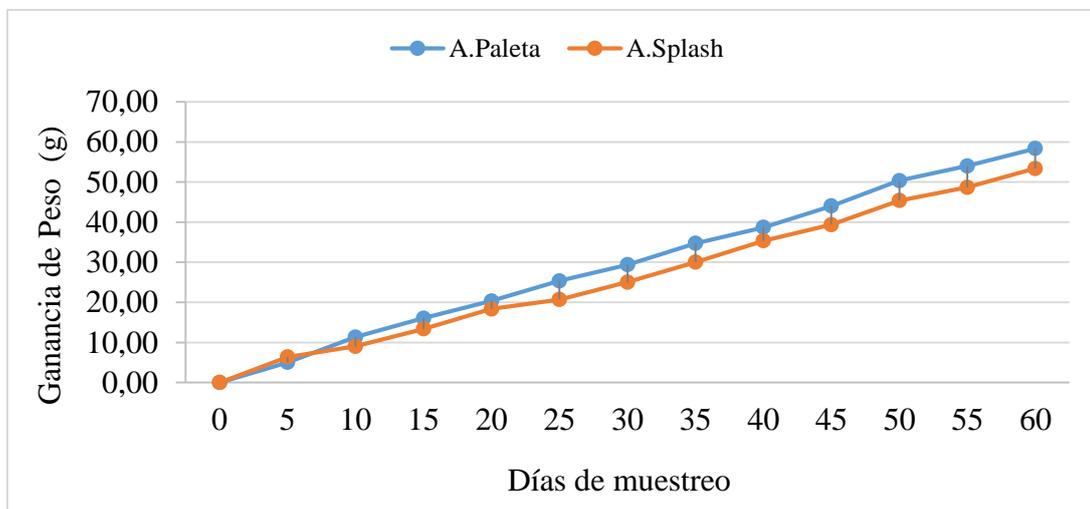
Figura 10. Comportamiento de la ganancia de peso de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador Splash en relación a los días de muestreo.



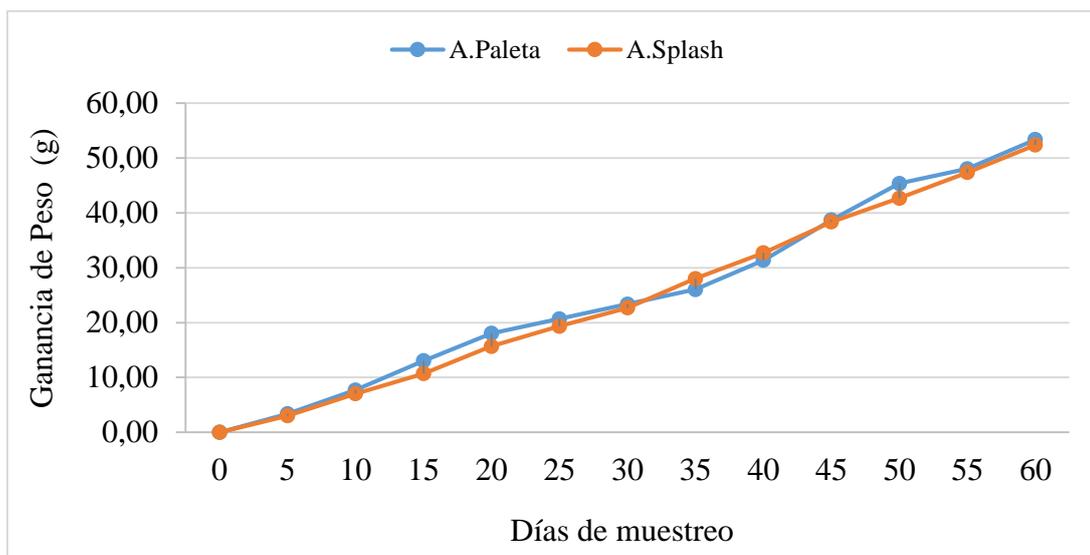
En la figura 11a se muestra el comportamiento de la ganancia de peso de la densidad de siembra de 4 8 y 12 peces/m² con uso de los dos sistemas de aireación durante los días de muestreo; se observa que con el aireador tipo Splash (6.37 g) hasta el día 5 obtuvo un resultado mayor de ganancia de peso en comparación al aireador tipo paleta (5.03 g), pero a partir del día 10 en adelante la ganancia de peso de la densidad de siembra de 4 peces/m² con el aireador tipo paleta obtuvo mejores resultados en

comparación al aireador tipo Splash hasta los 60 días. En cambio con la densidad de siembra de 8 peces/m², el aireador tipo paleta solo obtuvo mejores resultados en los días 15 (13.03 g), 20 (18.03 g), 25 (20.70 g) y 50 (45.37 g), ya que en los demás días los resultados de ganancia de peso eran similares a los resultados obtenidos con el aireador tipo Splash (figura 11b). Para el caso de la densidad de siembra de 12 peces/m², se obtuvo mejores resultados con el aireador tipo paleta en los días 10 (5.37 g) y 35 (26.70) ya que el aireador tipo Splash en los demás días lo igualaba en resultados (figura 11c).

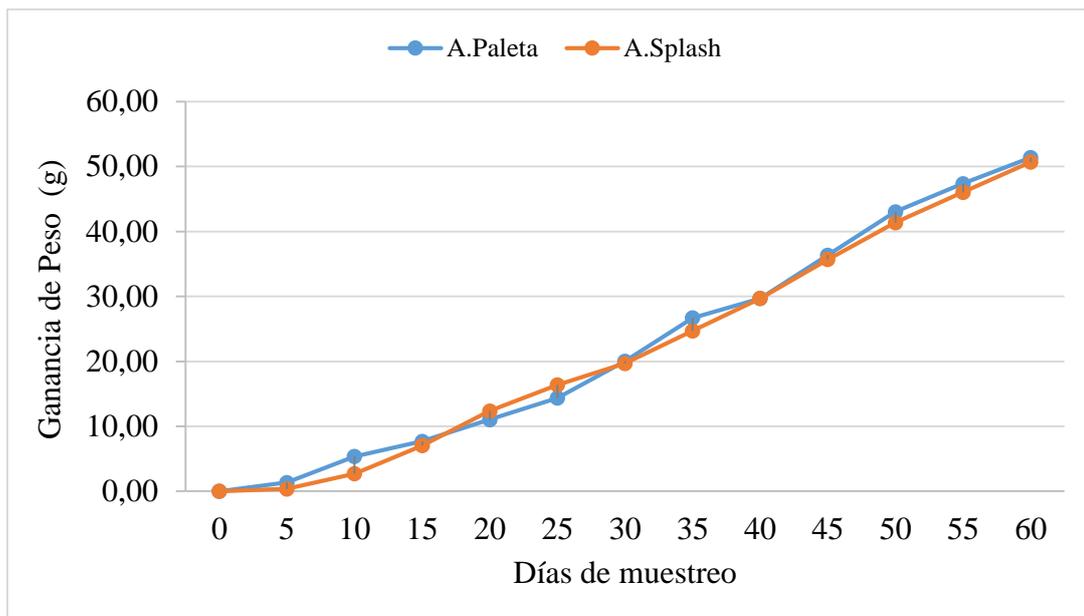
Figura 11. Comportamiento de la ganancia de peso de la gamitana con la densidad de siembra de 4, 8 y 12 peces/m² con uso de los dos sistemas de aireación.



(a)



(b)



(c)

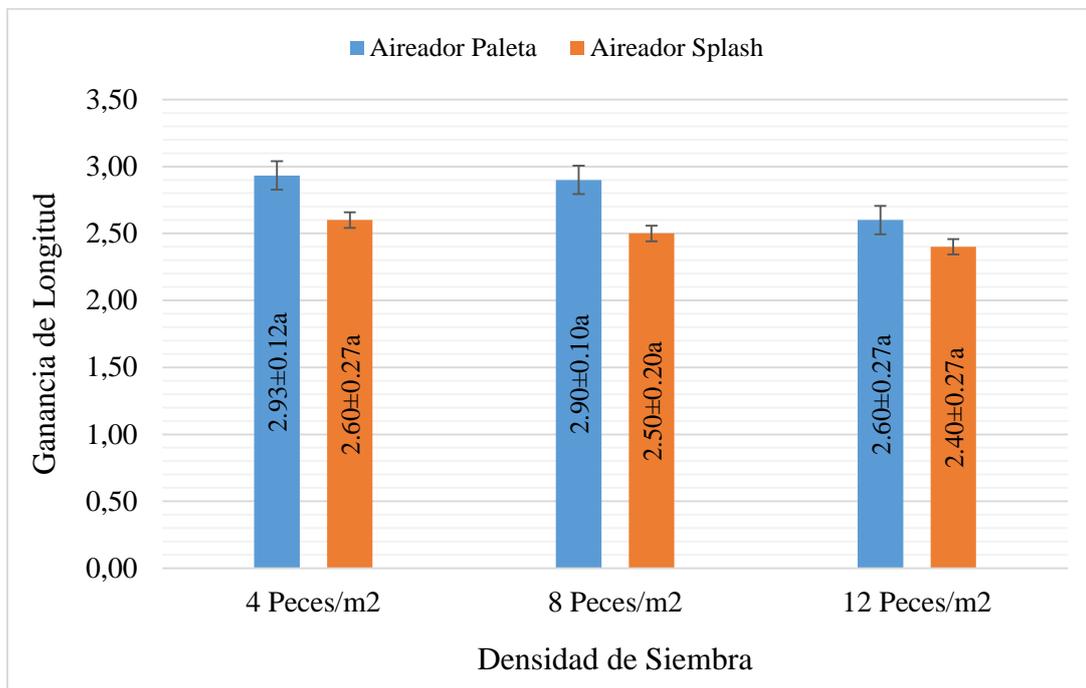
3.2.2. Ganancia de longitud (GL)

En la tabla 4 se muestra los resultados con respecto a la ganancia de longitud. Los datos obtenidos no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos ya que el p-valor fue mayor a 0,05. Los resultados obtenidos con el aireador tipo paleta fueron de 2.90 cm, 2.87 cm y 2.57 cm para las densidades 4 peces/m², 8 peces/m² y 12 peces/m² respectivamente y con el aireador tipo Splash fueron de 2.57 cm, 2.47 cm y 2.37 cm para las densidades 4 peces/m², 8 peces/m² y 12 peces/m² tal como se muestra en la figura 12.

Tabla 4. Resultados de la ganancia de longitud de gamitana con la aplicación de los dos sistemas de aireación en relación a las tres densidades de siembra.

Aireador	Muestreo biométrico	Densidad de siembra		
		(4 peces/m ²)	(8 peces/m ²)	(12 peces/m ²)
Tipo Paleta	Longitud Inicial	11.8 ± 0.21	11.8 ± 0.21	11.8 ± 0.21
	Longitud Final	14.70 ± 0.10	14.67 ± 0.16	14.37 ± 0.16
	Ganan. Longitud	2.93a ± 0.12	2.90a ± 0.10	2.60a ± 0.27
Tipo Splash	Longitud Inicial	11.8 ± 0.21	11.8 ± 0.21	11.8 ± 0.21
	Longitud Final	14.37 ± 0.06	14.27 ± 0.06	14.17 ± 0.06
	Ganan. Longitud	2.60a ± 0.27	2.50a ± 0.20	2.40a ± 0.27

Figura 12. Resultados de la ganancia de longitud de las gamitanas con uso de los dos sistemas de aireación.



En las figuras 13 y 14, se muestra el comportamiento de la ganancia de longitud con respecto al funcionamiento de los aireadores tipo paleta y splash en relación a los días de muestreo. En ello se observa que, con aireador tipo paleta, la densidad 4 peces/m² a los días 10 y 15 (0.67 cm y 0.87 cm) obtuvo mejores resultados que las densidades 8 peces/m² (0.47 cm y 0.73 cm) y 12 peces/m² (0.50 cm y 0.57 cm), siendo constante el crecimiento desde el día 20 hasta el día 60; en cambio en el día 20, la densidad 12 peces/m² tuvo una baja ganancia de longitud con 0.60 cm, recuperándose en el día 25 (1.10 cm). Con el aireador tipo Splash, se muestra que la densidad 4 peces/m² (0.30, 0.67 y 0.87 cm) desde el día 5 hasta el día 15, obtuvo una mejor ganancia de longitud en comparación a las densidades 8 peces/m² (0.23, 0.47 y 0.73 cm) y 12 peces/m² (0.13, 0.50 y 0.57 cm), siendo a partir del día 20 que las densidades 4 peces/m² y 8 peces/m² mostraron aumento constante similares hasta el día 60, en cambio la densidad 12 peces/m² mejoró en el día 50 con una ganancia de longitud de 2.17 cm.

Figura 13. Comportamiento de la ganancia de longitud de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador paleta en relación a los días de muestreo.

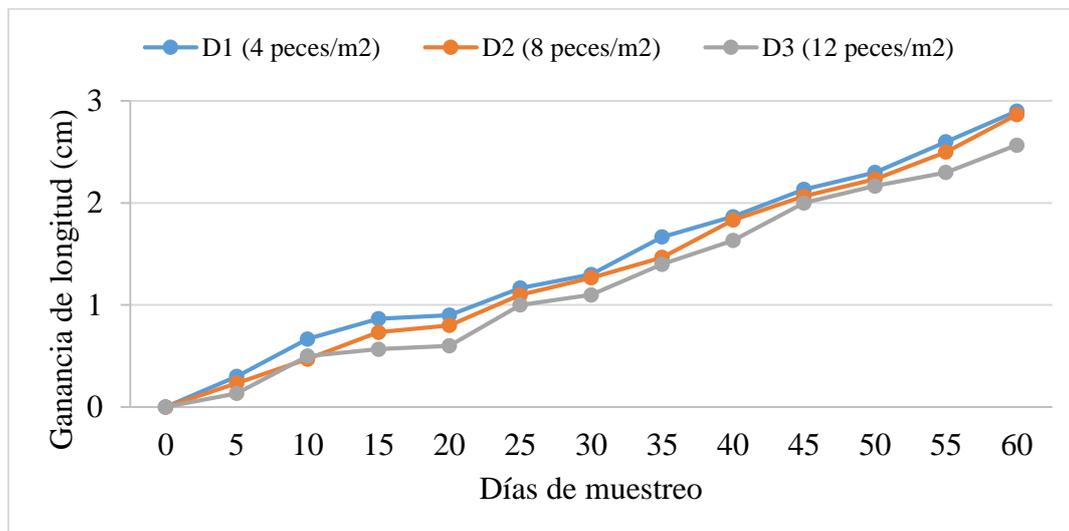
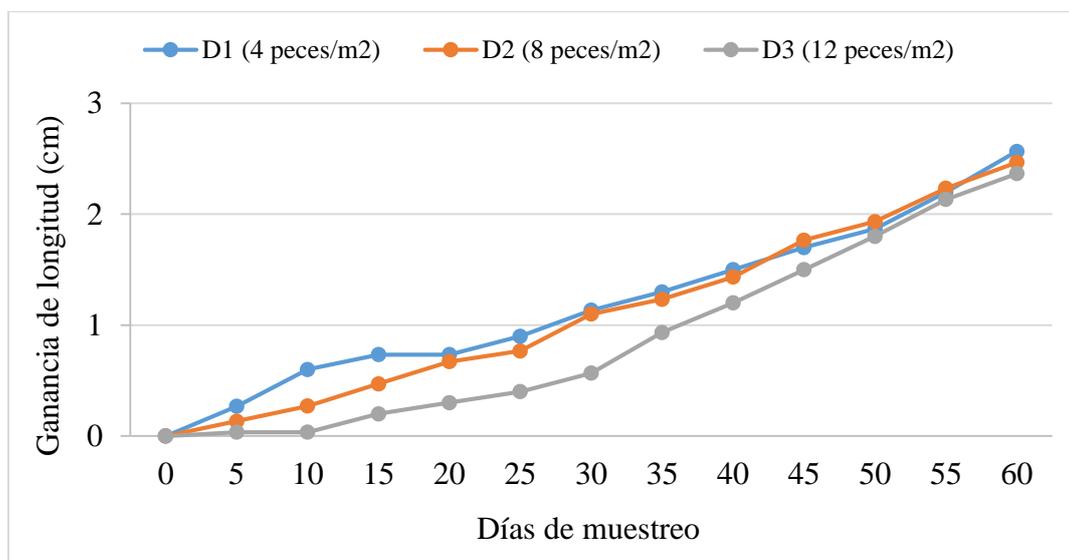


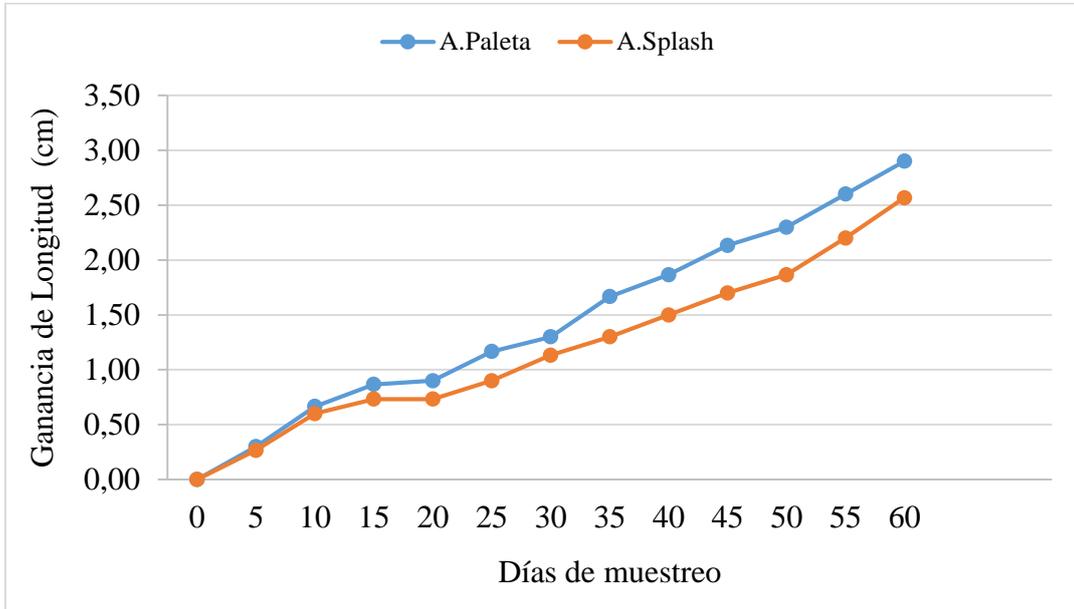
Figura 14. Comportamiento de la ganancia de longitud de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador Splash en relación a los días de muestreo.



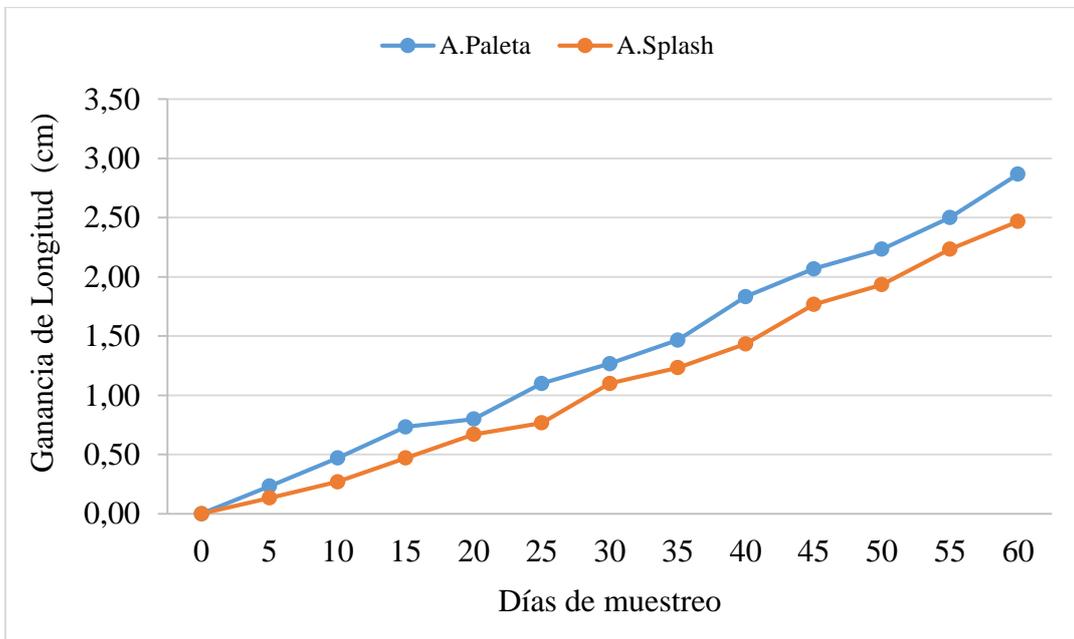
En la figura 15a se muestra el comportamiento de la ganancia de longitud de la densidad de siembra de 4, 8 y 12 peces/m² con uso de los dos sistemas de aireación durante los días de muestreo; se muestra que con ambos tipos de aireadores, la ganancia de longitud igualaron hasta el día 5, pero a partir del día 10 los resultados fueron mejores hasta el día 60 con el aireador tipo paleta. Con respecto a la densidad de siembra de 8 peces/m², la ganancia de peso fue mejor en resultados con el aireador tipo paleta desde el inicio hasta el final del muestreo (figura 15b), lo cual paso los

mismo con la densidad de siembra de 12 peces/m², dónde se observa resultados más favorables con el aireador tipo paleta (figura 15c)

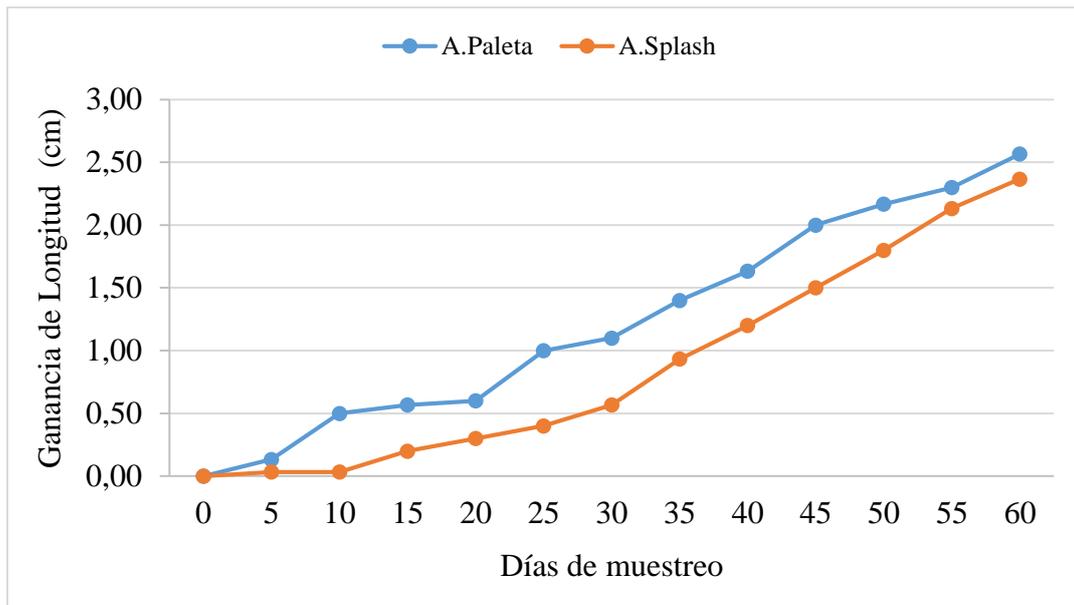
Figura 15. Comportamiento de la ganancia de longitud de la gamitana con la densidad de siembra de 4, 8 y 12 peces/m² con uso de los dos sistemas de aireación.



(a)



(b)



(c)

3.2.3. Ganancia de Biomasa (GB)

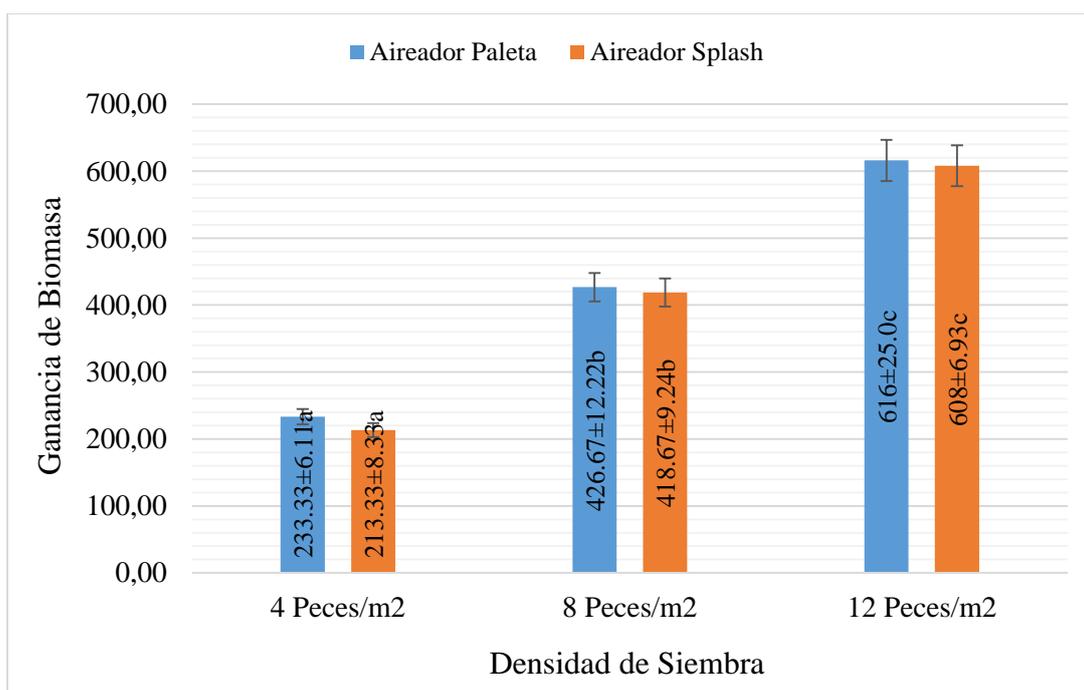
En la tabla 5 se muestra los resultados obtenidos a cerca de la ganancia de biomasa. Se obtuvieron datos de 233.3 g, 426.7 g y 616.0 g para las densidades 4 peces/m², 8 peces/m² y 12 peces/m² con aireador tipo paleta, mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las tres densidades de siembra, mientras que los datos obtenidos con aireador A tipo Splash fueron de 213.3 g, 418.7 g y 608.0 g para 4 peces/m², 8 peces/m² y 12 peces/m², mostrando también diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las densidades de siembra; y en caso de la interacción de los factores no se mostró diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tratamientos; esto se evidencia en la figura 16.

Tabla 5. Resultados de la ganancia de biomasa de gamitana con la aplicación de los dos sistemas de aireación en relación a las tres densidades de siembra.

Aireador	Muestreo biométrico	Densidad de siembra		
		(4 peces/m ²)	(8 peces/m ²)	(12 peces/m ²)
Tipo Paleta	Biomasa Inicial	141.2 ± 2.31	282.4 ± 4.62	423.6 ± 6.93
	Biomasa Final	374.8 ± 4.62	709.3 ± 12.22	1040 ± 18.3
	Ganan. Biomasa	233.3a ± 6.11	426.7b ± 12.22	616c ± 25.0
Tipo Splash	Biomasa Inicial	141.2 ± 2.31	282.4 ± 4.62	423.6 ± 6.93
	Biomasa Final	354.7 ± 6.11	701.3 ± 16.65	1032 ± 12.00
	Ganan. Biomasa	213.3a ± 8.33	418.7b ± 9.24	608c ± 6.93

Letras diferentes en las columnas a, b, c muestran diferencias significativas a un nivel de confianza (p<0.5)

Figura 16. Resultados de la ganancia de biomasa de las gamitanas con uso de los dos sistemas de aireación.



En las figuras 17 y 18, se muestra el comportamiento de la ganancia de biomasa con el uso de aireadores tipo paleta y Splash en relaciona los días de muestreo. Se observa que con aireador tipo paleta, la densidad 12 peces/m² (20.4, 80.4 y 128.4 g) g) obtuvo menores resultados que las densidades 4 peces/m² (50.8, 70.8 y 86.8 g) y 8 peces/m² (61.6, 117.6 y 157.6 g) desde el día 0 hasta el día 15, siendo la densidad 8 peces/m² con mejores resultados durante esos días; las densidades 8 y 12 peces/m²

compartieron la misma ganancia de biomasa en el día 25 (176.40 g) y a partir de ello la densidad 12 peces/m² mejoró los resultados hasta el día 60 y la densidad 4 peces/m² fue el que obtuvo menores resultados que las densidades 8 y 12 peces/m² desde el día 5 hasta el día 60. Con el aireador tipo Splash, se muestra que la densidad 12 peces/m² a partir del día 20 comenzó a obtener mejores resultados en comparación a las densidades 4 y 8 peces/m², los cuales estas densidades fueron las que obtuvieron menores resultados que la densidad 12 peces/m². De tal modo la ganancia de biomasa con el uso de los dos tipos de aireadores se representa como 12 peces/m² > 8 peces/m² > 4 peces/m².

Figura 17. Comportamiento de la ganancia de biomasa de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador paleta en relación a los días de muestreo.

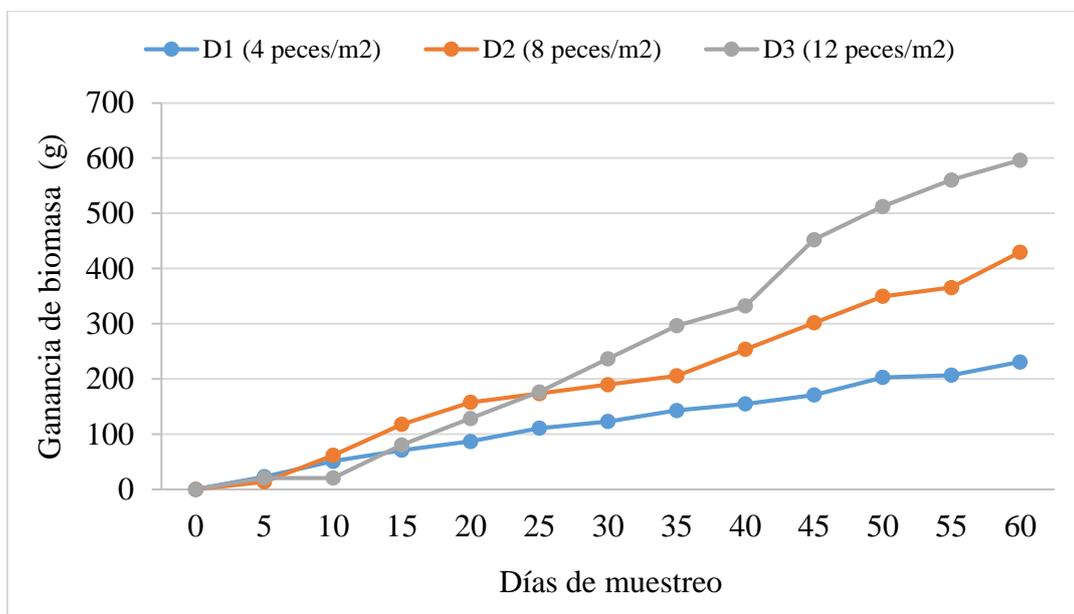
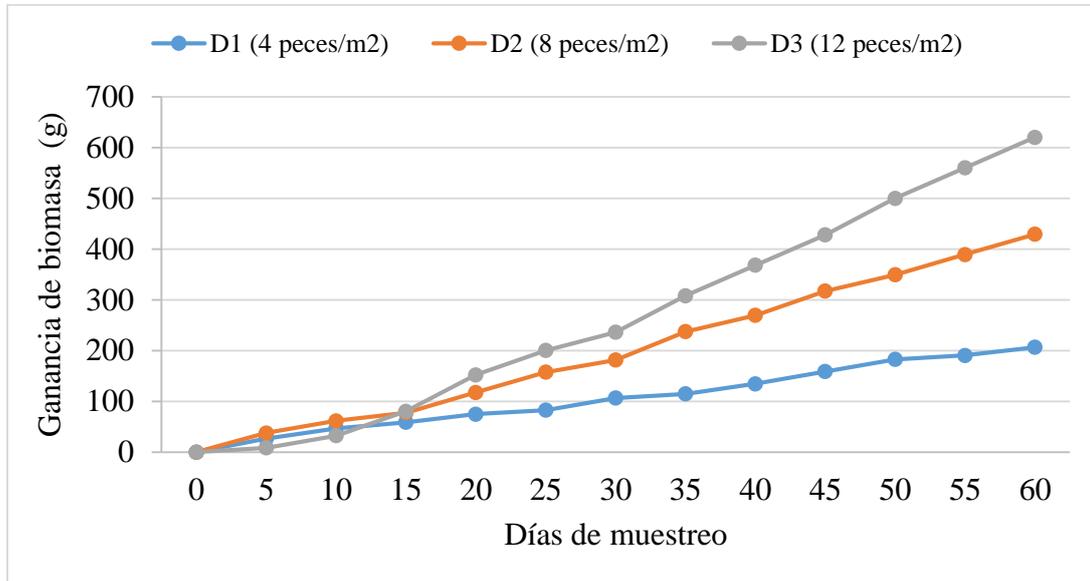
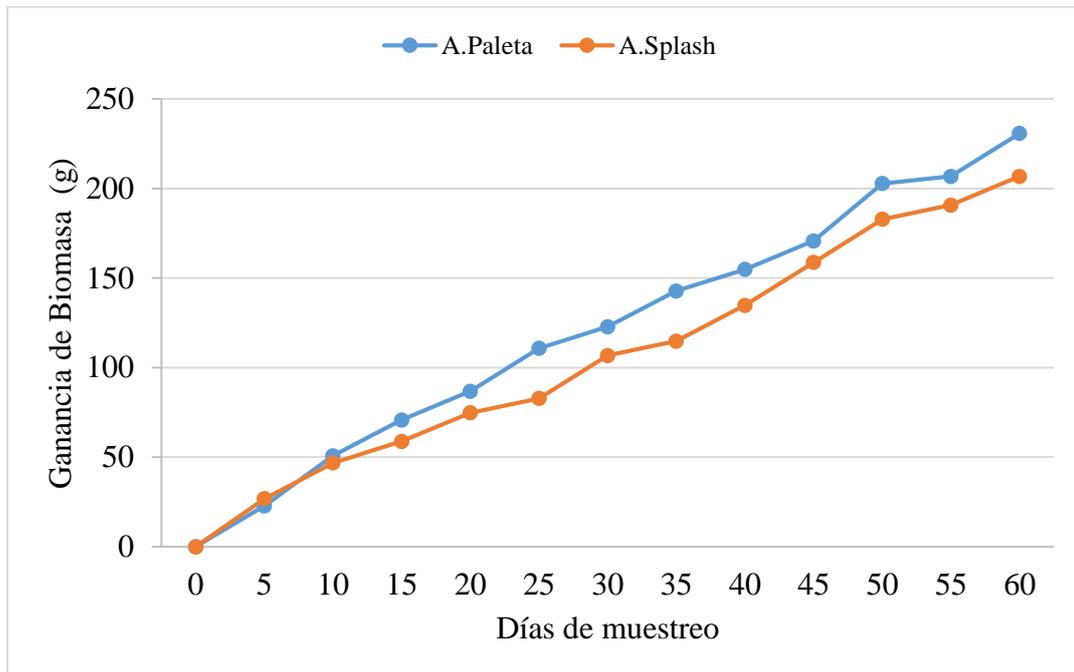


Figura 18. Comportamiento de la ganancia de biomasa de gamitana de acuerdo a las densidades de siembra con aireador Splash en relación a los días de muestreo.

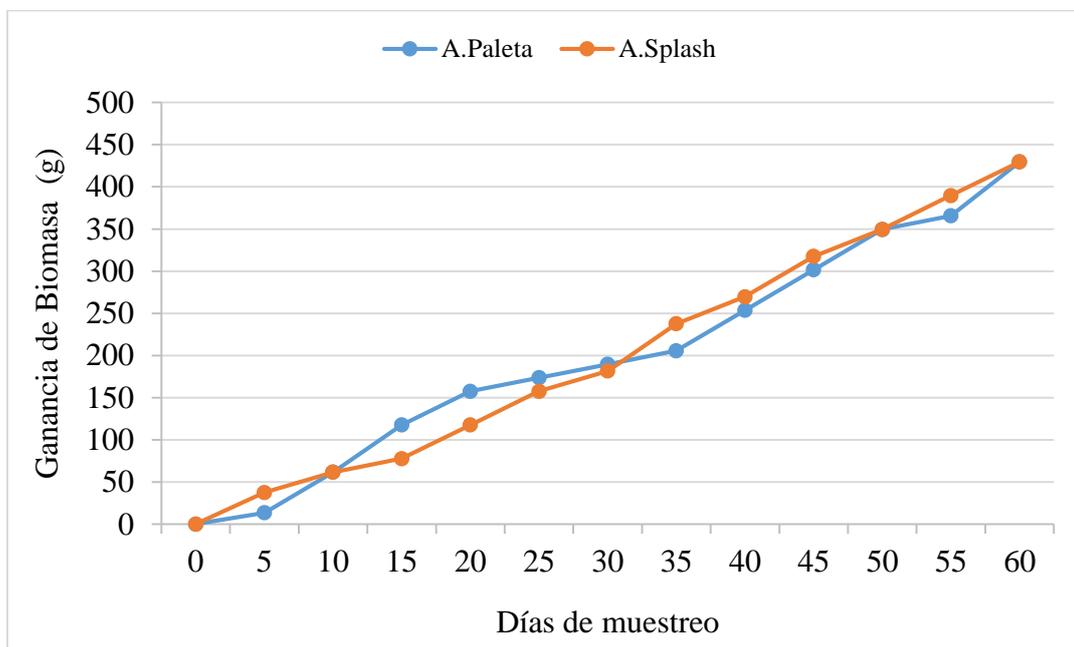


En la figura 19a muestra el comportamiento de la ganancia de biomasa de la densidad de siembra de 4 peces/m² con uso de los dos sistemas de aireación durante los días de muestreo. Se observa que la ganancia de biomasa hasta el día 10 los con los dos tipos de aireadores los resultados son similares, pero a partir del día 15 los resultados obtenidos fueron mejores para el aireador tipo paleta. Con respecto a la densidad de siembra de 8 peces/m² se obtuvo mejor resultado con el aireador tipo paleta en los días 15 (17.6 g), 20 (157.6 g) y 25 (173.6 g), en cambio con el aireador tipo Splash los resultados fueron mejores en día 5 (37.6 g), 35 (237.6 g), 40 (269.6 g), 45 (317.6 g) y 55 (389.6 g) (figura 19b). Para el densidad de 12 peces/m² los resultados obtenidos de ganancia de biomasa fueron similares con los dos tipos de aireador durante los 60 (figura 19c).

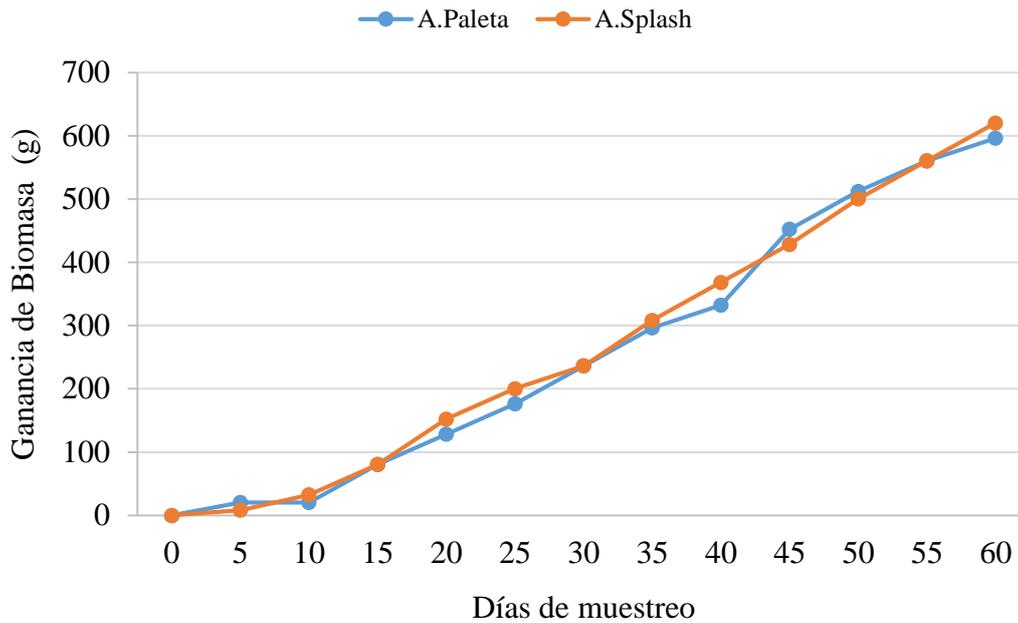
Figura 19. Comportamiento de la ganancia de biomasa de la gamitana con la densidad de siembra de 4, 8 y 12 peces/m² con uso de los dos sistemas de aireación.



(a)



(b)



(c)

3.2.4. Tasa de crecimiento específico (TCE) y Supervivencia (%)

Con respecto a la tasa de crecimiento específico (TCE) (tabla 7), se obtuvieron los datos promedios de 1.58, 1.54 y 1.50 para 4 peces/m², 8 peces/m² y 12 peces/m² con el uso del aireador tipo paleta, y 1.54, 1.52 y 1.48 para 4 peces/m², 8 peces/m² y 12 peces/m² con aireador Splash, del mismo modo estos resultados no mostraron diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos y al igual que la supervivencia que tampoco se observó diferencia significativa ($p = 0.05$) entre ellas ya que los resultados obtenidos fueron del 100 % para los tratamientos.

Tabla 6. Resultados de la tasa de crecimiento específico y supervivencia con la aplicación de los dos sistemas de aireación en relación a las tres densidades de siembra.

Tratamientos	Aireador Paleta		Aireador Splash	
	TCE	Supervivencia	TCE	Supervivencia
4 peces/m ²	1.54a ± 0.06	100 %	1.54a ± 0.03	100 %
8 peces/m ²	1.54a ± 0.03	100 %	1.50a ± 0.02	100 %
12 peces/m ²	1.50a ± 0.03	100 %	1.48a ± 0.02	100 %

Los valores corresponden a la media ± la desviación estándar.

3.3. Eficiencia de aireación estándar (SAE)

En la tabla 7 se muestra los resultados respecto a SAE y SOTR. Se obtuvieron datos promedios de 3.13 y 3.50 para aireadores tipo paleta y Splash con respecto a SOTR, y con respecto a SAE se obtuvieron datos promedios de 2.08 y 2.33 para aireadores tipo paleta y Splash. Estos resultados estadísticamente no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre ellas.

Tabla 7. Resultados obtenidos a cerca de la eficiencia de aireación estándar para los aireadores.

Eficiencia	Tipo de aireador	
	Aireador Paleta	Aireador Splash
SOTR kg O ₂ /hr	3.13a ± 0.14	3.50a ± 0.75
SAE kg O ₂ /Kw.h	2.08a ± 0.10	2.33a ± 0.51

Los valores corresponden a la media ± la desviación estándar.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos con respecto a los parámetros de calidad de agua (oxígeno disuelto, pH y temperatura del agua), se muestran que los valores obtenidos están dentro de los rangos establecidos para el cultivo de gamitana (Campos, 2015). Porto et al. (2021) en su estudio menciona que el oxígeno disuelto con uso de aireador tipo paleta y Splash en cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1018) durante 60 días, estaba dentro de 7 y 8 ppm, además de ello los valores más alto de oxígeno disuelto se encontraba a eso de las 2:00 pm y 5:00 pm, los cuales estos datos coinciden con los nuestros. Del mismo modo Izel-Silva et al. (2020) mencionan que al utilizar los aireadores tipo paleta y Splash permite el incremento del oxígeno disuelto hasta un valor de 9 ppm, siendo las horas de 5:00 pm donde encontraron mayor concentración de oxígeno disuelto, para el caso nuestro el punto más alto de concentración de oxígeno se observó a eso de las 2:00 pm llegando a un valor de 9,8 para aireador tipo paleta y 9, 5 ppm para aireador tipo Splash.

Los niveles del oxígeno disuelto estuvieron dentro del rango establecido (entre 3 y 9 ppm) para el cultivo de gamitana durante toda la investigación, por lo que se puede decir que la implementación de los dos sistemas de aireación en el presente estudio fue adecuado para el cultivo de este tipo de pez.

En cuanto a la temperatura de agua Villarreal (2022), en su investigación menciona que, al utilizar estos dos tipos de aireadores disminuyó la temperatura del agua (27,5 °C) en comparación al tratamiento control (29,5 °C), mientras que Porto et al. (2021) en su estudio determinaron que la temperatura del agua durante los 60 días estaba entre los 29,5 ° C, para los aireadores tipo paleta y Splash y el tratamiento control presentó una temperatura de agua de 31,6 °C, también indica que el valor más alto de temperatura del agua se evidenciaba a las 2:00 pm y 6:00 pm.

Los aireadores conforme pasan las horas de funcionamiento, bajan la temperatura del agua, es decir que por cada 3 horas de funcionamiento de ambos aireadores, disminuye 1 °C, esto va a depender de la cantidad de agua que se encuentre en los estanques (Xiao et al., 2020). Como es el caso del aireador tipo paleta, el cual el enfriamiento se debe a que las paletas salpican el agua en el aire produciendo una mayor superficie de contacto agua-gas (Blanco et al., 2017). Esta variación de temperatura coincide con nuestro estudio, si bien no muestra los mismos resultados, pero la temperatura del agua presentó un valor

promedio bajo de 23,5 y 23,4 °C para el aireador tipo paleta y aireador tipo Splash, e independientemente a ello los valores más altos se presenciaron a las 2:00 pm.

Teniendo en cuenta los resultados del pH, Izel-Silva et al. (2020) indican que los resultados obtenidos de pH durante la mañana y tarde con aireador tipo paleta y Splash no mostraron diferencias significativas entre ellas, los valores estaban entre 7,29 y 7,25 en la mañana y 7,89 y 7,97 en la tarde respectivamente; comparando estos datos con los resultados obtenidos en este estudio, se observa que tampoco existió diferencias, pues el pH en la mañana con el aireador tipo paleta y Splash los datos obtenidos estaban entre 8.38 y 8.48 y el pH en la tarde los valores obtenidos estaban entre 8.48 y 8.51. Balbuena et al. (2011) mencionan que el pH para cultivo de gamitana no tiene que ser menor a 7 y no mayor a 9, ya que ello evita el buen desarrollo de los peces; esto indica que nuestros resultados obtenidos están dentro de los rangos establecidos para el cultivo de gamitana. Así mismo, Nugroho et al. (2021) mencionan que al aplicar los sistemas de aireación en el cultivo de peces amazónicos, directamente no se ve variación de pH durante el cultivo de estos tipos de peces.

Los valores de pH más bajos encontrados en esta investigación fueron en la mañana en los días 20, 30, 40 y 45 con uso del aireador tipo Splash (figura 4). López & Anzoátegui, (2012) menciona que esto se debe a que el pH tiende a disminuir cuando se encuentra una mayor concentración de oxígeno disuelto en los estanques, además Jescovitch et al., (2017) indican que durante el día, el fitoplancton absorbe CO₂ lo que hace que el pH aumente durante el día y así mismo disminuya durante la noche. Esto se vio reflejado en nuestro estudio, el pH en la mañana con uso de aireador tipo Splash (8:00 am) en ciertos días obtuvo valores bajos debido a la poca actividad de fotosíntesis, en cambio como se muestra en la figura 5, en la tarde el pH obtenido era mayor debido a que el CO₂ era más absorbido por la mayor presencia de fitoplancton.

Hernández, (2016) indica que los valores de pH cercanos a 9 son más comunes durante las horas de la tarde, ya que hay una mayor actividad de fotosíntesis realizada por la presencia de fitoplancton, además de ello, Allen et al., (2023) mencionan que el pH puede estar cerca de 9 debido a presencia abundante de amoníaco en los estanques y a las partículas suspendidas en la columna de agua el cual afecta directamente el pH en los estanques de agua. Esto se vio reflejado en nuestra investigación, como se muestra en la figura 4, los valores de pH del agua en la mañana con uso del aireador tipo paleta estaba cercanos a 9, debido que el aireador tipo paleta generaba mayor suspensión de partículas

del estanque, en cambio con uso del aireador tipo Splash , los valores eran menores ya que este tipo de aireador sedimentaba mejor el agua el cual no influenciaba mucho en el pH del agua.

Con respecto a la transparencia de agua, los resultados obtenidos en cuanto al estanque con aireador tipo paleta, fueron de 11.55 cm y 11.46 cm, mientras que en caso con el aireador tipo Splash la transparencia fue de 18.95 cm y 18.26, mostrando diferencias significativas entre ellas. Deza et al. (2016) mencionan que los estanques con aireador tipo paleta, en su mayoría generan partículas suspendidas debido a que este tipo de aireador golpea mucho el agua cuando el nivel de este está llenado por debajo de 100 cm, lo recomendable es que el estanque esté llenado por lo menos 150 cm como mínimo para evitar la suspensión de partículas. En cambio Li et al., (2019) mencionan que los aireadores tipo Splash tienden a sedimentar mejor el agua haciéndolos más favorables para la supervivencia de los peces. Esto justifica por qué la transparencia de agua fue menor con el aireador tipo paleta, y fue mayor con uso del aireador tipo Splash, además el color de agua del estanque con el aireador tipo paleta fue de un color marrón y el estanque con aireador tipo Splash el agua presentó un color verde claro.

Ramos, (2019) menciona que al implementar sistemas de aireación artificiales en los estanques, se debe de realizar un recambio de agua constante para así evitar que las columnas de agua se vean alteradas por las partículas de alimentos sobrantes y modifique el color o transparencia en el agua; además Barba, (2015) indica que al no hacer un recambio de agua en los estanques, la transparencia y color de agua se verán afectados a partir del día 30 en adelante afectando así a la supervivencia de los peces. Esto se vio reflejado en nuestro estudio, como se muestra en las figuras 6 y 7, la transparencia de agua era constante los primeros 25 días con uso del aireador tipo paleta y Splash en la mañana y tarde; a partir del día 26 en adelante la transparencia de agua ya se vio alterado según el uso del tipo de aireador, esto debido a que durante la realización de la investigación los estanques no tuvieron recambio de agua constante.

En caso de los muestreos biométricos, los resultados obtenidos sobre la ganancia de longitud y ganancia de biomasa no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos; mientras que la ganancia de peso sí mostró diferencias significativas, obteniendo mejores resultados con aplicación del aireador tipo paleta. Para el caso de tasa de conversión alimenticia, tasa de crecimiento específico y supervivencia tampoco se mostró diferencias significativas entre ellas. En el estudio realizado durante 60 días con

tambaqui (*C. colossoma*), Porto et al. (2021) mencionan que las densidades de siembra (10, 15 y 20 unid/m²) con uso de aireadores similares a nuestro estudio, los resultados no mostraron diferencias significativas en relación a la ganancia de peso y ganancia de longitud, pero si en la ganancia de biomasa induciendo que los dos tipos de aireadores tuvieron los mismos efectos en los tratamientos. En cambio Izel-Silva et al. (2020) menciona que a los 60 días de estudio, obtuvo mejores resultados de ganancia de peso de tambaqui (*C. macropomum*) (89.56 g) en densidades de siembra con el aireador tipo paleta, mientras que con el tipo Splash mostró un resultado menor de 78.56 g, la ganancia de longitud no presento diferencias significativas.

Los resultados de la ganancia de biomasa con uso de los dos sistemas de aireación aumentaron conforme la densidad de siembra aumento (figura 20); esto tiene relación con lo mencionado por Chatziantoniou et al. (2022), el cual indica que la biomasa tiende a aumentar conforme la densidad de sistema aumenta; además Ruiz-Velazco et al. (2010) menciona que esto tiene relación en otras especies como tilapia, paco, los cuales con una densidad de siembra de 4, 8 y 12 unidades tienden a obtener ganancia de biomasa de 200, 400 y 600 gramos respetivamente.

Lo que respecta a la tasa de crecimiento específico en relación al uso de los dos sistemas de aireación nos indica que cuando la densidad de siembra fue menor, mayor fue la tasa de crecimiento específico aunque estadísticamente no éxito diferencias significativas. La tasa obtenida fue de 1.54, 1.54 y 1.50 para 4, 8 y 12 peces/m² con aireador tipo paleta y 1.54, 1.50 y 1.48 para 4, 8 y 12 peces/m² con aireador tipo Splash, valores levemente diferentes a lo reportado por Porto et al. (2021), que fueron de 2,50, 2.45 y 2.35 con aireador tipo paleta y 2.30, 2.37 y 2.35 con aireador tipo splash para las densidades de 10, 15 y 20 peces/m² respetivamente.

La densidad de siembra y el uso del aireador tipo paleta y Splash no tuvieron efecto negativo sobre la el porcentaje de supervivencia, ya que todos los tratamientos obtuvieron un % de 100, a pesar de que el parámetro de calidad de agua (transparencia de gua) no estuvo dentro del umbral establecido para el cultivo de gamitana. Nuñez y Tello, (2017) indican que obtuvieron un % de supervivencia de 90 % para densidades de 10, 15 y 20 unidades con aireadores tipo paleta, mientras que Pawar et al. (2009) obtuvieron resultados menos al 90 % de supervivencia para misma cantidad de densidades.

Con respecto SAE se obtuvieron datos de aireador tipo paleta (2.08 kg O₂/Kw.h) y aireador tipo Splash (2.33 kg O₂/Kw.h) respectivamente, se obtuvo un mejor resultado de SAE con el aireador tipo Splash, pero estadísticamente los datos mostraron diferencias significativas. Comparando estos resultados con Esteban y Valencia. (2016) se observa que nuestros resultados mantienen similitud de SAE para los dos tipos de aireadores (A1=2.19 kg O₂/Kw.h y A2=2.35 kg O₂/Kw.h) con la misma potencia (2 hp). En cambio Echeverría (2022) menciona que el aireador tipo Splash fue más eficiente en comparación al aireador tipo paleta, en el cual obtuvieron un SAE de 1.80 kg O₂/Kw.h para el aireador tipo paleta y 1.00 kg O₂/Kw.h para el aireador tipo Splash.

V. CONCLUSIONES

El uso de los aireadores tipo paleta y tipo Splash no modificó los parámetros de oxígeno disuelto, temperatura del agua y Ph, los cuales estuvieron dentro del rango para el cultivo de gamitana, pero hubo incidencia sobre la transparencia de agua, el cual dichos resultados estuvieron fuera del umbral para el cultivo de gamitana.

La ganancia longitudinal (GL) y la tasa de crecimiento específico (TCE) en relación a las densidades de siembra con la aplicación de los dos sistemas de aireación, no mostraron diferencias significativas; en cambio la ganancia de peso con la aplicación del aireador tipo paleta tuvo mayor efecto en comparación al aireador tipo Splash, siendo la densidad de siembra 4 peces/m² el cual presentó resultados más favorables en comparación a las demás densidades.

La densidad de siembra con uso de los dos sistemas de aireación solo tuvo influencia en la ganancia de biomasa final de la gamitana.

En cuanto a la tasa de supervivencia, se observó que la implementación de los dos sistemas no influyó en las gamitanas pese a que la transparencia del agua no estaba dentro del rango establecido para su cultivo.

VI. RECOMEDACIONES

- Se recomienda realizar estudios económicos sobre la implementación de los sistemas de aireación tipo paleta y tipo Splash, para así ver la rentabilidad de producción de cultivo de gamitana en la provincia Rodríguez de Mendoza, Amazonas.
- Realizar estudios sobre el estrés y de enfermedades que puede generar la implementación de los sistemas de aireación tipo paleta y Splash en el cultivo de gamitana.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, J., Farrell, M., Huang, J., Plush, S., & Mosley, L. M. (2023). Artificial aeration of an overloaded constructed wetland improves hypoxia but does not ameliorate high nitrogen loads. *Journal of Environmental Management*, 326(PA), 116625. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116625>
- Balbuena, E., Ríos, V., Flores, A., Meza, J., & Galeano, A. (2011). Manual para el Extensionista en Acuicultura. *Ministerio de Agricultura y Ganadería, FAO Paraguay*, 1–54. <http://www.fao.org/3/a-as828s.pdf>
- Barba, C. (2015). *Aireación de las piscinas de cultivo de tilapia roja (Oreochromis sp.) y su influencia en la productividad* [Escuela politecnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10324/3/CD-6152.pdf>
- Blanco, I., Jhon, B., & Acevedo, F. (2017). *Determinación de la eficiencia y eficacia del uso de aireadores de vortice en tanques de geomembrana sobre la producción de tilapia en la orinoquia colombiana* (vol. 4). universidad cooperativa de colombia Dr.
- Campos, L. (2015). El cultivo de la gamitana en latinoamérica. In *IIAP-Universidad Nacional de la Amazonia Peruana*. <http://repositorio.iiap.gob.pe/handle/IIAP/108>
- Chatziantoniou, A., Charalampis Spondylidis, S., Stavrakidis-Zachou, O., Papandroulakis, N., & Topouzelis, K. (2022). Dissolved oxygen estimation in aquaculture sites using remote sensing and machine learning. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 28(July), 100865. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100865>
- Deza, A., Quiroz, S., Rebaza, M., & Rebaza, C. (2006). Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Parachanna brachypomus* (Cuvier, 1818) “paco” en estanques seminaturales de Pucallpa. *Folia Amazónica*, 13(1–2), 49. <https://doi.org/10.24841/fa.v13i1-2.137>
- Echeverría, G. (2022). *Análisis técnico-económico para la implementación de un sistema de aireación en camaroneras con sistema de recirculación a baja salinidad*. escuela superior politécnica del litoral Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar Análisis.

- Esteban, J., & Valencia, L. (2016). *Analysis of the efficiency of aeration in commercial aeriols*.
- Garayar, H. (2016). Efectos de la aireación mecánica sobre la tasa de evaporación, temperatura del agua - Responsible Seafood Advocate. *Global Aquaculture Advocate*, June 2018, 7. <https://www.globalseafood.org/advocate/efectos-de-la-aireacion-mecanica-sobre-la-tasa-de-evaporacion-temperatura-del-agua/>
- Gómez, S., & Molina, J. (2019). *Análisis biológico y en costo-efectividad del uso de métodos de oxigenación o aireación en el crecimiento de alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)*. 1–13. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/44603/u830750.pdf?sequence=1>
- Gusev, S., Ziviani, D., & Van Den Broek, M. (2017). Solar heat driven water circulation and aeration system for aquaculture. *30th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, ECOS 2017*, 1–9.
- Hernández, J. (2016). *Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Izel-Silva, J., Ono, A., dos Santos, B., & Affonso, E. G. (2020). Aeration strategy in the intensive culture of tambaqui, *Colossoma macropomum*, in the tropics. *Aquaculture*, 529(June), 735644. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735644>
- Jescovitch, N., Boyd, E., & Whitis, G. N. (2017). Effects of mechanical aeration in the waste-treatment cells of split-pond aquaculture systems on water quality. *Aquaculture*, 480(July), 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.08.001>
- Li, N., Huang, T., Mao, X., Zhang, H., Li, K., Wen, G., Lv, X., & Deng, L. (2019). Controlling reduced iron and manganese in a drinking water reservoir by hypolimnetic aeration and artificial destratification. *Science of the Total Environment*, 685, 497–507. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.445>
- López, P., & Anzoátegui, D. (2012). Crecimiento del híbrido cachamoto (*Colossoma macropomum* x *piaractus brachypomus*) en un sistema de recirculación de agua. *Zootecnia Tropical*, 30(4), 335–342.

- Mahmudov, K., Mahmoud, A., Sur, S., Cruz, F. C., & Bilton, A. M. (2019). Feasibility of a wind-powered aeration system for small-scale aquaculture in developing countries. *Energy for Sustainable Development*, 51, 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2019.05.003>
- Nugroho, A., Mustaghfirin, A., Pambudi, A., Imron, A., Aminudin, R., & Wulandari, A. (2021). Optimization of Paddle Wheel Aeration, a preliminary study of Integrated Smart Aquaculture System. *Journal of Physics: Conference Series*, 2117(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2117/1/012032>
- Nuñez, S., & Tello, J. (2017). *Efecto de dietas con diferentes niveles proteicos en el crecimiento y composición corporal de alevines de colossoma macropomum (serrasalmidae) gamitana cultivados en estanques*. universidad nacional de la amazonía peruana.
- Pawar, N., Jena, J., Das, C., & Bhatnagar, D. D. (2009). Influence of duration of aeration on growth and survival of carp fingerlings during high density seed rearing. *Aquaculture*, 290(3–4), 263–268. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.02.030>
- Peruana, A. (2018). Cultivando peces amazonicos. In *Ministeria de la produccion*.
- Porto, M. O., Cavali, J., Medeiros, I. D. de, Soares, M. O., Dantas Filho, J. V., Ferreira, A. M., Dias, A. de A., & Santana, S. R. (2021). Artificial aeration promotes better zootechnical performance and physiological balance of tambaqui (*Colossoma macropomum*) cultivated in a system without continuous water flow (Amazon: Brazil). *Research, Society and Development*, 10(1), e32310111759. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11759>
- Ramos, Z. (2019). *Evaluación de la ganancia de peso en distintas fases de desarrollo del tambaquí (piaractus brachypomus) con una ración a base de insumos locales y dos diferentes raciones comerciales de alimento balanceado en la comunidad buena vista municipio*. universidad mayor de san andrés.
- René, C., & Zúñiga, B. (2022). *de un aireador de superficie de baja velocidad Increased standard aeration efficiency (SAE), of a low speed surface aerator Introducción El cambio climático y las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), asociadas a la actividad antropogénica ,.*
- Ríos, E. (2021). *Calidad del agua en el cultivo de organismos acuáticos amazónicos*.

- Ruiz, J., Hernández, A., & Gomez, M. (2010). Management of stocking density, pond size, starting time of aeration, and duration of cultivation for intensive commercial production of shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering*, 43(3), 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.08.002>
- Villarreal, V. (2022). *Efecto de la aireación en el cultivo hiper-intensivo foto-heterotrófico del camarón blanco litopenaeus vannamei (boone, 1931) en un sistema sin recambio de agua*. (vol. 00). centro de investigaciones biológicas del noroeste, s.c.
- Xiao, G., Cheng, X., Xie, J., & Zhu, D. (2020). Assessment of aeration plug-flow devices used with recirculating aquaculture systems on the growth of tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquacultural Engineering*, 91(August), 102116. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2020.102116>

ANEXOS

Anexo 1: Panel fotográfico de las actividades realizadas



Figura 1: Limpieza de los estanques



Figura 2: Encalado de los estanques



Figura 3: Instalación de los experimentos



Figura 4: Colocación de mallas



Figura 5: Llenado de estanques



Figura 6: Colocación de peces



Figura 7: Funcionamiento de los aireadores Figura 8: Muestreo biométrico



Figura 9: Muestreo de parámetros de calidad de agua

Anexo 2: Datos recolectados del oxígeno disuelto (ppm) con el aireador tipo paleta

Días	Aireador tipo paleta									
	8:00 AM	9:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	12:00 PM	1:00 PM	2:00 PM	3:00 PM	4:00 PM	5:00 PM
1	2,99	6,08	6,22	6,32	6,66	7,13	7,74	7,50	7,37	6,75
2	2,95	6,13	6,40	6,51	6,64	7,51	8,17	7,88	7,40	6,69
3	3,12	6,26	6,43	6,51	6,96	8,28	8,64	8,11	7,95	7,07
4	3,00	5,70	6,17	6,43	6,71	7,45	7,55	7,61	7,77	8,18
5	3,10	6,10	6,22	6,46	6,66	7,13	9,55	7,78	7,55	6,83
6	2,81	5,95	6,40	6,63	6,64	7,51	10,45	7,88	7,38	6,50
7	3,19	5,77	6,43	6,98	6,93	8,28	9,89	8,41	7,62	7,65
8	3,05	6,13	6,17	6,65	6,68	7,45	10,64	7,42	7,88	7,15
9	2,81	6,13	6,22	6,13	6,82	7,13	9,66	7,50	7,55	7,03
10	3,15	6,13	6,40	6,31	6,70	7,51	9,97	8,07	7,59	6,63
11	3,36	6,19	6,43	6,19	6,74	8,28	9,27	8,41	7,92	7,38
12	3,19	6,07	6,17	6,50	6,68	7,52	9,41	7,42	7,58	7,04
13	2,95	5,96	6,22	6,40	6,82	7,15	10,20	7,50	7,33	6,57
14	3,05	6,10	6,42	6,75	6,70	7,54	10,55	7,88	7,58	7,24
15	3,07	5,95	6,32	6,91	6,74	8,29	10,00	8,33	7,77	7,02
16	3,02	5,77	6,23	6,44	6,68	7,49	8,16	7,75	7,78	6,91
17	3,04	6,12	6,25	6,74	6,66	7,13	7,55	7,45	7,48	7,15
18	3,28	6,24	6,36	6,46	6,76	7,52	9,55	7,88	7,66	7,03
19	3,55	5,92	6,32	6,63	6,82	7,76	10,45	8,33	7,87	6,60
20	3,48	6,12	6,34	6,98	6,65	8,03	9,89	7,75	7,59	7,37
21	2,81	6,22	6,33	6,65	6,82	7,67	10,64	7,43	7,36	7,13
22	3,19	5,70	6,35	6,13	6,77	7,19	9,66	7,42	7,59	6,73
23	3,05	6,08	6,23	6,31	6,76	7,25	10,22	7,69	7,77	7,06
24	2,81	5,95	6,38	6,19	6,60	7,75	9,51	8,07	7,55	6,96
25	3,48	5,77	6,26	6,50	6,56	7,97	9,75	8,42	7,38	7,30
26	2,81	6,12	6,15	6,40	6,69	7,27	8,90	7,43	7,73	7,10
27	3,28	6,19	6,27	6,75	6,89	7,25	9,18	7,46	7,76	6,66
28	3,55	6,13	6,43	6,50	6,81	7,77	9,23	8,21	7,59	7,16
29	2,95	6,13	6,41	6,40	6,60	8,00	9,45	8,06	7,54	7,50

30	3,05	6,23	6,18	6,75	6,79	7,49	10,08	7,61	7,58	6,78
31	3,07	6,02	6,40	6,98	6,77	7,25	9,45	8,00	7,77	6,68
32	3,05	6,00	6,23	6,65	6,80	7,78	9,44	7,88	7,78	7,53
33	2,81	5,76	6,16	6,65	6,75	7,19	10,02	8,10	7,48	6,96
34	3,15	5,92	6,32	6,13	6,80	7,25	9,60	7,65	7,66	6,96
35	3,36	6,02	6,40	6,44	6,81	7,75	9,62	7,75	7,87	6,82
36	3,07	6,16	6,32	6,74	6,68	7,97	9,25	7,42	7,59	7,24
37	3,05	6,06	6,36	6,40	6,81	7,27	8,74	7,69	7,36	7,05
38	3,55	6,06	6,24	6,63	6,82	7,63	9,94	8,07	7,59	6,99
39	2,95	5,81	6,24	6,98	6,65	7,73	10,01	8,42	7,88	6,93
40	3,05	6,16	6,45	6,65	6,60	7,75	10,00	7,43	7,59	7,29
41	3,55	6,19	6,30	6,65	6,69	7,35	8,50	7,46	7,85	7,11
42	2,95	6,12	6,18	6,13	6,93	7,35	8,15	8,10	7,59	6,65
43	3,07	6,13	6,40	6,31	6,71	7,27	9,14	7,88	7,66	7,27
44	3,02	6,22	6,22	6,44	6,60	7,79	10,37	8,10	7,69	6,88
45	3,04	5,87	6,18	6,74	6,82	8,02	10,01	7,65	7,43	6,86
46	3,28	6,00	6,34	6,46	6,70	7,52	10,05	7,75	7,66	7,26
47	3,55	5,91	6,43	6,63	6,72	7,63	10,24	7,42	7,52	7,23
48	2,95	6,14	6,41	6,98	6,65	7,71	9,25	8,01	7,57	6,59
49	3,05	5,98	6,18	6,65	6,82	7,57	10,17	7,73	7,99	7,35
50	3,55	6,16	6,42	6,65	6,70	7,32	8,97	7,69	7,62	6,83
51	3,55	6,02	6,20	6,13	6,75	7,63	9,93	7,78	7,58	7,27
52	3,05	5,70	6,26	6,44	6,80	7,75	9,05	7,88	7,77	6,88
53	3,07	6,08	6,41	6,40	6,81	7,74	9,96	7,78	7,63	6,86
54	3,05	6,18	6,35	6,46	6,82	7,39	10,05	7,66	7,46	7,26
55	2,81	6,19	6,30	6,44	6,67	7,67	9,63	7,62	7,74	7,36
56	2,95	6,13	6,26	6,40	6,89	7,38	9,99	8,15	7,77	7,31
57	3,05	6,13	6,30	6,44	6,65	7,33	9,79	8,09	7,55	7,14
58	3,55	6,23	6,38	6,74	6,71	7,75	9,82	7,65	7,77	6,74
59	2,95	5,71	6,30	6,40	6,67	7,99	9,87	7,87	7,78	7,15
60	3,07	5,68	6,33	6,63	6,68	7,71	9,99	8,33	7,48	7,19

Anexo 3: Datos recolectados del oxígeno disuelto (ppm) con el aireador tipo Splash

Días	Aireador tipo Splash									
	8:00 AM	9:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	12:00 PM	1:00 PM	2:00 PM	3:00 PM	4:00 PM	5:00 PM
1	2,44	6,10	6,49	5,98	6,78	7,40	8,75	7,67	7,28	6,59
2	3,11	5,94	6,52	6,31	6,53	7,60	9,18	8,56	7,44	6,69
3	3,34	6,51	6,94	6,35	7,10	8,16	9,54	8,93	8,26	6,22
4	3,31	5,81	6,39	6,42	7,07	8,18	8,42	7,94	8,41	8,66
5	3,09	6,10	6,49	6,39	6,78	7,40	9,16	7,67	7,28	6,37
6	2,81	5,94	6,52	6,35	6,53	7,60	10,06	8,56	7,44	6,88
7	2,71	6,51	6,94	6,29	7,10	8,16	9,60	8,93	7,83	7,87
8	3,74	5,81	6,39	6,29	7,07	8,18	11,04	7,94	8,39	7,11
9	3,48	6,10	6,49	6,54	6,78	7,40	10,29	7,67	7,65	5,03
10	2,98	5,94	6,52	6,49	6,53	7,60	10,25	8,56	7,61	7,37
11	3,01	6,51	6,94	6,35	7,10	8,16	8,75	8,93	8,32	6,59
12	2,71	5,81	6,39	6,31	7,07	8,15	10,06	7,94	8,41	7,87
13	3,44	5,98	6,49	6,42	6,78	7,38	11,04	7,67	7,28	5,03
14	3,48	6,17	6,52	6,29	6,53	7,49	8,42	8,56	7,44	6,37
15	2,74	6,00	6,94	6,31	6,94	8,12	10,25	8,93	8,25	6,69
16	3,74	6,12	6,56	6,42	7,08	8,15	9,60	8,13	8,45	7,87
17	3,48	5,95	6,57	6,39	7,03	7,38	11,04	8,07	7,43	7,11
18	2,98	6,17	6,51	6,35	6,73	7,60	10,29	8,18	7,60	5,03
19	3,01	6,29	6,65	6,29	6,57	8,16	10,25	8,10	8,28	7,37
20	3,09	5,91	6,61	6,49	7,12	7,98	8,75	8,32	8,04	6,59
21	2,81	6,00	6,57	6,35	6,94	7,63	10,06	7,68	7,46	7,87
22	2,71	6,12	6,48	6,31	6,56	7,80	8,42	8,73	7,67	7,87
23	3,65	5,93	6,64	6,37	6,92	7,93	10,25	8,60	8,29	5,03
24	3,46	6,19	6,46	6,32	7,13	7,96	9,72	7,84	8,08	6,37
25	3,32	6,36	6,66	6,32	6,80	7,90	11,06	7,93	7,29	5,17
26	2,53	5,94	6,67	6,24	6,70	7,87	8,64	8,71	7,25	6,64
27	3,13	5,98	6,76	6,28	6,95	7,79	9,51	8,63	7,93	5,08
28	3,87	6,13	6,42	6,31	6,84	7,56	10,24	7,84	7,93	7,40
29	3,22	6,12	6,65	6,36	6,94	7,94	10,77	7,93	8,26	6,91

30	3,06	6,09	6,58	6,31	6,69	8,17	9,70	8,73	8,41	7,47
31	2,74	6,06	6,50	6,29	6,73	7,66	9,81	8,24	7,28	4,72
32	2,92	5,95	6,49	6,30	7,04	7,94	9,43	7,77	7,33	7,31
33	3,31	6,17	6,96	6,31	7,03	7,98	10,67	8,30	8,03	7,03
34	3,21	6,29	6,37	6,52	6,59	7,63	9,04	8,79	7,46	7,05
35	3,19	5,91	6,50	6,42	6,92	7,80	10,23	8,24	7,67	6,91
36	3,20	6,00	6,47	6,32	6,56	7,93	9,06	8,32	8,29	7,17
37	3,01	6,12	6,55	6,26	6,92	7,96	10,40	7,68	8,08	7,17
38	3,07	5,80	6,95	6,41	7,13	7,91	10,90	8,73	7,29	6,93
39	3,31	6,25	6,38	6,29	6,80	8,04	8,75	8,60	7,37	6,77
40	2,69	5,97	6,47	6,31	6,70	7,92	10,25	7,84	7,43	6,73
41	3,74	6,12	6,55	6,42	6,95	7,79	9,60	7,93	7,49	7,87
42	3,48	6,13	6,95	6,39	6,84	7,63	11,04	8,71	7,73	7,11
43	2,98	5,94	6,45	6,35	6,89	7,80	10,29	8,63	7,93	5,03
44	3,01	6,22	6,52	6,29	6,66	7,93	10,25	7,86	7,93	7,37
45	3,09	6,16	6,63	6,49	7,09	7,96	8,66	7,93	7,90	6,59
46	2,81	5,88	6,60	6,35	6,52	7,90	10,13	8,70	7,61	7,87
47	2,71	6,13	6,46	6,31	6,89	8,11	8,84	8,27	7,18	7,87
48	3,74	6,12	6,66	6,42	7,13	7,86	10,52	7,75	7,73	5,03
49	3,74	6,09	6,67	6,41	6,83	7,63	8,92	8,05	7,78	6,37
50	2,96	6,06	6,76	6,42	6,69	7,82	10,12	8,08	7,37	6,69
51	3,49	6,21	6,42	6,33	7,00	7,45	10,54	8,40	7,43	7,87
52	3,30	6,17	6,65	6,27	6,91	8,12	9,41	8,17	7,76	7,44
53	3,02	6,17	6,58	6,43	6,61	8,15	10,07	8,22	7,59	3,44
54	2,81	5,95	6,50	6,40	6,90	7,37	10,05	8,87	7,44	6,38
55	2,86	6,18	6,49	6,38	6,85	7,56	9,97	8,24	7,41	4,80
56	3,37	6,09	6,79	6,23	6,88	8,14	8,92	7,77	7,66	7,48
57	2,83	5,74	6,77	6,42	7,13	8,16	10,12	8,26	7,29	6,96
58	2,72	6,12	6,42	6,39	6,80	7,91	10,54	8,42	7,25	7,87
59	3,13	5,95	6,49	6,31	6,92	7,94	9,41	8,72	7,94	7,11
60	3,39	6,19	6,42	6,30	6,56	7,98	10,07	8,26	8,26	5,03

Anexo 4: Datos recolectados de la temperatura del agua (°C) con aireador tipo paleta

Días	Aireador tipo paleta									
	8:00 AM	9:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	12:00 PM	1:00 PM	2:00 PM	3:00 PM	4:00 PM	5:00 PM
1	23,2	23,4	23,6	23,8	23,9	24,6	25,4	25,2	24,6	23,9
2	21,9	22,2	22,4	22,5	22,9	23,6	23,9	23,3	24,6	22,9
3	21,7	22,1	22,2	21,8	22,6	23,7	24,4	23,7	23,1	22,8
4	21,6	23,4	22,4	22,5	22,6	24,6	23,4	25,2	23,2	23,2
5	21,4	22,2	22,2	22,4	23,9	23,6	26,3	23,3	23,1	23,2
6	21,2	22,1	23,6	21,8	22,9	23,7	28,1	23,7	23,2	24,3
7	21,8	23,4	22,4	22,8	23,9	24,6	27,7	25,2	24,6	24,8
8	22,6	22,2	22,2	23,0	22,9	23,6	26,9	23,3	23,1	24,0
9	22,4	22,1	22,2	22,9	22,6	23,7	25,0	23,7	23,2	23,3
10	21,4	23,4	23,6	21,7	23,9	24,6	25,4	24,2	24,6	23,2
11	21,5	22,1	22,4	22,5	22,9	23,6	26,5	25,2	23,1	23,4
12	21,6	23,4	22,2	22,4	22,6	23,7	25,8	23,3	23,2	22,6
13	21,7	22,2	23,6	22,6	22,6	24,6	27,2	23,7	24,6	24,2
14	21,6	22,1	22,4	22,8	23,9	23,6	27,6	25,2	23,1	23,7
15	21,8	22,1	22,2	22,7	22,9	23,7	26,5	23,3	23,2	23,6
16	22,6	23,4	23,6	23,0	22,6	24,6	25,7	23,7	24,6	24,7
17	22,4	22,2	22,4	23,2	22,9	24,6	24,4	23,3	23,1	23,2
18	21,4	22,1	22,2	23,1	22,9	23,6	24,7	23,7	23,2	23,2
19	21,5	23,4	22,4	22,8	22,6	23,7	24,4	25,2	24,6	24,0
20	21,6	22,2	22,2	23,1	23,9	24,6	26,2	25,2	23,1	24,7
21	21,2	22,1	23,6	22,5	22,6	23,6	26,9	23,3	23,2	23,7
22	21,8	22,1	22,4	22,4	23,9	24,6	25,8	23,7	24,6	23,5
23	22,6	23,4	22,2	22,6	22,9	23,6	26,2	25,2	23,1	24,0
24	22,4	22,2	23,6	22,8	23,9	23,6	26,0	23,7	23,2	24,3
25	21,4	22,1	22,4	22,4	22,9	23,7	25,7	25,2	24,6	23,9
26	21,5	22,1	23,6	23,1	22,6	24,6	25,4	25,2	23,2	23,4
27	22,4	23,4	23,6	22,8	23,9	23,6	23,9	23,3	24,6	23,6
28	21,4	22,2	22,4	23,1	22,9	23,7	25,0	23,7	23,1	23,9
29	21,5	22,1	23,6	22,8	22,6	23,6	25,6	25,2	23,2	23,0

30	21,6	23,4	23,6	23,1	23,9	23,7	25,5	23,3	23,2	23,6
31	21,5	22,2	22,4	22,5	23,9	23,6	26,8	23,7	23,2	24,1
32	21,6	22,1	23,6	22,6	22,9	23,7	25,6	23,7	23,1	24,4
33	21,2	22,1	23,6	22,8	23,9	24,6	25,3	25,2	23,2	23,7
34	21,2	23,4	22,4	22,4	22,9	23,6	26,0	25,2	24,6	23,2
35	21,4	22,2	23,6	22,8	22,6	23,7	27,2	23,3	23,1	23,6
36	21,5	22,1	22,4	23,1	23,9	24,6	25,5	23,7	23,2	23,9
37	21,6	23,4	22,2	22,5	22,9	23,6	26,0	23,7	23,2	22,8
38	21,5	22,2	22,2	22,8	22,6	23,7	25,6	25,2	24,6	23,9
39	21,8	22,1	23,6	22,8	23,9	24,6	26,0	23,3	23,2	23,5
40	22,6	22,1	23,6	23,1	23,9	24,6	25,1	23,7	24,6	23,5
41	22,4	22,1	22,4	23,1	22,9	23,6	25,3	23,7	23,1	23,7
42	22,4	22,1	22,2	22,8	23,9	23,7	24,8	23,7	23,2	23,2
43	21,4	23,4	23,6	23,1	22,9	24,6	24,8	23,7	23,2	23,3
44	21,5	22,2	22,4	23,1	22,6	24,6	25,1	25,2	23,2	23,6
45	21,6	22,2	23,6	23,1	23,9	23,6	26,3	23,7	24,6	23,2
46	21,2	22,2	22,4	22,5	22,9	23,7	26,6	23,7	23,1	23,6
47	21,2	22,1	22,2	22,8	23,9	24,6	25,7	23,7	23,2	23,8
48	21,4	22,1	22,2	23,1	22,9	23,7	25,6	25,2	23,2	24,2
49	21,5	22,1	23,6	23,1	23,9	24,6	26,0	23,3	23,2	24,3
50	21,6	23,4	22,4	22,8	22,9	23,6	25,1	23,7	24,6	23,4
51	21,5	22,2	22,2	23,1	23,9	23,7	25,1	25,2	23,2	23,6
52	21,6	22,1	23,6	22,8	22,9	24,6	25,4	23,3	24,6	23,2
53	21,5	23,4	22,4	22,8	23,9	23,6	24,7	23,7	23,2	23,6
54	21,6	22,2	23,6	22,8	23,9	23,7	24,6	23,7	23,2	24,5
55	21,2	22,1	22,4	22,8	22,9	24,6	27,5	23,7	23,2	24,3
56	21,4	23,4	23,6	23,1	22,6	23,6	27,2	25,2	24,6	23,6
57	21,5	22,2	23,6	22,8	23,9	23,7	27,0	23,7	24,6	23,4
58	21,6	22,1	22,4	23,1	22,6	24,6	25,1	23,7	23,2	24,3
59	21,5	22,2	23,6	22,5	23,9	23,6	24,8	25,2	23,2	24,8
60	21,6	22,1	23,6	23,1	22,9	24,6	10,0	23,3	7,5	23,4

Anexo 5: Datos recolectados de la temperatura de agua (°C) con el aireador tipo Splash

Días	Aireador tipo Splash									
	8:00 AM	9:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	12:00 PM	1:00 PM	2:00 PM	3:00 PM	4:00 PM	5:00 PM
1	23,3	23,4	22,2	23,9	23,9	23,6	23,9	23,7	23,2	23,8
2	22,2	22,1	23,6	22,9	22,9	23,7	24,6	23,7	23,2	22,8
3	21,9	23,4	22,4	21,8	22,6	23,6	25,2	25,2	24,6	22,6
4	21,8	22,2	22,2	22,2	23,9	23,7	24,5	25,2	23,2	23,3
5	21,6	22,1	22,4	22,8	22,9	24,6	28,0	23,3	24,6	23,4
6	21,5	22,1	22,2	21,9	23,9	23,6	29,8	23,7	23,1	24,1
7	22,1	23,4	23,6	22,7	22,9	23,7	29,0	23,7	23,2	24,4
8	22,6	22,2	22,4	22,9	23,9	24,6	27,9	25,2	23,2	23,7
9	22,6	22,1	22,2	22,9	22,9	23,6	26,3	23,3	23,2	23,3
10	21,6	23,4	23,6	22,2	23,9	23,7	26,4	23,7	24,6	23,1
11	21,3	22,2	22,4	22,5	22,9	24,6	27,4	23,7	23,1	22,8
12	21,6	22,1	23,6	23,1	22,6	24,6	26,5	23,7	23,2	23,4
13	20,9	22,1	23,6	22,4	23,9	23,6	28,2	23,7	23,2	23,3
14	20,8	23,4	22,4	22,7	22,9	23,7	27,3	25,2	23,2	22,9
15	21,5	22,2	23,6	22,6	23,9	24,6	25,3	23,7	24,6	24,2
16	21,5	22,1	23,6	21,9	22,9	24,6	26,3	23,7	23,2	24,4
17	22,1	22,1	22,2	22,7	23,9	23,6	26,4	23,7	24,6	23,7
18	22,6	23,4	23,6	22,9	22,9	23,7	27,4	25,2	23,2	23,3
19	22,6	22,2	22,4	22,9	22,6	23,7	26,5	23,3	23,2	22,9
20	21,8	22,1	22,2	22,4	23,9	23,6	28,2	23,7	23,2	24,2
21	21,6	23,4	23,6	22,7	23,9	23,7	26,5	25,2	24,6	24,4
22	21,5	22,1	22,4	22,6	22,9	24,6	28,2	23,3	24,6	23,7
23	22,1	22,2	22,2	21,9	23,9	23,6	27,3	23,7	23,2	23,3
24	21,3	22,1	22,4	22,7	23,9	23,7	25,3	25,2	23,2	23,1
25	21,4	22,1	22,2	22,7	22,9	23,6	26,3	23,3	23,2	22,8
26	22,2	23,4	23,6	23,9	23,9	23,7	25,0	23,7	24,6	23,8
27	21,3	22,2	22,4	22,9	22,9	23,7	24,8	23,7	23,2	22,8
28	21,1	22,1	23,6	21,8	23,9	23,6	26,3	23,7	23,2	22,8
29	21,3	23,4	23,6	22,2	23,9	23,7	24,5	23,7	23,2	23,1

30	22,2	22,1	22,4	22,8	22,9	24,6	26,2	23,7	24,6	23,5
31	21,1	23,4	23,6	21,9	23,9	23,6	26,9	25,2	23,2	24,0
32	21,0	22,2	23,6	22,7	22,9	23,7	28,1	23,7	24,6	23,8
33	21,5	22,1	22,2	22,8	23,9	24,6	28,1	23,7	23,1	23,3
34	21,3	22,1	23,6	21,8	23,9	24,6	27,8	23,7	23,2	23,5
35	21,7	22,2	22,4	22,2	23,9	23,6	26,9	25,2	23,2	23,0
36	22,2	22,1	23,6	22,8	22,9	23,7	27,3	25,2	23,2	23,4
37	22,3	22,1	23,6	21,9	23,9	24,6	26,7	23,7	24,6	23,3
38	21,7	23,4	22,4	22,7	23,9	24,6	27,0	25,2	23,2	23,2
39	21,8	22,2	23,6	22,8	23,9	23,6	27,3	23,3	23,2	22,8
40	21,6	22,1	23,6	22,8	22,9	23,7	25,3	23,7	23,2	23,7
41	21,5	23,4	22,2	22,1	23,9	24,6	26,3	23,7	24,6	23,7
42	22,1	22,2	23,6	22,6	23,9	23,6	26,4	23,7	23,2	23,0
43	22,6	23,4	22,4	21,9	22,9	23,7	27,4	23,7	24,6	23,1
44	22,3	22,1	23,6	22,7	23,9	24,6	26,5	23,7	23,1	23,2
45	21,7	23,4	23,6	22,7	22,9	24,6	26,6	25,2	23,2	23,2
46	21,6	22,2	22,4	23,9	23,9	23,6	25,5	23,7	24,6	23,1
47	21,7	22,1	23,6	22,8	22,9	23,7	25,5	23,7	23,1	23,4
48	22,1	22,1	23,6	22,1	23,9	24,6	25,5	23,7	23,2	23,3
49	21,3	22,2	22,4	22,1	23,9	24,6	26,1	23,7	23,2	23,0
50	21,6	22,1	23,6	22,8	23,9	23,6	26,9	23,7	23,2	23,1
51	22,6	22,1	23,6	22,1	22,9	23,7	27,3	23,7	24,6	23,7
52	21,8	22,1	22,2	22,7	23,9	24,6	27,0	23,7	23,2	23,0
53	21,6	23,4	23,6	23,3	23,9	23,6	26,0	23,7	23,2	22,9
54	21,5	22,2	23,6	22,6	23,9	23,7	26,4	23,7	24,6	23,2
55	22,1	22,1	23,6	22,4	22,9	23,6	26,0	23,7	23,1	23,6
56	21,3	23,4	22,4	22,8	23,9	23,7	27,2	23,7	23,2	23,3
57	22,3	22,2	23,6	22,1	23,9	24,6	26,6	23,7	23,2	22,8
58	21,7	23,4	23,6	22,1	23,9	24,6	26,4	25,2	24,6	23,2
59	21,6	22,1	22,4	22,8	23,9	24,6	27,3	25,2	23,2	23,2
60	21,7	23,4	23,6	22,1	22,9	23,6	27,8	23,7	24,6	23,1

Anexo 6: Datos recolectados del Ph y transparencia de agua con aireador tipo paleta

Días	pH		Transparencia de agua	
	Mañana (8:00 AM)	Tarde (5:00 PM)	Mañana (8:00 AM)	Tarde (5:00 PM)
1	7,85	7,98	13,5	13,0
2	7,91	8,40	12,8	13,1
3	8,09	8,51	15,5	13,3
4	8,10	8,60	12,8	13,1
5	8,12	8,42	12,2	11,7
6	8,17	8,59	13,2	12,8
7	8,03	8,56	12,4	12,1
8	8,16	8,60	14,1	13,1
9	8,12	8,55	11,8	12,7
10	8,08	8,46	14,3	12,5
11	8,02	8,56	12,3	12,2
12	8,41	8,46	12,8	12,7
13	8,11	8,55	15,0	13,6
14	8,34	8,46	12,8	12,6
15	8,40	8,66	13,0	13,2
16	5,40	8,20	12,7	12,1
17	8,00	8,60	13,2	14,0
18	7,91	8,55	14,7	15,1
19	7,80	8,46	13,2	12,5
20	8,02	8,56	12,2	12,3
21	8,10	8,46	13,7	13,6
22	8,12	8,59	13,0	12,2
23	8,17	8,34	14,2	13,2
24	8,03	8,46	13,7	12,8
25	8,17	8,51	13,7	13,3
26	8,13	8,14	13,2	12,4
27	5,53	8,42	13,0	13,7
28	5,36	8,52	13,3	12,7
29	7,92	8,55	12,5	13,0
30	7,96	8,54	9,8	9,8
31	7,86	8,50	9,7	9,5
32	7,91	8,55	10,3	10,2
33	8,15	8,51	9,8	9,8

34	8,07	8,62	9,7	9,5
35	7,99	8,30	10,2	10,2
36	7,94	8,55	9,8	9,8
37	7,80	8,49	9,5	9,5
38	5,38	8,28	9,8	9,8
39	8,00	8,54	10,0	10,0
40	8,03	8,37	10,0	10,0
41	7,98	8,62	9,8	9,8
42	5,40	8,51	10,0	10,0
43	8,00	8,14	9,0	12,0
44	7,91	8,42	9,0	10,0
45	7,92	8,54	9,0	10,0
46	7,94	8,55	10,2	10,2
47	8,00	8,54	10,2	10,3
48	7,91	8,43	9,3	9,8
49	7,98	8,53	10,3	10,3
50	8,07	8,54	10,3	10,3
51	8,00	8,59	11,0	10,5
52	8,03	8,44	11,8	11,5
53	8,04	8,53	10,2	10,3
54	7,94	8,55	9,5	9,8
55	7,93	8,40	10,2	10,3
56	8,04	8,57	10,2	10,2
57	8,00	8,40	9,5	9,5
58	8,03	8,57	9,8	10,0
59	7,98	8,58	9,7	9,7
60	8,07	8,54	10,3	10,3

Anexo 7: Datos recolectados del pH y transparencia de agua con el aireador tipo Splash

Días	pH		Transparencia de agua	
	Mañana (8:00 AM)	Tarde (5:00 PM)	Mañana (8:00 AM)	Tarde (5:00 PM)
1	7,72	8,28	18,0	14,3
2	7,87	8,45	17,7	16,8
3	7,98	8,49	17,3	16,5
4	8,07	8,56	17,5	16,8
5	8,04	8,42	17,7	17,5
6	8,07	8,52	18,0	17,2
7	8,15	8,53	18,2	17,0
8	8,23	8,57	17,8	17,0
9	8,23	8,58	17,7	16,5
10	8,22	8,47	17,8	16,7
11	8,12	8,52	17,0	17,5
12	8,23	8,66	17,5	16,5
13	8,33	8,44	17,3	17,0
14	8,15	8,41	18,5	17,3
15	8,23	8,57	17,0	17,0
16	8,23	8,58	17,5	16,5
17	8,22	8,47	17,0	16,8
18	8,12	8,52	17,3	17,3
19	8,23	8,66	18,5	17,7
20	8,33	8,44	17,8	16,8
21	8,17	8,45	17,3	16,3
22	8,19	8,49	18,0	16,5
23	8,23	8,55	17,3	16,8
24	8,10	8,47	17,0	17,2
25	8,10	8,53	17,5	17,3
26	8,15	8,45	17,7	16,2
27	8,23	8,52	18,0	16,8
28	8,23	8,53	17,5	16,7
29	8,22	8,50	17,3	16,5
30	8,12	8,48	28,0	28,8

31	8,23	8,52	17,3	16,8
32	8,33	8,51	18,5	17,2
33	8,15	8,51	17,3	16,7
34	8,15	8,53	17,5	17,3
35	8,23	8,62	26,8	27,0
36	8,24	8,44	17,0	17,0
37	8,12	8,59	17,8	17,0
38	8,17	8,46	17,8	17,0
39	8,03	8,49	17,8	17,3
40	8,14	8,52	28,8	27,8
41	8,13	8,58	17,5	16,8
42	8,15	8,47	17,0	17,2
43	8,09	8,52	17,3	16,5
44	8,27	8,66	18,5	17,2
45	8,27	8,44	28,7	28,7
46	8,15	8,44	17,3	17,2
47	8,19	8,41	18,5	16,3
48	8,24	8,57	17,3	17,2
49	8,15	8,58	17,0	16,3
50	8,15	8,49	29,0	29,0
51	8,27	8,65	17,5	17,3
52	8,24	8,44	17,7	17,2
53	8,21	8,46	18,2	17,0
54	8,17	8,50	17,8	17,2
55	8,03	8,56	30,5	30,3
56	8,14	8,59	18,3	17,0
57	8,13	8,45	17,5	16,7
58	8,17	8,50	17,0	17,5
59	8,03	8,47	17,5	17,3
60	8,14	8,52	31,0	28,5

Anexo 8: Datos recolectados del peso y talla de las gamitanas con aireador tipo paleta

Día	Peso (g)			Talla (cm)		
	4 peces/m ²	8 peces/m ²	12 peces/m ²	4 peces/m ²	8 peces/m ²	12 peces/m ²
5	40,33	38,67	36,67	12,10	12,03	11,93
10	46,67	43,00	40,67	12,47	12,27	12,30
15	51,33	48,33	43,00	12,67	12,53	12,37
20	55,67	53,33	46,33	12,70	12,60	12,40
25	60,67	56,00	49,67	12,97	12,90	12,80
30	64,67	58,67	55,33	13,10	13,07	12,90
35	70,00	61,33	62,00	13,47	13,27	13,20
40	74,00	66,67	65,00	13,67	13,63	13,43
45	79,33	74,00	71,67	13,93	13,87	13,80
50	85,67	80,67	78,33	14,10	14,03	13,97
55	89,33	83,33	82,67	14,40	14,30	14,10
60	93,67	88,67	86,67	14,70	14,67	14,37

Anexo 9: Datos recolectados del peso y talla de las gamitanas con aireador tipo Splash

Día	Peso (g)			Talla (cm)		
	4 peces/m ²	8 peces/m ²	12 peces/m ²	4 peces/m ²	8 peces/m ²	12 peces/m ²
5	41,67	38,33	35,67	12,07	11,93	11,83
10	44,33	42,33	38,00	12,40	12,07	11,83
15	48,67	46,00	42,33	12,53	12,27	12,00
20	53,67	51,00	47,67	12,53	12,47	12,10
25	56,00	54,67	51,67	12,70	12,57	12,20
30	60,33	58,00	55,00	12,93	12,90	12,37
35	65,33	63,33	60,00	13,10	13,03	12,73
40	70,67	68,00	65,00	13,30	13,23	13,00
45	74,67	73,67	71,00	13,50	13,57	13,30
50	80,67	78,00	76,67	13,67	13,73	13,60
55	84,00	82,67	81,33	14,00	14,03	13,93
60	88,67	87,67	86,00	14,37	14,27	14,17