

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.**

Optimización del hidrófono en alimentación de camarones  
(*Litopenaeus vannamei*).

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Acuícola.**

Presentado por:

Diego Andrés Armijos Hurtado

María José Villafuerte García

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

## DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a Dios principalmente que me ha dado la fuerza y el valor de seguir adelante a pesar de todos los problemas; a mi madre Ma. Elena García que ha sido todo lo que he necesitado en la vida, a mis tíos, mi papá, a mis abuelos Vicente y Celia que han hecho el papel de padres; a mis abuelos paternos Francisco y Matilde que me ven desde el cielo; a mi amado esposo Jonathan Vítores M. y a mi bella hija Isabella Vítores V. que han sido el motor para salir adelante y mi más grande apoyo. A todos mis amigos y amigas que han sido un empujón para hacer las cosas mejor y que me han dado una palabra de aliento cuando he estado por rendirme; y finalmente a todos mis maestros que han puesto su todo su empeño y esfuerzo, para enseñarme y forjarme como una profesional.

María José Villafuerte García.

## DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada a Dios, por darme salud y guiarme durante toda mi vida. A mis padres, Tito y Diana, por haberme formado y apoyado de manera incondicional en cada etapa de mi vida, siempre brindándome consejos y palabras sabias que me han permitido forjarme. A mis hermanos Tito y Carlos, que siempre han estado a mi lado, cuidándome y apoyándome. A mi enamorada Marcela, quién me acompañó durante todo este camino compartiendo alegrías y fracasos brindándome su apoyo incondicional. A mi sobrino Mathias, quién desde el día de su nacimiento ha llenado mi vida de felicidad. A mis tíos María Elena y David y mi prima Ariana, quiénes me brindaron un hogar lejos de mi casa y que su apoyo me permitió llegar hasta el final de este camino. A mis amigos Andrés, Steeven, Julio y Samuel, con quiénes compartí mi vida universitaria. Y finalmente, a mis maestros, quienes con sus enseñanzas me ayudaron a crecer como profesional.

Diego Andrés Armijos Hurtado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro mayor sincero agradecimiento a Dios por darnos salud y sabiduría durante toda nuestra vida universitaria. A nuestros amados padres Ma. Elena y José; Tito y Diana, por todo el amor, apoyo, esfuerzo y confianza que pusieron en nosotros, para que podamos lograr esta meta tan anhelada. A nuestra tutora Francisca Burgos Ph D., que nos brindó su tiempo, conocimiento y constante apoyo durante cada etapa de este proyecto. Al grupo ALMAR que nos abrió las puertas de su empresa para que podamos desarrollar esta investigación; a todos nuestros profesores de FIMCM y CENAIM que impartieron sus conocimientos y sus habilidades para que logremos una formación profesional de calidad. A todos nuestros compañeros por todas las risas, experiencias y buenos momentos.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me(nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; (*Diego Andrés Armijos Hurtado y María José Villafuerte García*) y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

---

Diego Andrés  
Armijos Hurtado.

---

María José  
Villafuerte García.

# EVALUADORES

**Víctor Hugo Osorio C. Ph D.**

PROFESOR DE LA MATERIA

**Francisca Aracelly Burgos V. Ph D.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El estudio del comportamiento alimentario del camarón a través del uso de herramientas acústicas que nos permitan entender la respuesta del animal ante la dosis y frecuencia de alimentación es fundamental para mejorar las prácticas de alimentación en la camaronicultura. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta alimentaria del camarón en cautiverio durante 7 días de ensayo a través del uso del hidrófono para determinar la dosificación individual óptima de balanceado en la producción de *L. vannamei*. Los resultados mostraron que en organismos con peso promedio de  $10,8 \pm 1,8$  g el punto de eficiencia en la tasa de alimentación era de  $3,2 \pm 0,1$  % de la biomasa, mejorando un 20% el consumo de alimento. Por su parte, los parámetros productivos mostraron que la frecuencia de alimentación no mostró un efecto significativo ( $p > 0,05$ ), ni permitió obtener una conversión de alimento adecuada, aunque el crecimiento diario  $0,2$  g/día se mantuvo cercano a los rangos óptimos para alimentación sónica. A través de los resultados se generaron dos tipos de unidades de respuesta alimentaria, que incluyó el número de masticaciones registradas, gramos de alimento consumido, pellet por gramo de alimento y población por réplica de ensayo, dichas unidades son Clic/g/animal y Clic/pellet/animal, estas demostraron ser robustas para estimar la respuesta de alimentación de los organismos debido a que los parámetros de calidad de agua no mostraron efecto sobre dichas unidades. Con respecto al comportamiento alimentario en cautiverio, se evidenció una conducta selectiva hacia las características organolépticas del balanceado fundamentalmente en el tamaño. De esta manera, los resultados destacan el potencial que tiene el uso de herramientas acústicas para estimar, mejorar el consumo y la eficiencia del manejo del alimento balanceado, sin embargo, se requiere replicar y ampliar el periodo de estudio para evidenciar la existencia de efectos de las variables de estudio sobre la respuesta alimentaria del camarón.

**Palabras Claves:** Alimentación sónica, hidrófono, respuesta alimentaria, optimización, frecuencia.

## **ABSTRACT**

*The study of the feeding behavior of shrimp through the use of acoustic tools that allow us to understand the response of the animal to the dose and frequency of feeding, is fundamental to improve feeding practices in shrimp farming. The present work evaluated the feeding response of shrimp in captivity during 7 days of trial through the use of the hydrophone to determine the optimal individual dosage of food in the production of *L. vannamei*. The results showed that in organisms with weight of  $10.8 \pm 1.8$  g, the efficiency in the feeding rate was  $3.2 \pm 0.1\%$  of the biomass, with a 20% improvement in feed consumption. On the other hand, the productive parameters showed that the feeding frequency did not show a significant effect ( $p > 0.05$ ), nor did it allow to obtain an adequate feed conversion, although the daily growth of 0.2 g / day remained close to the optimal ranges for sonic feeding. The results generated two types of food response units, which included the number of registered chews, grams of food consumed, pellets per gram of food and population per test replica, these units were clics/g/animal and clics/pellet/animal, these proved to be robust to estimate the feeding response of the organisms because the water quality parameters did not show an effect on these units. The feeding behavior in captivity, showed a selective behavior towards the organoleptic characteristics of the balanced. In this way, the results highlight the potential of the use of acoustic tools to estimate, improve consumption and the efficiency of balanced feed management, however, it is necessary to replicate and extend the study period to demonstrate the existence of effects of the study variables on the shrimp feed response.*

**Key Words:** *Sonic feeding, hydrophone, feeding response, optimization, frequency.*

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	6
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
INDICE DE APÉNDICES.....	XIV
CAPÍTULO 1.....	17
1. Introducción .....	17
1.1 Descripción del problema .....	18
1.2 Justificación del problema .....	18
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo General .....	19
1.3.2 Objetivos Específicos.....	20
1.4 Marco teórico .....	20
1.4.1 Alimentación.....	20
1.4.2 Sistema de alimentación automática .....	23
CAPÍTULO 2.....	26
2. Metodología .....	26
2.1 Descripción del lugar .....	26
2.2 Transferencia y aclimatación .....	26
2.3 Unidades observacionales.....	26
2.4 Descripción del control del sistema .....	27

2.5	Sistemas de alimentación sónico .....	27
2.5.1	Control de calidad del hidrófono .....	27
2.6	Sistema audio-visual.....	27
2.7	Mantenimiento del sistema .....	28
2.8	Parámetros de calidad de agua de las unidades observacionales.....	28
2.8.1	Parámetros Físicos .....	28
2.8.2	Parámetros Químicos .....	28
2.8.3	Parámetros Microbiológicos.....	28
2.9	Pruebas de alimentación .....	29
2.10	Medición de parámetros productivos.....	29
2.11	Supervivencia y mortalidad.....	30
2.12	Análisis de datos del ensayo .....	30
	CAPÍTULO 3.....	32
3.	Resultados y análisis .....	32
3.1	Parámetros productivos.....	32
3.1.1	Biomasa .....	32
3.1.2	Crecimiento .....	32
3.1.3	Factor de conversión relativo .....	33
3.1.4	Supervivencia.....	35
3.1.5	Frecuencia de Alimentación.....	35
3.1.6	Consumo de alimento .....	36
3.2	Parámetros físicos de calidad de agua.....	37
3.2.1	Oxígeno disuelto .....	37
3.2.2	Temperatura.....	38
3.3	Parámetros químicos de calidad de agua .....	39
3.3.1	Compuestos nitrogenados .....	39

3.3.2	Fosfatos .....	42
3.3.3	pH.....	43
3.4	Parámetros microbiológicos .....	43
3.5	Actividad alimentaria.....	45
3.5.1	Respuesta alimentaria o masticaciones.....	45
3.5.2	Unidades de respuesta alimentaria (clics/g/animal y clics/pellet/animal)	46
3.6	Análisis de Correlación .....	48
3.6.1	Número de masticaciones.....	48
3.6.2	Clic/g/animal.....	52
3.6.3	Clic/pellet/animal .....	56
3.7	Análisis de Comportamiento Alimentario.....	61
	CAPÍTULO 4.....	62
4.	Conclusiones Y Recomendaciones .....	62
4.1.1	Conclusiones.....	62
4.1.2	Recomendaciones .....	62
	BIBLIOGRAFÍA.....	64
	APÉNDICES.....	70

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ANOVA	Analysis of Variance
FCR	Factor de Conversión Relativo
AM	Ante Meridiem
PM	Post Meridiem
S	Sur
O	Oeste
OD	Oxígeno disuelto
TSA	Tripteína Soya Agar
TCBS	Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa

## SIMBOLOGÍA

lb	Libras
ha	Hectáreas
m	Metros
l	Litros
°	Grados
'	Minutos
“	Segundos
g	Gramos
gal	Galones
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
h	Hora
%	Porcentaje
cm	Centímetros
g/día	Gramos por día
NH <sub>4</sub>	Amonio
NH <sub>3</sub>	Amoniaco
NO <sub>2</sub>	Nitrito
NO <sub>3</sub>	Nitrato
PO <sub>4</sub>	Fosfato
P	Fosforo
UFC/ml	Unidades formadoras de colonia por ml
pH	Potencial de hidrogeno
p	Probabilidad
μl	Microlitros

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Gráfica de cajas del comportamiento de parámetros productivos calculados durante el ensayo; siendo A) Biomosas promedio calculadas por día de ensayo, B) Peso promedio calculado por día de ensayo, C) Factor de conversión relativo promedio calculado por día de ensayo. Dónde: “*” representa los valores atípicos encontrados en la muestra (Armijos H. & Villafuerte G., 2021). .....	34
Figura 3.2 Gráfica de cajas del comportamiento de porcentaje de supervivencia promedio analizado por día de ensayo. (Armijos H. & Villafuerte G., 2021) .....	35
Figura 3.3 Gráfico de cajas del comportamiento de la frecuencia de alimentación medido por día (Armijos H. & Villafuerte G., 2021). .....	36
Figura 3.4 Gráfica de cajas del comportamiento de consumo de alimento medido durante el ensayo, siendo A) Consumo de alimento medido por réplica, B) Consumo de alimento medido por día de ensayo (Armijos H. & Villafuerte G., 2021). .....	37
Figura 3.5 Gráfica de cajas del comportamiento de la concentración de oxígeno disuelto medido por hora. Donde “*” representa los valores atípicos encontrados en la muestra (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	38
Figura 3.6 Gráfica de cajas del comportamiento de la temperatura promedio medido por horas. Donde “*” representa los valores atípicos encontrados en la muestra (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	39
Figura 3.7 Gráfica de cajas del comportamiento de la concentración de nitritos medidos durante el ensayo respecto a tiempo “t” de muestreo (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	40
Figura 3.8 Gráfico de cajas del comportamiento de la concentración de bacterias de tipo vibrio medidos durante el ensayo en tiempo “t” de muestreo (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	44
Figura 3.9 Gráfico de Relación de Número de Masticaciones vs el factor Oxígeno Disuelto, siendo A) Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el horario de alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación 14:00PM (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). .....	49

Figura 3.10 Gráfico de Relación de Número de Masticaciones vs el factor Temperatura, siendo A)Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el horario de alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación 14:00PM (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	50
Figura 3.11 Gráfico de Relación de Número de Masticaciones vs el factor Amonio para todas las mediciones de NH4 (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). .....	51
Figura 3.12 Gráfico de Relación de Número de Masticaciones vs el factor Vibrios, para todas las mediciones de Vibrios (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). .....	52
Figura 3.13 Gráfico de Relación de Número de Masticaciones vs el factor Bacterias Totales, para todas las mediciones de Bacterias Totales (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	52
Figura 3.14 Gráfico de Relación de Número de Clic/g/animal vs el factor Oxígeno Disuelto, siendo A) Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el horario de alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación 14:00PM (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	53
Figura 3.15 Gráfico de Relación de Número de Clic/g/animal vs el factor Temperatura, siendo A)Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el horario de alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación 14:00PM (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	54
Figura 3.16 Gráfico de Relación de Clic/g/animal vs el factor Amonio, para todas las mediciones de NH4 (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). ....	55
Figura 3.17 Gráfico de Relación de Número de Clic/g/animal vs el factor Vibrios, para todas las mediciones de Vibrios (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). .....	56
Figura 3.18 Gráfico de Relación de Número de Clic/g/animal vs el factor Bacterias Totales, para todas las mediciones de Vibrios. (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	56
Figura 3.19 Gráfico de Relación de Número de Clic/pellet/animal vs el factor Oxígeno Disuelto, siendo A)Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el horario de alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación 14:00PM (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	57

Figura 3.20 Gráfico de Relación de Número de Clic/pellet/animal vs el factor Temperatura, siendo A)Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el horario de alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación 14:00PM (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	59
Figura 3.21 Gráfico de Relación de Clic/pellet/animal vs el factor Amonio, para todas las mediciones de NH4. (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). ....	60
Figura 3.22 Gráfico de Relación de Número de Clic/pellet/animal vs el factor Vibrios, para todas las mediciones de Vibrios. (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	60
Figura 3.23 Gráfico de Relación de Número de Clic/pellet/animal vs el factor Bacterias Totales, para todas las mediciones de Vibrios. (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	61
Figura 3.24 Fotografía del animal durante el proceso de selección del pellet. (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). ....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Factores Químicos que influyen en la Alimentación de <i>L. vannamei</i> (Armijos & Villafuerte, Factores influyentes en la alimentación, 2020).....	23
Tabla 2.1 Ración alimenticia del peso vivo del camarón en estanques de engorde a una densidad de 6,5-9,0 juveniles/m <sup>2</sup> . Fuente tomada de (Fox, Granvil D., & Sanchez, 2015) .....	29
Tabla 3.1 Biomasa promedio calculada por día de ensayo de alimentación. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).....	32
Tabla 3.2 Peso promedio calculado por día de ensayo. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos H. & Villafuerte G., 2021). .....	33
Tabla 3.3 Factor de conversión relativo medido por día de ensayo. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos H. & Villafuerte G., 2021). .....	33
Tabla 3.4 Tasa de supervivencia medido por réplica. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos H. & Villafuerte G., 2021). .....	35
Tabla 3.5 Frecuencia de alimentación medida en horas de alimentación. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).....	36
Tabla 3.6 Consumo de alimento medido en horas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos H. & Villafuerte G., 2021). .....	37
Tabla 3.7 Concentración de oxígeno disuelto medido por día de ensayo. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	38
Tabla 3.8 Concentración de amonio medido por tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	39

Tabla 3.9 Concentración de amoniaco medido por tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	39
Tabla 3.10 Concentración de nitratos medido por tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	40
Tabla 3.11 Concentraciones óptimas de compuestos nitrogenados disueltos en el agua. Fuente tomada de (Boyd C. , 2009). .....	41
Tabla 3.12 Concentración de fosfato medido por tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	42
Tabla 3.13 Concentración de fosforo medido por tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	42
Tabla 3.14 Concentraciones óptimas de fosfatos y fosforo disueltos en el agua. Fuente tomada de (Boyd C. , 2009). .....	42
Tabla 3.15 Medición de pH tomado en tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	43
Tabla 3.16 Concentración óptima de pH presente en el agua. Fuente tomada de (Boyd C. , 2009) .....	43
Tabla 3.17 Concentración de bacterias totales medidas en tiempo (t) de muestreo. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021). .....	44
Tabla 3.18 Respuesta alimentaria obtenida en número de masticaciones medida en días de ensayo. Dónde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). .....	45
Tabla 3.19 Respuesta alimentaria obtenida en número de masticaciones medida en horas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). .....	45
Tabla 3.20 Respuesta alimentaria obtenida en número de masticaciones medida por réplicas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). .....	46

Tabla 3.21 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/g/animal) medida en días de ensayo. Dónde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	46
Tabla 3.22 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/g/animal) medida en horas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	46
Tabla 3.23 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/g/animal) medida por réplicas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	47
Tabla 3.24 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/pellet/animal) medida en días de ensayo. Dónde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).....	47
Tabla 3.25 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/pellet/animal) medida en horas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). .....	47
Tabla 3.26 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/pellet/animal) medida por réplicas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021). .....	48

## INDICE DE APÉNDICES

Apéndice A Análisis estadístico del parámetro productivo Biomasa (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).....	70
Apéndice B Análisis estadístico del parámetro productivo Crecimiento (Armijos H. & Villafuerte G., 2021) .....	74
Apéndice C Análisis estadístico del parámetro productivo Factor de conversión relativo o FCR (Armijos H. & Villafuerte G., 2021). .....	78
Apéndice D Análisis estadístico del parámetro productivo Supervivencia (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).....	82
Apéndice E Análisis estadístico del parámetro productivo Frecuencia de alimentación (Armijos H. & Villafuerte G., 2021). .....	86
Apéndice F Análisis estadístico del parámetro productivo alimento consumido (Armijos H. & Villafuerte G., 2021). .....	90
Apéndice G Análisis estadístico del parámetro físico Oxígeno disuelto (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).....	95
Apéndice H Análisis estadístico del parámetro físico Temperatura (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).....	100
Apéndice I Análisis estadístico del parámetro químico NH <sub>4</sub> (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).....	105
Apéndice J Análisis estadístico del parámetro químico NH <sub>3</sub> (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).....	109
Apéndice K Análisis estadístico del parámetro químico NO <sub>2</sub> (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).....	112
Apéndice L Análisis estadístico del parámetro químico NO <sub>3</sub> (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).....	116

Apéndice M Análisis estadístico del parámetro químico PO <sub>4</sub> (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).	120
Apéndice N Análisis estadístico del parámetro químico P (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).	124
Apéndice O Análisis estadístico del parámetro químico P (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).	128
Apéndice P Análisis estadístico del parámetro microbiológico Bacterias totales (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).	132
Apéndice Q Análisis estadístico del parámetro microbiológico Vibrios (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).	136
Apéndice R Análisis estadístico de la unidad de respuesta alimentaria clic/g/animal (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).	140
Apéndice S Análisis estadístico de la unidad de respuesta alimentaria clic/pellet/animal (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).	144
Apéndice T Análisis estadístico de la respuesta alimentaria masticaciones (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).	148
Apéndice U Protocolo de aclimatación y transferencia de organismos fuente tomada de la (FAO, 2020) y modificado por (Villafuerte G. & Armijos H., 2020).	153
Apéndice V Procedimiento para pruebas químicas y microbiológicas (Villafuerte & Armijos, 2020).	155
Apéndice W Fotografías de ensamblaje del sistema (Villafuerte & Armijos, 2020).	158
Apéndice X Fotografía de realización de análisis patológico en fresco al inicio del ensayo (Villafuerte & Armijos, 2020).	160
Apéndice Y Fotografías de realización de siembra microbiológica en agar TSA y TCBS (Villafuerte & Armijos, 2020).	161

Apéndice Z Fotografías de resultados de siembra microbiológica en agar TSA y TCBS en réplicas T1, T2 y T3 (Villafuerte & Armijos, 2020). .....	162
Apéndice AA Fotografías de cosecha de los estanques de experimentación al final del ensayo y biometría de animales (Villafuerte & Armijos, 2020). .....	164

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el auge mundial de consumo de camarón de la especie *Litopenaeus vannamei*, ha generado que la industria camaronera ecuatoriana realice cambios en sus métodos de cultivo con la finalidad de mejorar la productividad en sus granjas camaroneras y cubrir la demanda tanto nacional como internacional. Los productores ecuatorianos han encontrado en la tecnificación de sus campos una alternativa viable que mejore gradualmente los ciclos de producción (Piedrahita, 2018).

Uno de los factores más influyentes dentro de los costos operativos de producción es la alimentación debido a los altos costos del alimento comercial, que representan más de un 50% de los costos directos de producción de las granjas camaroneras (Piedrahita, 2018). Los alimentos balanceados son formulados para cumplir con las necesidades nutricionales del cultivo, por lo tanto el uso de una estrategia que permita reducir los costos operativos de alimentación no se basa en reducir o cambiar el tipo de alimento, sino en gestionar, dosificar y comprender la actividad alimentaria del cultivo.

En camaronicultura, el uso de alimentadores automáticos sónicos, ha demostrado ser un mecanismo que ha permitido incrementar las producciones optimizando los procesos de alimentación. El empleo de sondas unidas a un hidrófono mide el “ruido” o el sonido emitido en el entorno incluido el realizado por los animales durante su actividad alimentaria. Esta respuesta es monitoreada a través del software del equipo que genera gráficas que muestran la dosificación de alimento dado y la respuesta del cultivo en sonido, resultando en un mejor aprovechamiento del alimento balanceado (Davis A. , 2018).

Durante más de una década en la industria del camarón se han utilizado los alimentadores temporizados (Reis et al. 2020). A partir del año 2008 en Tailandia se inició con el desarrollo de alimentadores automáticos sónicos para cultivo de peces, y desde entonces han sido comercializados en países asiáticos. Desde el año 2015 existen reportes de su utilización en la producción camaronera de sudamérica incluyendo Ecuador. Algunos estudios demuestran que los alimentadores sónicos, responden a la actividad de alimentación del camarón sin desperdiciar el alimento,

mejorando tanto la conversión del alimento como el crecimiento (Allen Davis, 2018). Sin embargo, la óptima utilización de los alimentadores sónicos utilizados con las diferentes de alimentación continua siendo un tópico en desarrollo.

### **1.1 Descripción del problema**

En el sector camaronero, la práctica de alimentación son una de las principales operaciones en constante evaluación debido al impacto económico que influye en los costos productivos. El uso de estrategias que disminuyan los costos de alimentación han incorporado el uso de dispositivos sónicos fundamentados en la retroalimentación en la intensidad de alimentación que se puede obtener y en que estos permiten registrar de manera automática la información en tiempo real para así determinar si se está cumpliendo con la demanda de alimento. De esta manera, se permite una dispensación racional y controlada de las dosis de alimento calculado basado en las densidades del cultivo. La aplicación de estos equipos ha permitido aumentar la velocidad de crecimiento, mejorar la calidad de agua y el factor de conversión relativo, (FCR) reduciendo los costos productivos. Los alimentadores automáticos sónicos utilizan un hidrófono como herramienta de frecuencia para la dosificación del alimento balanceado en las piscinas de cultivo, estos al momento de dispersarse el alimento escuchan la respuesta alimentaria del camarón por medio del número de masticaciones que realizan al consumir el alimento. Sin embargo, las dosificaciones no cubren las necesidades individuales de los animales, sino del sonido combinado de la población, provocando que el alimento no satisfaga la real necesidad individual del camarón dentro de la biomasa sembrada.

El diseño de los alimentadores sónicos, se creó inicialmente para suplir la demanda alimenticia en estanques piscícolas; y se empleó como complemento en piscinas de camarón, generando una serie de desafíos al captar el sonido que emiten los organismos al alimentarse (principalmente porque el camarón durante su etapa de engorde vive en el fondo de los estanques), pues al encontrarse el hidrófono en la columna de agua no registra de manera óptima la respuesta alimentaria, lo que genera que la interpretación de estos datos poblacionales dificulte cubrir las necesidades de alimento por organismo.

### **1.2 Justificación del problema**

En la actualidad es de gran importancia maximizar la eficiencia de los procesos acuícolas, mediante el uso de tecnologías que optimicen los recursos disponibles a

lo largo de la cadena de producción (Skretting, 2020). Entre estas, se tiene el uso de alimentadores sónicos o acústicos; como una de las técnicas remotas más empleadas en la dosificación de balanceado en las piscinas de cultivo de camarón (*L. vannamei*). Estos sistemas de alimentación permiten aumentar las dosificaciones brindadas a los organismos, generando una disminución del FCR además de beneficiar la velocidad de crecimiento (Poveda M. & Espinoza, 2020).

Con la finalidad de obtener el máximo beneficio de una dosificación ajustada y controlada a través del monitoreo del sonido, es imperioso conocer la necesidad alimentaria de los camarones de forma individual pues la mayor parte de los estudios están enfocados a entender esta actividad como población y no como organismo único. Entendiendo la respuesta medida por el hidrófono, con el número de masticaciones y la representación de estos individualmente en el cultivo, se puede gestionar y dosificar el alimento balanceado en raciones y frecuencias que sean aprovechadas e ingeridas, de tal manera que se incremente el consumo y se reduzcan los residuos. En el estudio de Ullman et al, 2018, se menciona que una de las formas de reducir el desperdicio del alimento es aplicando raciones que serán consumidas rápidamente por el camarón. Sin embargo, es importante recordar que este tipo de alimentadores no están calibrados en un 100% para trabajar a plenitud mediante su función acústica; aún deben ser ajustados a la dosis de alimentación y al horario de mayor actividad alimentaria dentro de los estanques al aire libre para su trabajo autónomo, siempre que suplan la demanda de alimento no solo poblacional, si no también individual; es por ello que, aunque ya se emplean en el Ecuador esta clase de tecnificaciones y se han generado buenos resultados en cuanto a FCR, velocidad de crecimiento, calidad de agua, costos de producción, entre otros; aún se monitorean las alimentaciones mediante el uso comederos testigos (Poveda M. & Espinoza, 2020). En consecuencia, se deben generar investigaciones que optimicen las dosis de alimento de estos equipos, así como maximizar el rendimiento de estos.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar la dosificación óptima de balanceado mediante ensayos con hidrófonos para mejorar el consumo individual de alimento en la producción de camarón (*L. vannamei*).

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la frecuencia de alimentación que muestra la mayor actividad de consumo.
- Medir el consumo de alimento promedio poblacional en camarones.
- Traducir el sonido de los clics emitidos en la ingesta de alimento para obtener una unidad de consumo de alimento.

## 1.4 Marco teórico

### 1.4.1 Alimentación

La producción de camarón blanco *L. vannamei*, es distinguida por ser la principal especie de crustáceos producida a nivel mundial, con una producción de 4966,2 miles de toneladas en una proporción del 52,9% en el año 2018. (FAO, 2020). A lo largo de los años se han desarrollado avances importantes para mejorar su alimentación y nutrición, debido a ser uno de los factores más importantes para el correcto crecimiento, y a su vez uno de los rubros más representativos dentro de la producción de esta especie (Piedrahita, 2018).

El *L. vannamei* es una especie omnívora, se alimentan de forma herbívora con materia vegetal como el plancton, y también de forma carnívora con materia animal como pequeños crustáceos. En el desarrollo del animal son necesarios elementos vitales que favorecen su crecimiento provenientes del alimento y que luego son transformados principalmente en energía y otra porción en la obtención de biomasa (Corrales, 2015).

Para la obtención de biomasa en la producción en cautiverio de esta especie, es necesario la adición de alimentos balanceados los cuales son formulados para cumplir las necesidades nutricionales del animal, que, en conjunto con la presencia del alimento natural del ambiente, desarrollarán al cultivo hasta obtener tamaños comerciales en los cuales serán cosechados.

La alimentación del cultivo presenta alta importancia en factores de una granja de producción acuícola como los costos de producción y la producción de biomasa en el cultivo, por lo tanto, la gestión de los alimentos balanceados debe ser correctamente manejada para así obtener resultados favorables al fin del ciclo productivo.

#### **1.4.1.1 Frecuencia de alimentación**

Para una correcta alimentación es necesario mantener un buen manejo sobre el alimento, es decir, se debe gestionar correctamente el tipo, la dosis y la frecuencia del alimento balanceado para que exista un aprovechamiento del mismo en la piscina de cultivo. La falta o el exceso de alimento es conocido como:

- **Subalimentación:** Hace referencia a una dieta alimentaria insuficiente, esta puede ser en términos por falta de alimento ingerido y o por falta de nutrientes en el alimento, ocasiona principalmente la falta de crecimiento del camarón (Ordoñez, 2015).
- **Sobrealimentación:** Hace referencia a un exceso de alimento dispuesto para el organismo, esto genera una alteración en la calidad del cuerpo de agua del estanque (Ordoñez, 2015).

Un incorrecto manejo de las tasas de alimentación afecta la eficiencia del consumo del alimento, y a su vez se ve afectado el crecimiento del animal, su salud y la calidad de agua del estanque.

#### **1.4.1.2 Factores influyentes en la alimentación**

##### **1.4.1.2.1 Densidad**

La densidad de siembra hace referencia a la cantidad de animales por unidad de área dispuestos en un terreno, es así como dentro de la camaronicultura existen tres tipos de cultivo según su densidad: Semi-intensivos, Intensivos e Hiper-intensivos. La selección de uno de estos métodos y el manejo de cada uno de ellos genera un impacto en la alimentación de los organismos cultivados, puesto que una alta densidad poblacional puede influir en el incremento de estrés de los animales debido al hacinamiento, el cual a su vez puede generar lesiones entre los animales (Yang, 2017).

##### **1.4.1.2.2 Calidad de agua**

Dependiendo de la especie a cultivar, habrá variaciones en las características del cuerpo de agua, sin embargo, para todas las especies se deben mantener condiciones adecuadas de las variables ambientales que brinden una correcta calidad de agua. Boyd (pg. 147, 2017) afirma: "Cualquier propiedad física, química o biológica que afecte el uso del agua para cualquier propósito es una variable de calidad del agua". Por lo tanto, es importante conocer la influencia de las propiedades

del agua y el efecto que estas mantienen sobre la producción y alimentación de *L. vannamei*:

○ Factores Físicos

- Temperatura, este factor influye directamente en el metabolismo de los camarones, puesto que al ser estos animales poiquilotermos, su temperatura corporal depende de la temperatura del ambiente. Las variaciones de temperatura ocasionan una reducción en el consumo del alimento de aproximadamente el 10% por cada grado Celsius que disminuye en el cuerpo de agua (Buike, 2018).
- Salinidad, este factor ocasiona una inhibición en la alimentación del camarón, puesto que ante cambios bruscos de alta o baja salinidad, los organismos necesitan utilizar la mayor parte de su energía para equilibrar su medio interno con el del ambiente en que se encuentran, de esta manera se disminuye la actividad metabólica y por consiguiente la actividad alimentaria (Buike, 2018).
- pH, este factor influye en el transporte iónico intra y extracelular, en donde ante un medio ácido, el tejido branquial aumenta la cantidad de mucus superficial, interfiriendo el intercambio iónico realizado por las branquias y ocasionando un estrés respiratorio, lo cual genera una reducción en el consumo de alimento balanceado en el cultivo (Buike, 2018).
- Oxígeno disuelto, este factor hace referencia a la concentración de oxígeno disponible en el cuerpo de agua para ser consumido por el cultivo. *L. vannamei* es una especie susceptible a las variaciones de concentración de oxígeno, y los bajos niveles de OD ocasionan la reducción de sulfatos a sulfitos, esto conlleva a la producción de sulfuro de hidrógeno tóxico, ocasionando estrés sobre ellos y desórdenes alimenticios que generan un crecimiento lento y susceptibilidad a las enfermedades (Buike, 2018).

○ Factores Químicos

El comportamiento alimentario del camarón está estrechamente relacionado con los factores ambientales. Los animales presentan sensibilidad ante muchas sustancias que se encuentran en el ambiente acuático (Boyd C. , 2017), y los factores químicos al ser visiblemente imperceptibles, representan una amenaza para el cultivo si no son monitoreados, por lo tanto es importante conocer las sustancias químicas presentes en el cuerpo de agua y su efecto sobre el cultivo,

para así por medio de técnicas de manejo, mantener una adecuada calidad de agua. En la tabla 1.1, se presentan los factores químicos y el efecto que tienen sobre el cultivo de *L. vannamei*:

**Tabla 1.1 Factores Químicos que influyen en la Alimentación de *L. vannamei* (Armijos & Villafuerte, Factores influyentes en la alimentación, 2020)**

Factores Químicos	
Factor	Efecto
<b>Nitrito</b>	Es un metabolito tóxico para los camarones. Al ser absorbidos en los intestinos se unen a la hemoglobina reduciendo su capacidad de transportar el oxígeno. (Mayer, 2020)
<b>Nitrato</b>	Una exposición prolongada a altos niveles de nitrato provoca efectos negativos en la osmoregulación y transporte de oxígeno (Rivera, 2017).
<b>Amonio</b>	El incremento del amonio aumenta el consumo de oxígeno por los tejidos, genera daño en las branquias y reduce la capacidad de la sangre de transportar oxígeno (Boyd C. E., 2015).
<b>Fósforo</b>	El exceso de este nutriente genera la eutrofización del cuerpo de agua, ya que las algas aprovechan la presencia del fósforo y se lleva a cabo un bloom de algas, esto afecta en el consumo de OD en el cuerpo de agua (Solorzano, 2017).

○ **Factores Biológicos**

La calidad de agua es una parte integral importante en cualquier sistema acuícola, ya que desempeña un papel de gran importancia sobre la salud del cultivo, cualquier deterioro en la calidad del agua del estanque puede ocasionar estrés que va a repercutir en la salud del animal (Devi, 2017).

Los factores de la calidad de agua mantienen una interacción e influyen entre sí, donde la actividad biológica del ambiente genera efectos relevantes en el cultivo los cuales son importantes conocer:

- Fitoplancton, este es uno de los factores más importantes en cuestión del mantenimiento de la calidad del cuerpo de agua, ya que dependiendo de las altas o bajas concentraciones del plancton, se verán afectados los nutrientes del agua, , la cantidad de luz que ingresa al estanque, la concentración de OD, causando así estrés sobre el cultivo y por consiguiente la reducción de apetito en el cultivo (Carchipulla & M., 2018).

#### 1.4.2 Sistema de alimentación automática

La alimentación es el principal causante de desperdicios en un sistema de cultivo, esto contribuye al deterioro de la calidad de agua del estanque, y a su vez la mala

disposición del alimento el no ser aprovechado por el animal, incrementa los costos de producción, por lo tanto, a partir de una aplicación adecuada se pueden obtener ahorros significativos en los costos de alimentación del cultivo. Una de las maneras en que se puede reducir la cantidad de desperdicio es el dosificar alimento balanceado que se consumirá de forma rápida por los camarones. Ullman et al. (2018) cita la afirmación de Fox et al. (2001) quién afirma que la el alimento debe aplicarse con frecuencia y solo en cantidades que se consumiran rápidamente, para mejorar el crecimiento y reducir el desperdicio.

Ante la necesidad de mejorar los métodos de alimentación y en la búsqueda de un mejor gestionamiento del alimento balanceado, se han desarrollado tecnologías como las de los alimentadores automáticos. Estos equipos se encargan de distribuir efectivamente el alimento balanceado en los estanques en diferentes intervalos de tiempo, aumentando el número de dosis diarias en el cultivo permitiendo ofrecer al camarón un alimento fresco, con raciones que le permitirán alimentarse rápidamente, disminuyendo así el alimento sobrante y por consiguiente la lixiviación del mismo que genera una mala calidad del cuerpo de agua.

Otro de los beneficios de estos equipos se evidencia en la reducción de mano de obra y por consiguiente los costos de producción, ya que mediante el uso de métodos tradicionales en donde un colaborador debe ejercer el papel de alimentador, realizando lances de alimento y revisando bandejas testigo, el alimentador automático es programado para ofrecer el alimento en función al número de dosis diarias según el porcentaje de biomasa a alimentar, reduciendo el costo de mano de obra.

La gestión del alimento balanceado presenta evidentes mejorías al implementar sistemas de alimentación automática, dejando atrás los métodos tradicionales de alimentación. La alimentación automática está programada para racionar el alimento balanceado en distintas dosis durante el día, para así ofrecer porciones frescas que serán consumidas en un corto tiempo. Sin embargo, la programación de estos equipos y su funcionalidad incrementan su efectividad implementando herramientas que permitan conocer la actividad del cultivo y su respuesta ante las raciones proporcionadas por el alimentador.

#### **1.4.2.1 Alimentación automática sónica**

“El manejo exitoso de alimentos comerciales para camarón requiere entender el ambiente acuático” (Jory, 2017).

Es así como se han implementado herramientas que ayuden a retroalimentar el funcionamiento de los alimentadores automáticos, uno de estos por ejemplo es el uso de los hidrófonos, los cuales son transductores de sonido que permiten transformar las ondas sonoras producidas dentro de un cuerpo de agua en señales acústicas.

El hidrófono es utilizado juntamente con los alimentadores automáticos como herramienta de frecuencia de alimentación, ya que a partir de las ondas sonoras producidas por las masticaciones de los camarones presentes en el cultivo mientras se alimentan, el hidrófono capta dichas ondas y permite determinar la presencia y actividad alimentaria del cultivo para de esta manera programar la frecuencia y dosis de alimentación siendo así más efectiva (Ching, 2020).

Estos sistemas de alimentación sónicos pueden ser complementados con el uso de sensores de temperatura y oxígeno, los cuales se encuentran midiendo constantemente las concentraciones de ambos parámetros durante todo el día, permitiendo a los acuicultores observar en tiempo real la demanda de alimento en función de los cambios de estos parámetros que afectan en la calidad de agua del ambiente acuático (Davis et al, 2018).

Las mejoras que se generan a partir del uso de los alimentadores automáticos sónicos son notables en importantes factores de producción, como lo son: El crecimiento y la conversión alimenticia. Esto se puede evidenciar en los ensayos realizados por la Universidad de Kasetsart en Tailandia, en donde compararon métodos de alimentación tradicionales con alimentación con detección del sonido y obtuvieron una mejora del 16% en la tasa de conversión de alimento y un 33% en el crecimiento diario promedio, en comparación con el sistema de alimentación manual (Ching, 2020). Si bien es cierto, los resultados obtenidos con el uso de estos equipos son variables dependiendo de la geografía, características del cultivo, entre otros aspectos, sin embargo, en Ecuador ya existen reportes de los resultados positivos y del impacto sobre el cultivo generado con el uso de los alimentadores sónicos.

La empresa ecuatoriana AQUAMAR S.A reportó un mejoramiento en un 17% en la conversión alimenticia y en un 12% en la totalidad de toneladas por hectárea producidas en los estanques en los que se utilizaron los alimentadores sónicos en comparación con el resto del campo camaronero en donde no se utilizó dicha tecnificación (Ortiz, 2017).

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Descripción del lugar

El estudio observacional se realizó en una camaronera denominada A (por motivos de privacidad el cliente solicita omitir su nombre) con aproximadamente 1300 hectáreas de cultivo. La granja está ubicada la zona de Durán, provincia de Guayas, con coordenadas 2°17'01"S; 79°48'53"SO.

### 2.2 Transferencia y aclimatación

Los animales utilizados en el estudio provienen de las piscinas de la granja y fueron transportados provistos de aireación y con monitoreo de los parámetros de calidad de agua. El proceso de transferencia se realizó según lo indicado por el Departamento de Pesca de la FAO, 2004 y modificado por (Villafuerte G. & Armijos H., 2020).

Los animales fueron aclimatados por 5 días siguiendo el protocolo de (Granvil D., 2015) y modificado por (Villafuerte G. & Armijos H., 2020). Brevemente, el proceso de transferencia se inició con el equilibrio de la temperatura, traspasando un volumen de 1 l de agua de los tanques a los contenedores de transporte. La temperatura del agua fue monitoreada cada 20 minutos hasta que esta fue similar a la temperatura de las unidades de experimentación. Finalmente, se procedió a colocar los organismos dentro de los tanques sumergiendo los contenedores en el agua y permitiendo que los animales salgan solos. Luego de 4 h los animales fueron alimentados con  $\frac{1}{4}$  del porcentaje de biomasa calculada, hasta que se pudo observar un aumento de consumo en los comederos testigos para aumentar la dosis de alimento a un 50% del porcentaje de biomasa calculada.

### 2.3 Unidades observacionales

El estudio observacional se realizó en 3 tanques de 2184 l ( $n=3$ ) con 20 animales de  $10.8 \pm 1.8$  g en cada tanque por un período de 7 días. Los tanques fueron previamente desinfectados con PROTACID OX en proporción 1:1 y posteriormente llenados con agua de los sistemas del recirculador. Los tanques fueron colocados a la intemperie, asegurando de esta manera que se simulen las condiciones ambientales de las

piscinas de producción y provistos por 9 bombas sumergibles distribuidas entre los tanques.

## **2.4 Descripción del control del sistema**

Paralelo al estudio observacional se empleó un acuario de 35 l en el que se colocaron 2 animales de  $9,6 \pm 0,7$  g aproximadamente, por un periodo de 7 días; como función principal este sistema represento el encerado y control de los tanques durante la aclimatación y durante la etapa de toma de datos; su desinfección y llenado se realizó con el mismo proceso descrito para los tanques, de la misma forma se colocó a la intemperie y su aireación estuvo provista por una bomba de oxígeno con piedra difusora.

## **2.5 Sistemas de alimentación sónico**

Cada tanque estará compuesto de 1 controlador, 1 sensor ambiental (para la medición de oxígeno disuelto y temperatura) y 1 sensor de sonido, "hidrófono" (empleado para el registro acústico durante la actividad alimentaria). Los parámetros de oxígeno y temperatura fueron monitoreados mediante el software del sistema, entre los lapsos de trabajo de 11 AM – 17 PM.

El registro acústico de la alimentación durante el ensayo se realizó cada hora entre el lapso de trabajo antes descrito, esto consistió en el conteo de todos los picos o masticaciones que registro el hidrófono durante la alimentación (representados gráficamente por el sistema); dichas masticaciones se confirmaron mediante las grabaciones de audio provistas por el software.

### **2.5.1 Control de calidad del hidrófono**

Finalmente, para la confirmación de la frecuencia acústica de los hidrófonos se realizó una prueba de calidad, empleando una grabación de audio que se reprodujo por un minuto desde una terminal telefónica, de esta manera se confirmó que los tres hidrófonos tuvieran una misma frecuencia de audio (traducida en ruido dentro del sistema) y que los filtros auditivos programados en el hidrófono fueran los mismos; es decir que el ruido generado no se confundiera con respuesta de alimentación.

## **2.6 Sistema audio-visual**

Para la obtención de imágenes de la actividad alimentaria de los camarones se instaló una cámara sumergible dentro del acuario de 35 l que permitió observar el

proceso y el comportamiento de los animales durante la alimentación. De la misma manera se colocó un hidrófono a fin de registrar las masticaciones realizadas por el organismo dentro del acuario.

## **2.7 Mantenimiento del sistema**

Para el mantenimiento de los tanques experimentales se realizó la limpieza de las paredes de los mismos, una pesca de fondo con el fin de retirar animales que hubieren muerto durante la aclimatación o el ensayo, seguido de recambios de agua diario del 20% del volumen total, asimismo, las sondas y las bombas de oxígeno se limpiaron diariamente con un paño seco para quitar todo residuo de algas o suciedad que se pudiese encontrar adherido en los mismos.

En el caso del acuario se realizó la limpieza de fondo a primera hora de la mañana y adicional a esto se realizaron recambios diarios del 20% para mantener la calidad del agua del sistema, la cámara sumergible se extrajo del sistema y se limpió por completo para asegurar la calidad de imagen durante cada ensayo.

## **2.8 Parámetros de calidad de agua de las unidades observacionales**

### **2.8.1 Parámetros Físicos**

Los parámetros de calidad de agua como: temperatura y OD; se tomaron cada 30 minutos como lo recomienda (Granvil D., 2015) durante la aclimatación; sin embargo, durante las pruebas de alimentación, estos parámetros se tomaron al inicio de cada dosificación de alimento y al finalizar el lapso establecido para la revisión de los sobrantes en platos (cada 3 horas); todos estos datos se registraron para su análisis al finalizar el ensayo.

### **2.8.2 Parámetros Químicos**

Se realizaron análisis químicos del agua para amonio, amoniaco, nitritos, nitratos, pH, fosforo y fosfatos medidos en mg/l, empleando un medidor multiparámetros, los reactivos de cada prueba química se emplearon según las indicaciones del fabricante; dichas mediciones fueron tomadas antes y después de la aclimatación; asimismo antes, durante y después del ensayo en tanques.

### **2.8.3 Parámetros Microbiológicos**

Se realizaron análisis microbiológicos del agua mediante siembra por superficie en Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa (TCBS) en concentración  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$ ; y Tripteína

Soya Agar (TSA), en concentración  $10^{-6}$  y  $10^{-7}$ , por duplicado de cada replica; la preparación de los agares, así como la interpretación de las colonias obtenidas se dieron de acuerdo a lo recomendado por el fabricante de cada agar; todas estas mediciones se realizaron al inicio y al final durante la aclimatación; asimismo al inicio, durante y al final de los ensayos de alimentación. Con esto, se tuvo un control bacteriológico de cada una de las unidades observacionales para analizar si el alimento brindado generó el crecimiento de bacterias.

## 2.9 Pruebas de alimentación

Los ensayos iniciaron con el cálculo de la dosis necesaria para los animales a partir de su tasa de alimentación respecto al peso medio; como se muestra en la tabla (2.1).

**Tabla 2.1 Ración alimenticia del peso vivo del camarón en estanques de engorde a una densidad de 6,5-9,0 juveniles/m<sup>2</sup>. Fuente tomada de (Fox, Granvil D., & Sanchez, 2015)**

Peso Medio del Camarón (g)	Tasa de alimentación (% peso vivo por día)
9,0	2,66%

La dosis de alimentación del día calculada fue dividida en 2 raciones y entregada durante un lapso de 11AM-2PM (primera medición de sobrante en plato) y de 2PM-5PM (última medición de sobrante en plato). En cada ración brindada a los organismos se realizó el pesaje del alimento en seco al inicio y posteriormente distribuido en 1 plato testigo dentro de cada tanque, pasadas 3 h de alimentación se realizó el levantamiento de los platos para la revisión de sobrantes de balanceado; que, de encontrarse, se pesó en húmedo y se calculó el consumo.

## 2.10 Medición de parámetros productivos

El pesaje y la distribución de animales se realizó el día de la transferencia, con el fin de obtener la biomasa inicial. Asimismo, al culminar la aclimatación se realizó un muestreo para obtener la biomasa final que se tomó como inicial del ensayo de alimentación, en este punto se realizó el cálculo de biomasa de cada tanque y se calculó la dosis de alimento necesaria. El peso promedio y la biomasa (se obtuvieron de la ecuación 2.1) y fueron medidas al inicio (día 1) y al final del ensayo (día 7) para el cálculo del FCR (a partir de la ecuación 2.2).

$$Biomasa = N^{\circ} \text{ de animales} * \text{Peso promedio.} \quad (2.1)$$

$$FCR = \frac{\text{Alimento entregado (gr)}}{\text{Biomasa Final} - \text{Biomasa Inicial} + \text{Biomasa Muerta} + \text{Biomasa Extraída}} \quad (2.2)$$

## 2.11 Supervivencia y mortalidad

El análisis de supervivencia se realizó mediante el registro diario de los animales muertos que se retiraron del sistema durante el mantenimiento del mismo. Todos estos animales fueron registrados en una hoja de cálculo diariamente; para al final del día 7 de ensayo tener un conteo total de animales muertos y calcular a partir de ellos el porcentaje de mortalidad de cada tanque, así como el porcentaje de supervivencia a partir de las ecuaciones (2.3) y (2.4).

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{Total de animales muertos}}{\text{Poblacion inicial}} \quad (2.3)$$

$$\% \text{ Supervivencia} = 100 - \% \text{ Mortalidad} \quad (2.4)$$

## 2.12 Análisis de datos del ensayo

La evaluación de datos se realizó a partir de los valores obtenidos en: Parámetros productivos (Biomasa, Crecimiento, FCR y Supervivencia), Parámetros físico-químicos de calidad de agua (Oxígeno disuelto (OD), Temperatura, Nitritos, Nitratos, Amonio, pH y fosforo), Parámetros Microbiológicos de calidad de agua (Número de Unidad Formadoras de Colonias), Consumo de Alimento (Alimento dado y Alimento consumido), y Respuesta Alimentaria (Número de masticaciones) a partir de este último dato se registraron los clic/pellets/animal y los clic/g/animal, estas representan la cantidad de masticaciones o “clics”, por pellet de alimento consumido, por animal, y el número de masticaciones o “clics”, por gramo de alimento consumido por animal, respectivamente.

Para el análisis univariado de los datos, se realizaron las pruebas de Ryan Joiner y Levene para comprobar los criterios de normalidad y homocedasticidad de los datos. Las variables que no cumplieron con esta característica se transformaron a partir de la función  $\text{Log}_{10}$  y  $X^4$ . Cumpliéndose con los criterios antes descritos, se procedió a realizar el análisis de ANOVA de una vía para determinar diferencias significativas, a un nivel de confianza de 95% y una probabilidad de  $\alpha=0.05$ . Para aquellos factores que mostraron significancia se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

Para evaluar la relación entre una variable predictora (eje X) y una variable de respuesta (eje Y), se realizó un análisis de regresión siguiendo un modelo lineal

utilizando el coeficiente de determinación  $R^2$ , para determinar si existe una correlación entre las variables Oxígeno Disuelto, Temperatura, Amonio y Unidades Formadoras de Colonias, con las variables de Respuesta Alimentaria (Número de Masticaciones, Clic/g/animal y Clic/pellet/animal).

Todos los análisis se realizaron con la ayuda del programa estadístico Minitab versión 18.1 (Minitab, Inc).

# CAPÍTULO 3

## 3. Resultados y análisis

### 3.1 Parámetros productivos

Entre los resultados productivos obtenidos tenemos:

#### 3.1.1 Biomasa

Fue calculada durante los 7 días de ensayo de alimentación; obteniendo una biomasa promedio de  $185,05 \pm 12,9$  g; las variaciones en la biomasa total respecto a las réplicas a lo largo del estudio (figura 3.1A) demostraron ser significativas ( $p < 0,05$ ). La biomasa entre tanques mostró que el valor más bajo registrado fue en el T2, con  $171,96 \pm 12,4$  g, siendo este el más significativo comparado con T1 con  $187,3 \pm 6,9$  g y T3 con  $195,9 \pm 3,7$  g. La biomasa total respecto a los días por su parte no represento diferencia significativa ( $p > 0,05$ ; tabla 3.1).

**Tabla 3.1 Biomasa promedio calculada por día de ensayo de alimentación. (Armijos H. & Villafuerte G., 2021). Donde, las medias que no comparten una letra son**

**significativamente diferentes**

Tiempo (días)	Biomasa (g)
Día 1	$190,8 \pm 6,4^a$
Día 2	$193,6 \pm 6,4^a$
Día 3	$189,2 \pm 10,6^a$
Día 4	$184,3 \pm 14,6^a$
Día 5	$182,9 \pm 13,7^a$
Día 6	$181,2 \pm 14,7^a$
Día 7	$183,6 \pm 14,8^a$
Día 8 (Cosecha)	$174,8 \pm 22,9^a$

#### 3.1.2 Crecimiento

Durante los 7 días de ensayo se registró un crecimiento promedio de  $0,2 \pm 0,1$  g/día, con un peso promedio final de  $11,4 \pm 3,4$  g. La evaluación sobre los pesos promedios respecto a los días no registro diferencias significativas ( $p > 0,05$ ; tabla 3.2); estudios realizados con alimentación sónica reportan intervalos de crecimiento de  $0,24-0,25$  g/día (Molina, 2017; Ching C. , 2020) lo que indica que el resultado g/día obtenido durante el ensayo da un valor adecuado de crecimiento.

Por otro lado, el peso promedio total respecto a las réplicas mostró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ; figura 3.1B) con la mayor significancia en T1 con  $12,1 \pm 0,8$  g en comparación a T2 con  $11,2 \pm 0,2$  g y T3 con  $10,8 \pm 0,3$  g.

**Tabla 3.2 Peso promedio calculado por día de ensayo. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).**

Tiempo (días)	Peso promedio (g)
Día 1	$10,8 \pm 0,3^a$
Día 2	$10,9 \pm 0,4^a$
Día 3	$11,1 \pm 0,5^a$
Día 4	$11,3 \pm 0,6^a$
Día 5	$11,5 \pm 0,7^a$
Día 6	$11,6 \pm 0,9^a$
Día 7	$11,8 \pm 1,0^a$
Día 8 (Cosecha)	$11,9 \pm 1,1^a$

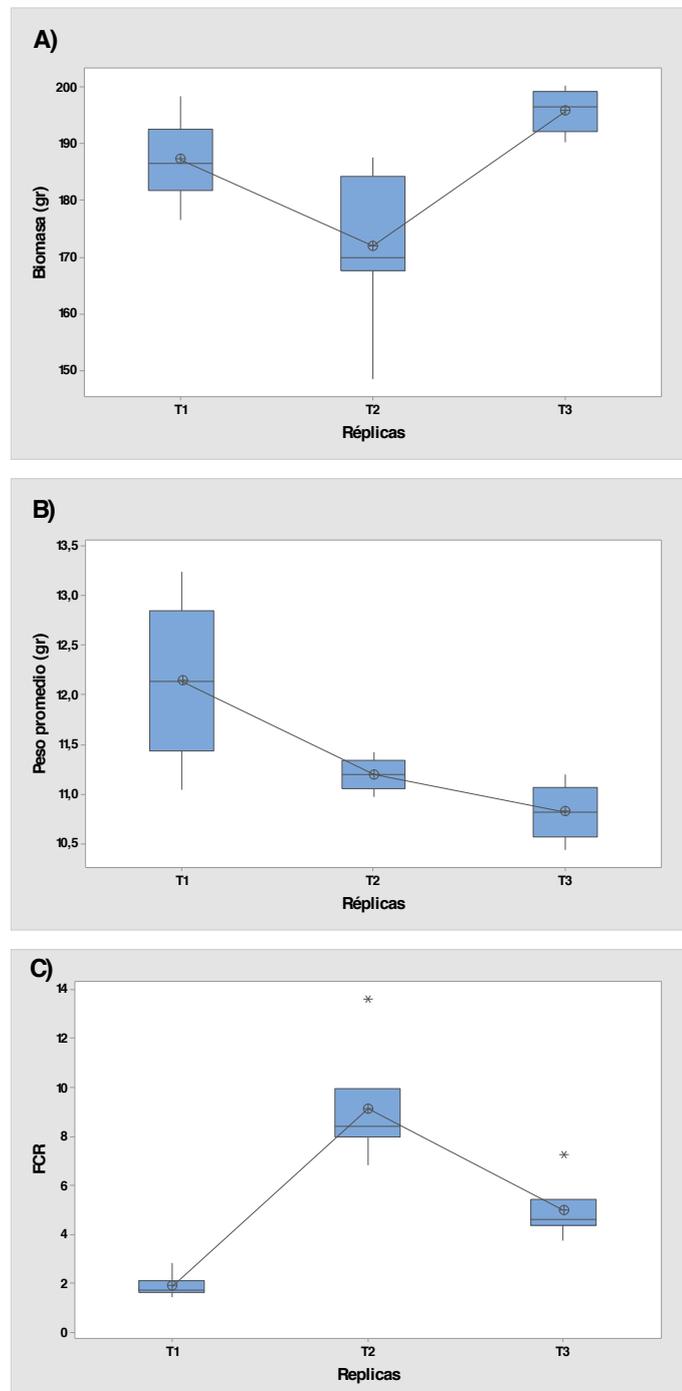
### 3.1.3 Factor de conversión relativo

Se determinó un FCR promedio de  $5,31 \pm 3,3$ ; a lo largo del estudio se observó una tendencia a la disminución del FCR, sin embargo, esta disminución no fue significativa ( $p > 0,05$ ; tabla 3.3) en el tiempo. Adicionalmente, se pudo observar que el FCR total respecto a las réplicas (la figura 3.1C), demostró diferencias significativas entre las mediciones ( $p < 0,05$ ), donde se encontró que uno de los tanques (T1) generó un FCR promedio de  $1,8 \pm 0,5$  representando la menor significancia, que en términos productivos se traducen como mejor asimilación y conversión de alimento comparado a T2 con  $9,1 \pm 2,2$  y T3 con  $4,9 \pm 1,1$ . Según (Napaumpaiporn, 2013) y modificado por (Ching C. , 2020) los valores de FCR para alimentadores con detección sónica está en un punto óptimo de 1,3-1,6 por debajo del valor promedio obtenido en el ensayo, demostrando que esta medición no representa un valor adecuado ni una conversión de alimento eficiente.

**Tabla 3.3 Factor de conversión relativo medido por día de ensayo. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).**

Tiempo (días)	FCR
Día 1	$7,9 \pm 5,4^a$
Día 2	$5,8 \pm 3,9^a$
Día 3	$5,3 \pm 3,6^a$

Día 4	$4,9 \pm 3,4^a$
Día 5	$4,7 \pm 3,2^a$
Día 6	$4,6 \pm 3,2^a$
Día 7	$3,9 \pm 2,7^a$



**Figura 3.1** Gráfica de cajas del comportamiento de parámetros productivos calculados durante el ensayo; siendo A) Biomasa promedio calculada por día de ensayo, B) Peso promedio calculado por día de ensayo, C) Factor de conversión

relativo promedio calculado por día de ensayo. Dónde: “\*\*” representa los valores atípicos encontrados en la muestra (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).

### 3.1.4 Supervivencia

Se presentó con un porcentaje total de  $93,0 \pm 6,6$  %, el que demostró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ; figura 3.2) respecto a los días de medición, demostrando que la menor significancia se presentó con  $83,1 \pm 6,3$  % en el día 8 (cosecha) de ensayo; estudios realizados con alimentadores sónicos registran supervivencias del 74,5% (Napaumpaiporn, 2013) demostrando que el dato obtenido durante el ensayo da un valor adecuado de supervivencia. Por otro lado, el valor total de la supervivencia respecto a las réplicas, no representaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ; tabla 3.4).

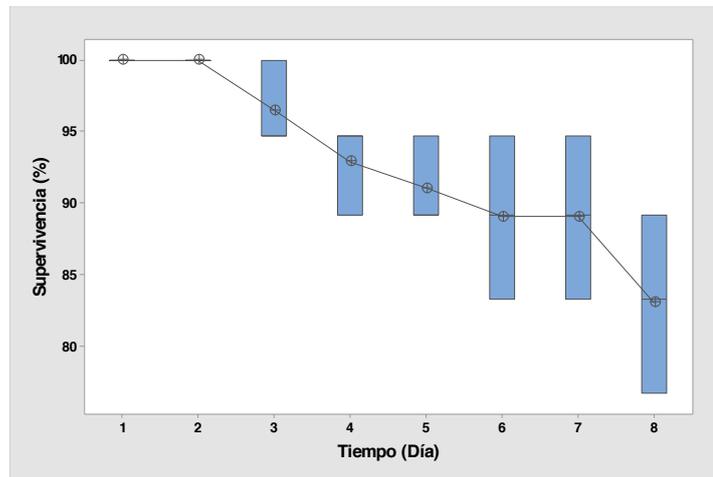


Figura 3.2 Gráfica de cajas del comportamiento de porcentaje de supervivencia promedio analizado por día de ensayo. (Armijos H. & Villafuerte G., 2021)

Tabla 3.4 Tasa de supervivencia medido por réplica. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).

Réplica	Supervivencia (%)
T1	$91,7 \pm 7,9^a$
T2	$91,0 \pm 7,5^a$
T3	$95,4 \pm 3,4^a$

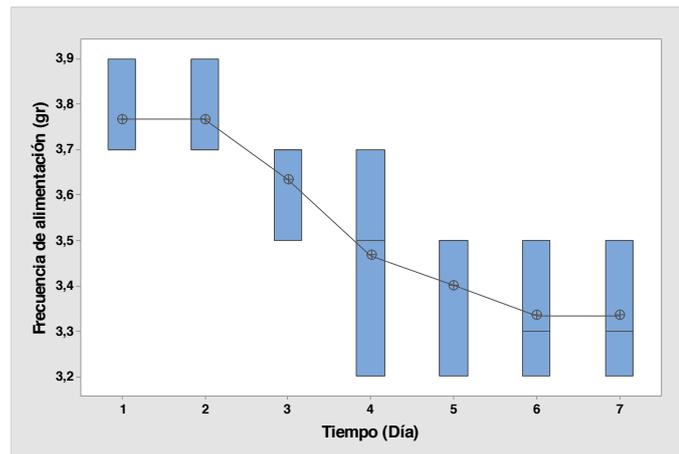
### 3.1.5 Frecuencia de Alimentación

El alimento fue provisto en dos raciones promedio de  $3,5 \pm 0,2$  g durante 7 días de ensayo en dos horarios (11:00AM y 2:00PM), el total de la frecuencia de alimentación respecto a las horas, no demostraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ; tabla 3.5).

Por otro lado, el total de las frecuencias por día, mostraron diferencia significativa ( $p < 0,05$ ; figura 3.3), donde la menor significancia se dio en el día 7 y 6 con  $3,3 \pm 0,1$  g; y la mayor en el día 1 y 2 con  $3,8 \pm 0,1$  g.

**Tabla 3.5 Frecuencia de alimentación medida en horas de alimentación. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).**

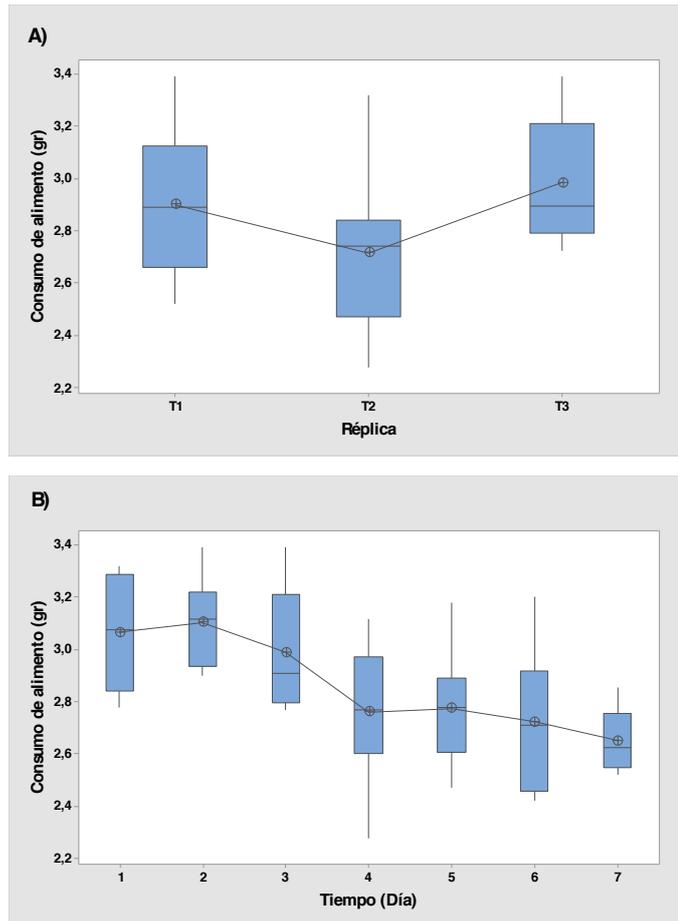
Tiempo (horas)	Frecuencia de alimentación (g)
11:00 AM	$3,5 \pm 0,2^a$
14:00 PM	$3,5 \pm 0,2^a$



**Figura 3.3 Gráfico de cajas del comportamiento de la frecuencia de alimentación medido por día (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).**

### 3.1.6 Consumo de alimento

La tasa de alimentación empleada durante el ensayo fue de un 4% de la biomasa; obteniendo al final del ensayo un consumo de  $3,2 \pm 0,1$  %. (Fox, Granvil D., & Sanchez, 2015) recomiendan un 2,66% como tasa de alimentación en animales de 9 g para obtener una buena conversión de alimento; sin embargo, ninguna de las réplicas demostró consumo del 4%. El total de consumo respecto a las réplicas mostro diferencias significativas ( $p < 0,05$ ; figura 3.4A); donde T3 generó la mayor significancia  $3,0 \pm 0,2$  g, en comparación a T2 con  $2,7 \pm 0,3$  g y T1 con  $2,9 \pm 0,2$  g. Por otro lado, el consumo total respecto a los días demostró que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ; figura 3.4B) donde, la mayor significancia se encontró en el día 2 con un consumo de  $3,1 \pm 0,2$  g. Finalmente, los consumos totales respecto a las horas de alimentación mostraron que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ; tabla 3.6) entre ellos.



**Figura 3.4** Gráfica de cajas del comportamiento de consumo de alimento medido durante el ensayo, siendo A) Consumo de alimento medido por réplica, B) Consumo de alimento medido por día de ensayo (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).

**Tabla 3.6** Consumo de alimento medido en horas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).

Tiempo (Horas)	Consumo de alimento (g)
11:00 AM	2,9±0,3 <sup>a</sup>
14:00 PM	2,8±0,2 <sup>a</sup>

### 3.2 Parámetros físicos de calidad de agua

Los parámetros físicos medidos fueron:

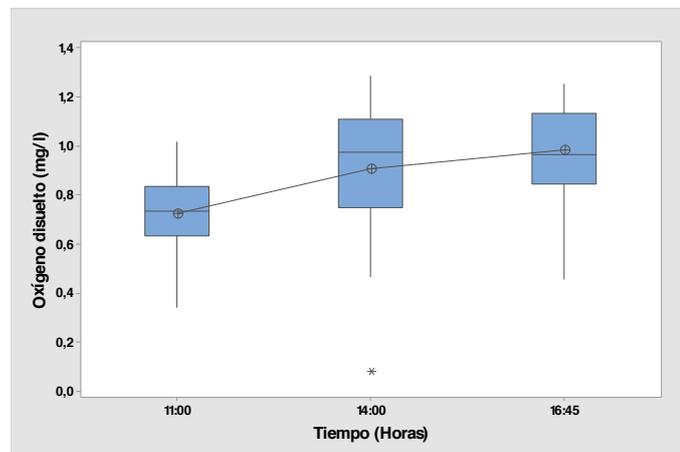
#### 3.2.1 Oxígeno disuelto

La concentración promedio de oxígeno obtenida durante el ensayo fue de  $8,6 \pm 3,6$  mg/l la cual respecto a los días de ensayo no demostró diferencias significativas ( $p > 0,05$ ; tabla 3.7); por otro lado la concentración en horas generó mediciones de  $5,7 \pm 2,1$  mg/l a las 11:00 AM;  $9,6 \pm 4,9$  mg/l a las 14:00 PM y  $10,5 \pm 4,4$  mg/l a las 16:45

PM; estas mediciones mostraron que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ , figura 3.5) entre las horas de medición del oxígeno; y se determinó que el horario de las 11:00 AM mantiene una significancia menor, en comparación con las 14:00 PM y 16:45 PM.

**Tabla 3.7 Concentración de oxígeno disuelto medido por día de ensayo. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021).**

Tiempo (Días)	Oxígeno disuelto (mg/l)
Día 1	6,0±2,4 <sup>a</sup>
Día 2	11,5±3,8 <sup>a</sup>
Día 3	4,9±1,6 <sup>a</sup>
Día 4	8,4±3,9 <sup>a</sup>
Día 5	11,0±3,6 <sup>a</sup>
Día 6	9,7±4,2 <sup>a</sup>
Día 7	8,6±3,3 <sup>a</sup>

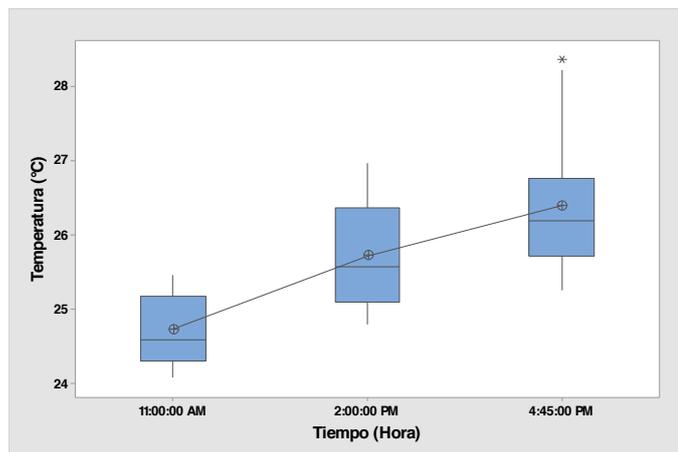


**Figura 3.5 Gráfica de cajas del comportamiento de la concentración de oxígeno disuelto medido por hora. Donde “\*” representa los valores atípicos encontrados en la muestra (Armijos & Villafuerte, 2021).**

### 3.2.2 Temperatura

Este parámetro registro un promedio durante el ensayo de  $25,6 \pm 0,6$  °C; el que demostró un  $p = 0,055$  respecto a los días de ensayo; no existe suficiente evidencia para concluir que no existe significancia. Por otro lado, el total de temperatura respecto a las horas de medición, mostro mediciones de  $24,7 \pm 0,5$  °C a las 11:00 AM;  $25,7 \pm 0,7$  °C a las 14:00 PM y  $26,4 \pm 0,9$  °C a las 16:45 PM; estas lecturas mostraron

diferencias significativas ( $p < 0,05$ ; figura 3.6); el horario de las 11:00 AM mostro una significancia menor, en comparación a las 14:00 PM y 16:45 PM.



**Figura 3.6** Gráfica de cajas del comportamiento de la temperatura promedio medido por horas. Donde “\*” representa los valores atípicos encontrados en la muestra (Armijos & Villafuerte, 2021).

### 3.3 Parámetros químicos de calidad de agua

Los resultados de parámetros químicos fueron:

#### 3.3.1 Compuestos nitrogenados

Entre los compuestos nitrogenados medidos se demostró que el  $\text{NH}_4$  no tuvo un incremento significativo respecto a los tiempos de muestreo presentando una concentración promedio de  $1,4 \pm 2,1$  mg/l ( $p > 0,05$ ; tabla 3.8).

**Tabla 3.8** Concentración de amonio medido por tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021).

Tiempo de muestreo	Amonio ( $\text{NH}_4$ ) – (mg/l)
t0	$2,1 \pm 2,5^a$
t1	$2,7 \pm 3,5^a$
t2	$0,6 \pm 0,7^a$
t3	$0,2 \pm 0,1^a$

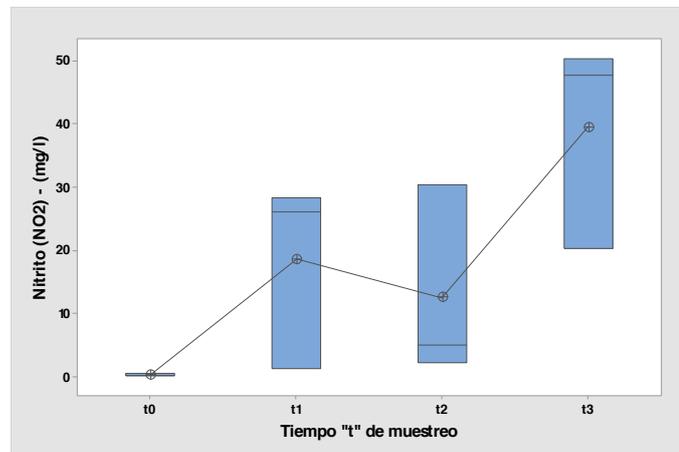
El  $\text{NH}_3$  se presentó en una concentración promedio de  $0,07 \pm 0,08$  mg/l demostrando que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ; tabla 3.9) y tiempos de muestreo.

**Tabla 3.9** Concentración de amoniaco medido por tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021).

Tiempo de muestreo	Amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) – (mg/l)
t0	$0,1 \pm 0,1^a$

t1	0,1±0,1 <sup>a</sup>
t2	0,1±0,1 <sup>a</sup>
t3	0,01±0,01 <sup>a</sup>

El NO<sub>2</sub> presentó una concentración promedio de 17,7±18,8 mg/l con un incremento significativo a lo largo del ensayo ( $p < 0,05$ ; figura 3.7), generando la significancia más baja en t0 con una concentración de 0,2±0,3 mg/l y la más alta en t3 con una concentración de 39,5±16,6 mg/l.



**Figura 3.7 Gráfica de cajas del comportamiento de la concentración de nitritos medidos durante el ensayo respecto a tiempo "t" de muestreo (Armijos & Villafuerte, 2021).**

Finalmente, el NO<sub>3</sub> se presentó en una concentración de 9,1±8,2 mg/l, la cual no demostró diferencias significativas ( $p > 0,05$ , tabla 3.10) al evaluarse tiempo de muestreo.

**Tabla 3.10 Concentración de nitratos medido por tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021).**

Tiempo de muestreo	Nitratos (NO <sub>3</sub> ) – (mg/l)
t0	0,4±0,3 <sup>a</sup>
t1	8,6±6,4 <sup>a</sup>
t2	13,7±11,9 <sup>a</sup>
t3	13,8±1,9 <sup>a</sup>

En la tabla 3.11 se pueden observar los valores óptimos de los compuestos nitrogenados que serán comparados con las mediciones de los parámetros químicos de calidad de agua obtenidos durante el ensayo; se determinó que se generaron valores inadecuados de NH<sub>4</sub>; por encima de la concentración mínima permitida (<0,1 mg/l) para este compuesto; (Martinez L., 2015) menciona que el amonio es

introducido al sistema por los animales acuáticos mediante la excreción; además se produce también por la descomposición de materia orgánica que contiene nitrógeno en su composición; por otro lado, (Rivera, 2020) explica que a medida que se aumenta la frecuencia y dosis de alimentación, el amonio total del sistema aumenta; por otro lado, (Boyd C. E., 2016) asegura que la descomposición de la materia orgánica está controlada por la temperatura (30-35°C) y el pH (7-8,5), durante este ensayo la temperatura promedio no alcanzo el rango dado por (Boyd C. E., 2016), sin embargo, el pH se presentó dentro de los valores antes mencionados (esto de detallará más adelante); durante este ensayo se determinó que el consumo de alimento represento un  $3,2 \pm 0,1$  % de la biomasa del sistema y no un 4% (tasa de alimentación empleada en la dosificación de alimento), dejando una cantidad de alimento no consumida, que era retirada cada 3 horas; es posible que este sobrante en plato haya sido movido de los comederos durante la alimentación por los organismos generándose la descomposición del alimento; que pudo traducirse en una elevación del amonio.

El  $\text{NH}_3$  por su parte se presentó en concentraciones dentro del rango mínimo permitido ( $<0,1$  mg/l) debido a los bajos valores de pH que presento el sistema; esto lo expone (McDermind, 2020) que asegura “Los niveles de amoniaco son fuertemente afectados por los cambios en el pH y la temperatura”; parámetros que se mantuvieron estables a lo largo del ensayo y dentro de los valores mínimos.

El  $\text{NO}_2$  y el  $\text{NO}_3$ , se presentaron en niveles altos por encima de su rango mínimo ( $<0,1$  mg/l y  $<10,0$  mg/l respectivamente), aun cuando se realizaron recambios diarios de 10%; estos valores pueden haberse elevado por la falta de bacterias nitrificantes como las *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*, ya que son las encargadas de oxidar estos compuestos para su paso a  $\text{N}_2$  el cual es capaz de salir del agua como gas a la atmosfera (Rodriguez & Escobar, 2015).

**Tabla 3.11 Concentraciones óptimas de compuestos nitrogenados disueltos en el agua. Fuente tomada de (Boyd C. , 2009).**

Parámetro químico	Rango óptimo (mg/L)
Amonio - $\text{NH}_4$	$< 0,1$
Amoniaco - $\text{NH}_3$	$< 0,1$
Nitrito - $\text{NO}_2$	$< 0,1$

Nitrato - NO <sub>3</sub>	< 10,00
---------------------------	---------

### 3.3.2 Fosfatos

Dentro de este grupo se analizó el fosfato (PO<sub>4</sub>) y el fósforo (P). De estos dos compuestos se obtuvo que el PO<sub>4</sub> presentó una concentración de 0,7±0,3 mg/l; el cual no demostró diferencias significativas (p>0,05; tabla 3.12). Por otro lado, el P se presentó en una concentración de 0,2±0,1 mg/l, demostrando que no existen diferencias significativas (p>0,05; tabla 3.13).

**Tabla 3.12 Concentración de fosfato medido por tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021).**

Tiempo de muestreo	Fosfatos (PO <sub>4</sub> ) – (mg/l)
t0	0,6±0,6 <sup>a</sup>
t1	0,8±0,1 <sup>a</sup>
t2	0,8±0,2 <sup>a</sup>
t3	0,7±0,1 <sup>a</sup>

**Tabla 3.13 Concentración de fósforo medido por tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021).**

Tiempo de muestreo	Fósforo (P) – (mg/l)
t0	0,2±0,2 <sup>a</sup>
t1	0,3±0,03 <sup>a</sup>
t2	0,3±0,1 <sup>a</sup>
t3	0,2±0,04 <sup>a</sup>

En la tabla 3.14 se muestran los valores óptimos para fósforo y fosfato, que serán comparados con los obtenidos durante el ensayo. El fósforo y el fosfato no se consideran como compuestos tóxicos, sin embargo, (Bolaños A., Cordero C., & Segura A., 2017) describen que los límites de fósforo o fosfato operan como nutrientes para el crecimiento de algas; las altas concentraciones pueden provocar la eutrofización de las efluentes cuando se da el crecimiento desmedido de algas; afectando la concentración de oxígeno acelerando la descomposición de la materia orgánica en la columna de agua.

**Tabla 3.14 Concentraciones óptimas de fosfatos y fósforo disueltos en el agua.**

**Fuente tomada de (Boyd C. , 2009).**

Parámetro químico	Rango óptimo (mg/l)
-------------------	---------------------

Fosfato (PO <sub>4</sub> )	0,3 – 0,5
Fosforo (P)	<0,5

### 3.3.3 pH

La medición de este parámetro fue de  $8,1 \pm 0,4$ ; el cual demostró que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ; tabla 3.15).

**Tabla 3.15 Medición de pH tomado en tiempo (t). Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021).**

Tiempo de muestreo	pH
t0	$7,8 \pm 0,5^a$
t1	$8,2 \pm 0,4^a$
t2	$8,3 \pm 0,1^a$
t3	$8,1 \pm 0,1^a$

En la tabla 3.16 se muestran los valores óptimos del pH, que comparado con el obtenido durante el ensayo  $8,1 \pm 0,4$  demuestra estar dentro del rango óptimo. Según (Kubitza, 2017) el pH define la toxicidad del amonio en las efluentes y puede presentarse dentro de los estanques por la descomposición de las microalgas, el alimento no consumido, heces, entre otros. Durante el ensayo este parámetro se mantuvo dentro del rango óptimo en las mediciones pH que se tomaron.

**Tabla 3.16 Concentración óptima de pH presente en el agua. Fuente tomada de (Boyd C. , 2009)**

Parámetro químico	Rango óptimo (mg/l)
pH	7,5 – 8,5

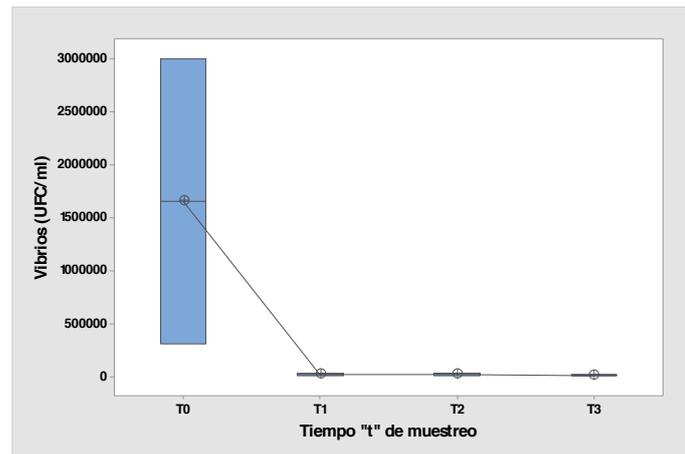
### 3.4 Parámetros microbiológicos

Se determinó la presencia de bacterias totales y tipo vibrios por siembra en agar TSA y TCBS respectivamente. Obteniendo una concentración de bacterias totales de  $70 \pm 77 \times 10^8$  UFC/ml y una concentración de bacterias tipo vibrios de  $42 \pm 99 \times 10^4$  UFC/ml.

Demostrando que las bacterias totales no presentan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ; tabla 3,17). Por otro lado, las bacterias tipo vibrios demostraron que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ; figura 3.8) donde, t0 generó la mayor significancia con una concentración de  $16 \pm 14 \times 10^5$  UFC/ml, y la menor en t3 con  $58 \pm 44 \times 10^2$  UFC/ml.

**Tabla 3.17 Concentración de bacterias totales medidas en tiempo (t) de muestreo. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos & Villafuerte, 2021).**

Tiempo de muestreo	Bacterias totales UFC/ml
t0	$11 \pm 11 \times 10^9$ a
t1	$47 \pm 48 \times 10^8$ a
t2	$83 \pm 83 \times 10^8$ a
t3	$33 \pm 32 \times 10^8$ a



**Figura 3.8 Gráfico de cajas del comportamiento de la concentración de bacterias de tipo vibrio medidos durante el ensayo en tiempo “t” de muestreo (Armijos & Villafuerte, 2021).**

Estudios realizados probaron la concentración de UFC/ml en macerados de camarón cultivados a diferentes salinidades, encontrando que existe una relación entre las variaciones de salinidad y la proliferación de *Vibrios spp* (Ching, V.J., & Salinas, 2014). Sin embargo, otros estudios también mencionan que la salinidad no es el único factor que está relacionado al crecimiento de vibrios en los cultivos, ya que la productividad primaria y la clorofila-A tienen una correlación con la abundancia de *Vibrios spp.* en el agua (Hernandez G., 2016); resultados que concuerdan con lo estudiado por (Eiler, Gonzales-Rey, Allen, & Bertilsson, 2007) quienes mencionan que en efecto el fitoplancton produce materia orgánica que a su vez funciona como regulador del crecimiento de este tipo de bacterias. Por otro lado, (Salcido, 2012) menciona que tanto bacterias totales como colonias verdes y amarillas, dependen de una serie de factores para su crecimiento dentro del sistema como pH, temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, durante este estudio estos parámetros se mantuvieron dentro de los rangos mínimos y no presentaron fluctuaciones

permanentes dentro del sistema, lo que podría explicar la disminución en la concentración de bacterias totales y de tipo vibrio entre t0 y t3 (último día de ensayo); ya que el realizar recambios de agua diarios los parámetros químicos se mantuvieron dentro del rango evitando la proliferación de bacterias.

### 3.5 Actividad alimentaria

Los parámetros de medición fueron:

#### 3.5.1 Respuesta alimentaria o masticaciones

La respuesta alimentaria fue medida a partir del número de masticaciones realizados por los animales al momento de la ingesta de alimento, obteniéndose un promedio final de 733,19±940,25 masticaciones. Demostrándose que no existen diferencias significativas ( $p>0,05$ ; tabla 3.18) respecto a los días de ensayo. Respecto a las horas de medición se obtuvo una media de masticaciones por hora de 11:00AM - 387,14±532,78 y 14:00PM - 346,04±513,39 las que no fueron significativas ( $p>0,05$ ; tabla 3.19). Respecto a las réplicas, en donde se obtuvo una respuesta alimentaria en masticaciones de T1 - 69,09±54,70, T2 - 75,21±104,85 y T3 - 227,28±301,81; sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas ( $p>0,05$ ; tabla 3.20).

**Tabla 3.18 Respuesta alimentaria obtenida en número de masticaciones medida en días de ensayo. Dónde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

Tiempo (días)	Número de Masticaciones
Día 1	349,66±246,69 <sup>a</sup>
Día 2	618,33±100,40 <sup>a</sup>
Día 3	614,66±162,25 <sup>a</sup>
Día 4	511,66±327,88 <sup>a</sup>
Día 5	405,0±339,26 <sup>a</sup>
Día 6	798,33±340,50 <sup>a</sup>
Día 7	1834,67±2728,33 <sup>a</sup>

**Tabla 3.19 Respuesta alimentaria obtenida en número de masticaciones medida en horas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

Tiempo (Horas)	Número de Masticaciones
11:00 AM	387,14±532,78 <sup>a</sup>
14:00 PM	346,04±513,39 <sup>a</sup>

**Tabla 3.20 Respuesta alimentaria obtenida en número de masticaciones medida por réplicas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

Réplicas	Número de Masticaciones
T1	384,57±107,8 <sup>a</sup>
T2	451,28±365,6 <sup>a</sup>
T3	1363,71±1599,13 <sup>a</sup>

### 3.5.2 Unidades de respuesta alimentaria (clics/g/animal y clics/pellet/animal)

Se relacionó el consumo de alimento, animales y número de masticaciones que permitieran generar una unidad de respuesta alimentaria, obteniendo los clics/g/animal y los clics/pellet/animal, ambas funcionan como una traducción de los clics emitidos durante la ingesta de alimento.

La primera unidad de respuesta relacionó las masticaciones con el alimento consumido se presentó en un promedio de 9,3±14,8 clics/g/animal, la cual no demostró diferencia significativa ( $p>0,05$ ; tabla 3.21) a lo largo del tiempo de ensayo. De la misma forma, la respuesta medida en horas, no presento diferencias significativas ( $p>0,05$ ; tabla 3.22). Finalmente, la respuesta medida respecto a las réplicas, generaron diferencias significativas ( $p<0,05$ ; tabla 3.20) con la mayor significancia en T3 y la menor en T2.

**Tabla 3.21 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/g/animal) medida en días de ensayo. Dónde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

Tiempo (días)	Unidad de respuesta (clics/g/animal)
Día 1	3,8±2,7 <sup>a</sup>
Día 2	6,9±3,2 <sup>a</sup>
Día 3	7,0±2,8 <sup>a</sup>
Día 4	6,6±3,7 <sup>a</sup>
Día 5	4,8±3,3 <sup>a</sup>
Día 6	10,7±11,0 <sup>a</sup>
Día 7	25,3±35,2 <sup>a</sup>

**Tabla 3.22 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/g/animal) medida en horas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

Tiempo (Horas)	Unidad de respuesta (clics/g/animal)
11:00 AM	10,6±18,0 <sup>a</sup>

14:00 PM	8,0±11,1 <sup>a</sup>
----------	-----------------------

**Tabla 3.23 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/g/animal) medida por réplicas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

Réplicas	Unidad de respuesta (clics/g/animal)
T1	5,1±1,8 <sup>b</sup>
T2	5,5±7,3 <sup>b</sup>
T3	17,4±23,0 <sup>a</sup>

La segunda unidad de respuesta, relacionó las masticaciones con el número de pellets presentes en 1 g de balanceado, la cual tuvo un promedio de 0,08±0,13 clics/pellet/animal; igual que el caso anterior, no se registraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ; tabla 3.24). Por otro lado, se demostró que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ; tabla 3.25).

Finalmente, la respuesta medida respecto a las réplicas demostró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ; tabla 3.26); con la significancia más alta en T3 y la más baja en T1.

**Tabla 3.24 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/pellet/animal) medida en días de ensayo. Dónde las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

Tiempo (días)	Unidad de respuesta (clics/g/animal)
Día 1	0,04±0,03 <sup>a</sup>
Día 2	0,1±0,03 <sup>a</sup>
Día 3	0,1±0,03 <sup>a</sup>
Día 4	0,1±0,03 <sup>a</sup>
Día 5	0,04±0,03 <sup>a</sup>
Día 6	0,1±0,1 <sup>a</sup>
Día 7	0,2±0,3 <sup>a</sup>

**Tabla 3.25 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/pellet/animal) medida en horas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

Tiempo (Horas)	Unidad de respuesta (clics/pellet/animal)
11:00 AM	0,1±0,2 <sup>a</sup>
14:00 PM	0,1±0,1 <sup>a</sup>

**Tabla 3.26 Respuesta alimentaria obtenida en unidad de respuesta (clics/pellet/animal) medida por réplicas. Dónde, las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

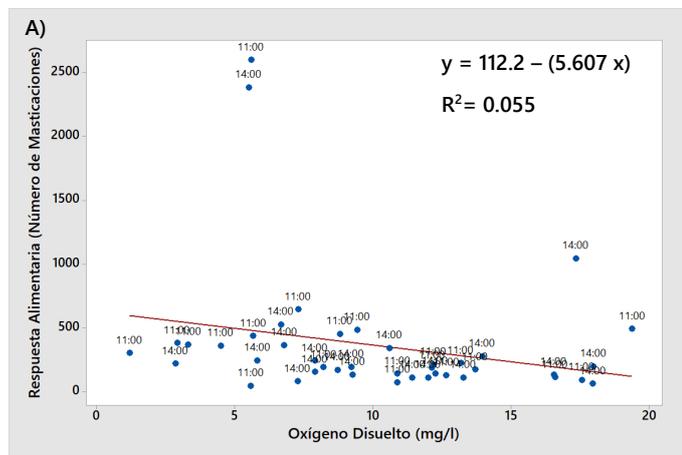
Réplicas	Unidad de respuesta (clics/pellet/animal)
T1	0,05±0,02 <sup>b</sup>
T2	0,05±0,07 <sup>b</sup>
T3	0,2±0,2 <sup>a</sup>

### 3.6 Análisis de Correlación

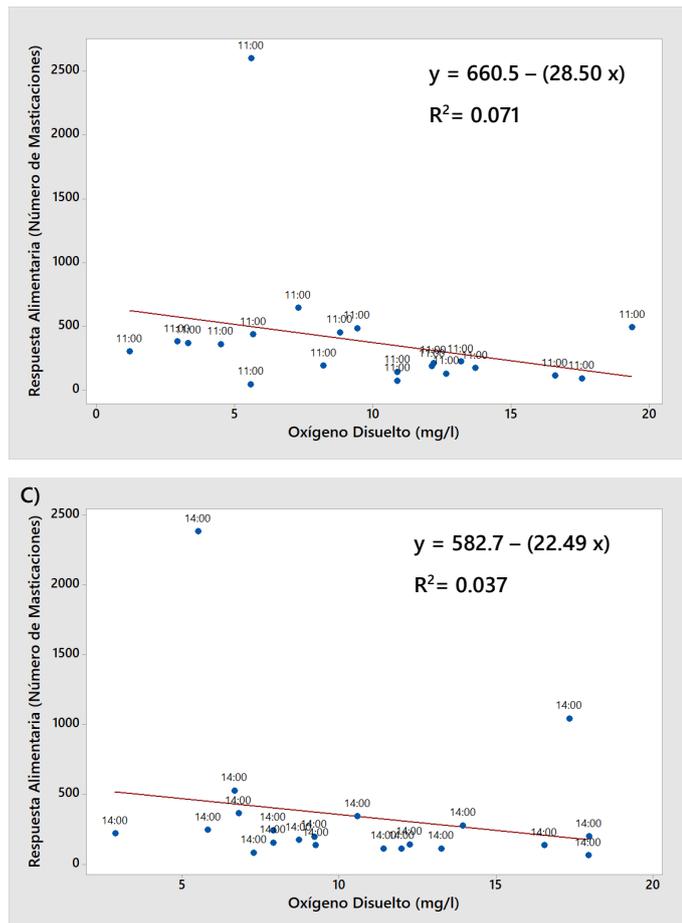
#### 3.6.1 Número de masticaciones

##### 3.6.1.1 Número de masticaciones vs Oxígeno Disuelto

El análisis de regresión determinó que la respuesta alimentaria medida en número de masticaciones (variable de respuesta) ante el oxígeno disuelto (variable predictora) no presentan relación, ya que el factor OD solo justifica el 5.5% de las masticaciones realizadas por el animal, en el análisis general para los horarios de alimentación (figura 3.9A). De forma similar ocurrió en el análisis realizado por hora (11:00AM y 14:00PM), donde el factor OD justifica el 7.1% y el 3.7% el número de masticaciones realizadas respectivamente en cada horario (figuras 3.9B y 3.9C). Por lo tanto, el factor Oxígeno Disuelto no tiene efecto sobre las masticaciones que generó el animal.



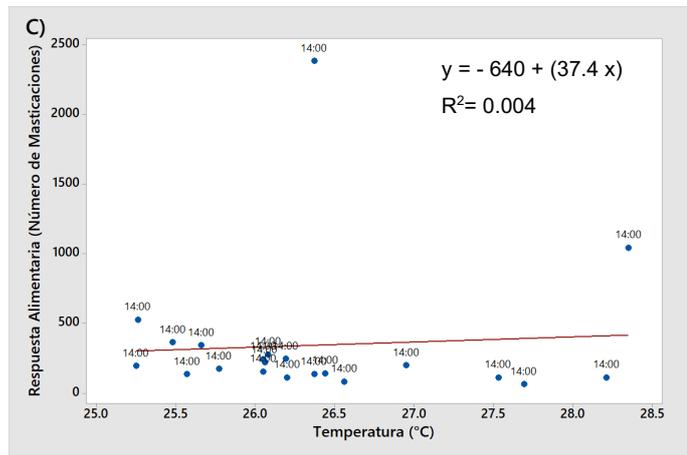
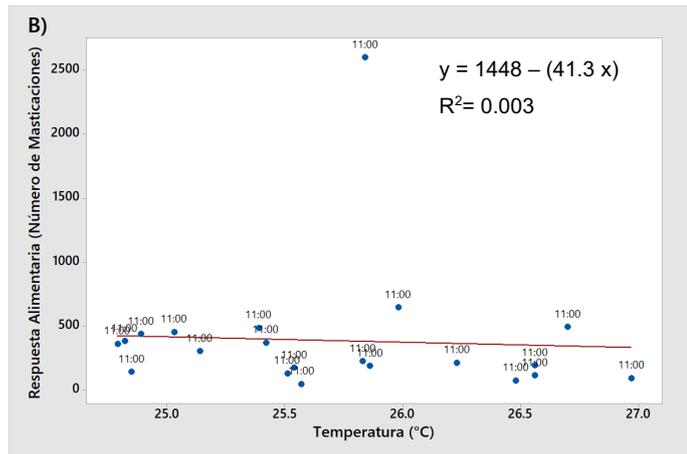
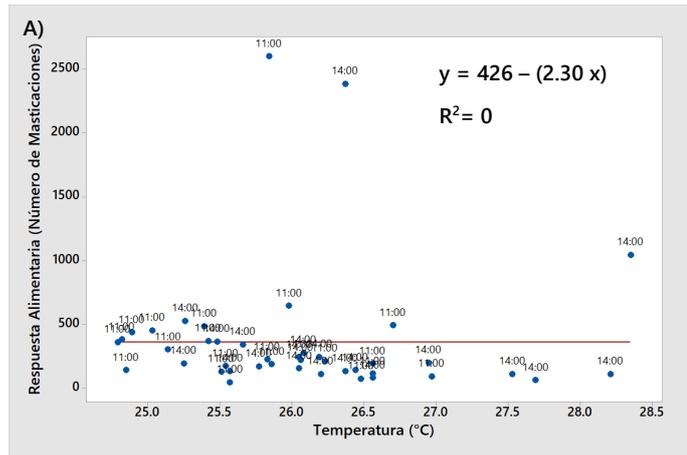
B)



**Figura 3.9 Gráfico de Relación de Número de Masticaciones vs el factor Oxígeno Disuelto, siendo A) Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el horario de alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación 14:00PM (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

### 3.6.1.2 Número de masticaciones vs Temperatura

El análisis de regresión determinó que la respuesta alimentaria medida en número de masticaciones (variable de respuesta) ante la Temperatura (variable predictora) no presentan relación, ya que el coeficiente de determinación fue igual a cero ( $R^2=0$ ), en el análisis general para los horarios de alimentación. Esto se puede observar gráficamente en la figura 3.10A, donde la línea del modelo de regresión lineal no presenta ninguna inclinación. De forma similar ocurrió en el análisis realizado por hora (11:00AM y 14:00PM), donde el coeficiente de determinación del factor temperatura presentó valores cercanos a cero, ( $R^2=0.003$ ) y ( $R^2=0.004$ ) respectivamente en cada horario (figuras 3.10B y 3.10C). Por lo tanto, el factor Temperatura no tiene efecto sobre las masticaciones que generó el animal.

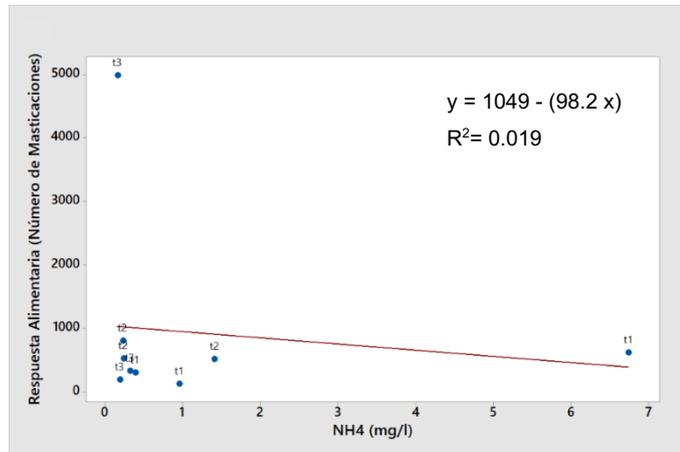


**Figura 3.10 Gráfico de Relación de Número de Masticaciones vs el factor Temperatura, siendo A) Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el horario de alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación 14:00PM (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

### 3.6.1.3 Número de masticaciones vs Amonio

Las evaluaciones de cantidad de Amonio en mg/l se realizó en un tiempo “t”, representando t1 el inicio del ensayo, t2 durante el ensayo y t3 al final del ensayo. El

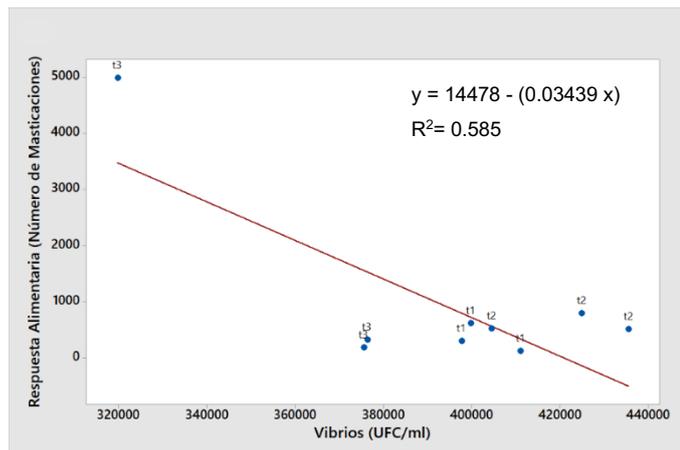
análisis de regresión lineal con el coeficiente  $R^2$  determinaron que no existe correlación entre el factor Amonio y el número de masticaciones del animal en el análisis general de las 3 mediciones realizadas durante el ensayo (figura 3.11), donde  $R^2$  al ser un valor cercano a cero ( $R^2= 0.019$ ), este no justifica relación ni influencia en la variable de masticaciones.



**Figura 3.11 Gráfico de Relación de Número de Masticaciones vs el factor Amonio para todas las mediciones de NH4 (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

### 3.6.1.4 Número de masticaciones vs Vibrios

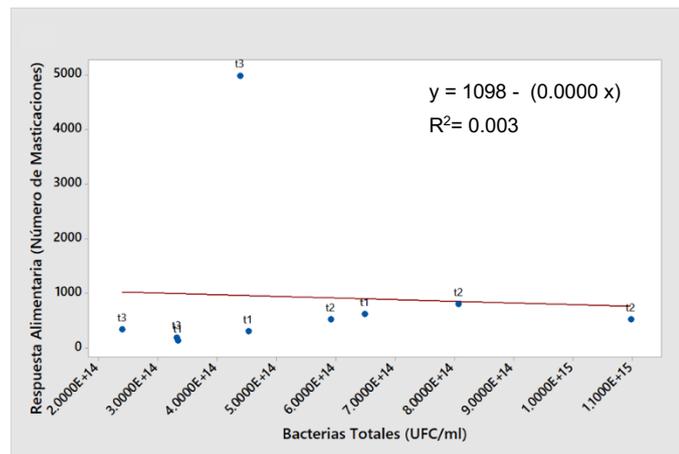
Las evaluaciones de cantidad de Vibrios (UFC/ml) se realizó en un tiempo “t”, representando t1 el inicio del ensayo, t2 durante el ensayo y t3 al final del ensayo. El análisis de regresión lineal con el coeficiente  $R^2$  determinaron la influencia del factor Vibrios en el número de masticaciones en el análisis de las tres mediciones en los tiempos de ensayo, con un valor de ( $R^2= 0.585$ ), el número de Vibrios justifica el 58,5% de las masticaciones realizadas por el animal como se observa en la figura 3.12, sin embargo este valor no es representativo para determinar un efecto sobre la respuesta alimentaria.



**Figura 3.12 Gráfico de Relación de Número de Masticaciones vs el factor Vibrios, para todas las mediciones de Vibrios (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

### 3.6.1.5 Número de masticaciones vs Bacterias Totales

Las evaluaciones de cantidad de Bacterias totales (UFC/ml) se realizó en un tiempo “t”, representando t1 el inicio del ensayo, t2 durante el ensayo y t3 al final del ensayo. El análisis de regresión lineal con el coeficiente  $R^2$  determinaron que no existe correlación entre las variables en el análisis de los tres tiempos de ensayo ( $R^2=0.003$ ), como se observa en la gráfica 3.13.

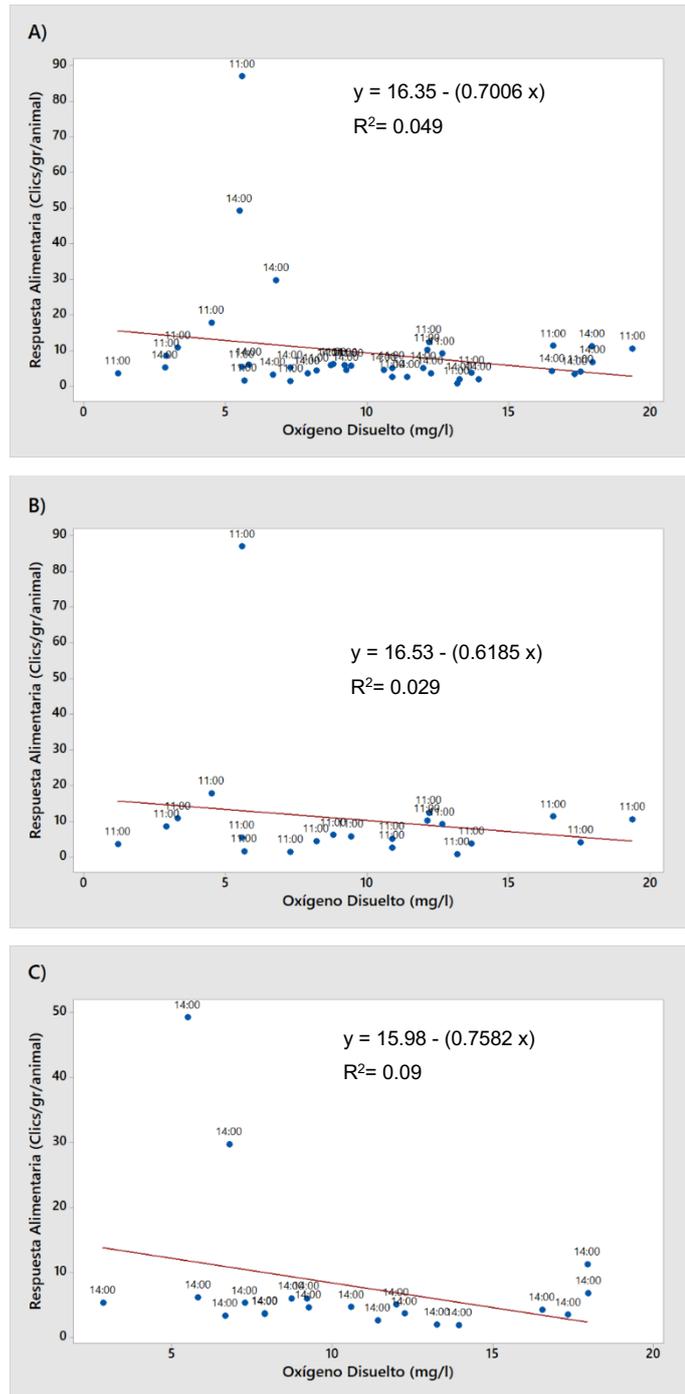


**Figura 3.13 Gráfico de Relación de Número de Masticaciones vs el factor Bacterias Totales, para todas las mediciones de Bacterias Totales (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

## 3.6.2 Clic/g/animal

### 3.6.2.1 Clic/g/animal vs Oxígeno Disuelto

El análisis de regresión determinó que la respuesta alimentaria medida en clic/g/animal ante el oxígeno disuelto no presentan relación, ya que el factor OD solo justifica el 4.9% de las masticaciones realizadas por el animal, en el análisis general para los horarios de alimentación. En la figura 3.14A se puede observar la dispersión de los datos en el modelo lineal. De forma similar ocurrió en el análisis realizado por hora (11:00AM y 14:00PM), donde el coeficiente  $R^2$  determinó que no existe relación entre las variables, ( $R^2=0.029$ ) y ( $R^2=0.09$ ) respectivamente para las horas mencionadas (figuras 3.14B y 3.14C). Por lo tanto, el factor Oxígeno Disuelto no tiene efecto sobre la respuesta clic/g/animal.

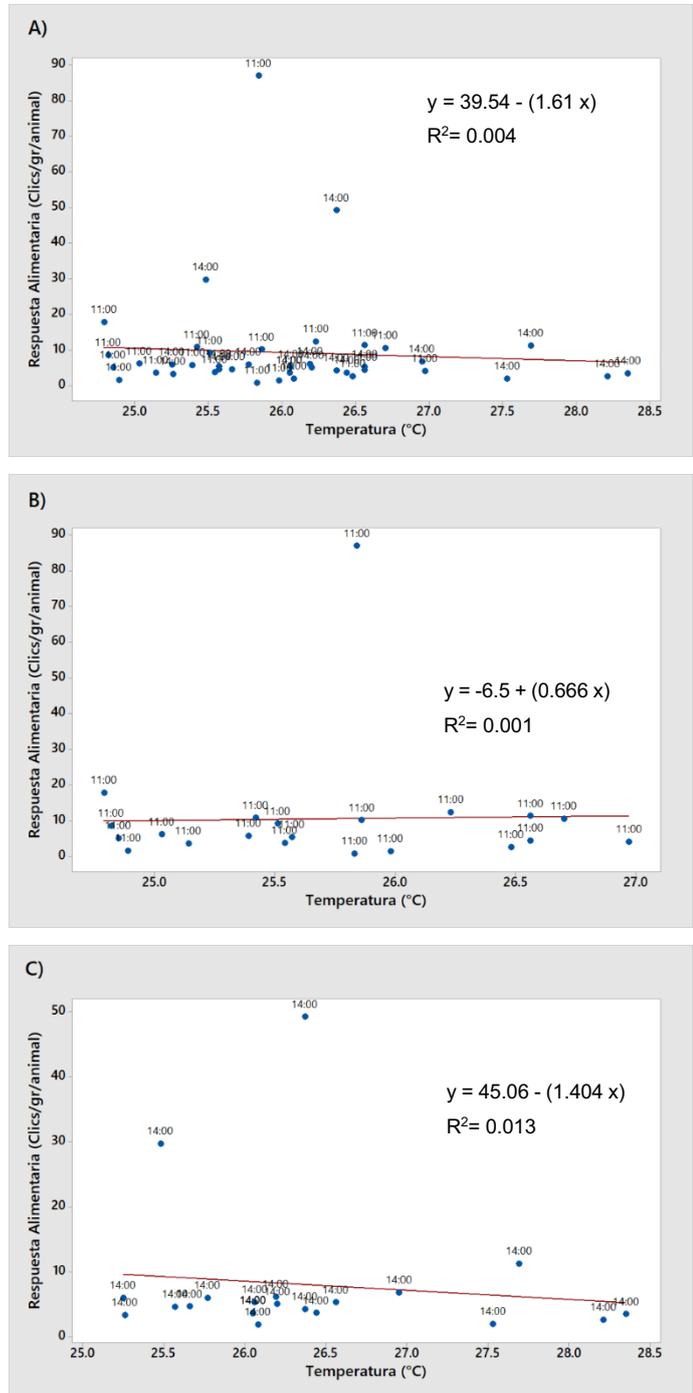


**Figura 3.14 Gráfico de Relación de Número de Clic/g/animal vs el factor Oxígeno Disuelto, siendo A) Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el horario de alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación 14:00PM (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

### 3.6.2.2 Clic/g/animal vs Temperatura

El análisis de regresión determinó que la respuesta alimentaria medida en clic/g/animal ante la Temperatura no presentan relación, ya que el coeficiente de determinación presenta un valor cercano a cero ( $R^2=0.004$ ), en el análisis general

para los horarios de alimentación (figura 3.15A). De forma similar ocurrió en el análisis realizado por hora (11:00AM y 14:00PM), donde el coeficiente de determinación del factor temperatura presentó valores cercanos a cero, ( $R^2=0.001$ ) y ( $R^2=0.013$ ) respectivamente en cada horario (figuras 3.15B y 3.15C). Por lo tanto, el factor Temperatura no tiene efecto sobre las masticaciones que generó el animal.



**Figura 3.15 Gráfico de Relación de Número de Clic/g/animal vs el factor Temperatura, siendo A) Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el horario de**

alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación 14:00PM  
(Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).

### 3.6.2.3 Clic/g/animal vs Amonio

Las evaluaciones de cantidad de Amonio en mg/l se realizó en un tiempo “t”, representando t1 el inicio del ensayo, t2 durante el ensayo y t3 al final del ensayo. El análisis de regresión lineal con el coeficiente  $R^2$  determinaron que no existe correlación entre el factor Amonio y los clics/g/animal en el análisis de las 3 mediciones realizadas durante el ensayo (figura 3.16), donde  $R^2$  al ser un valor cercano a cero ( $R^2= 0.023$ ), este no justifica relación ni influencia en la variable de respuesta alimentaria.

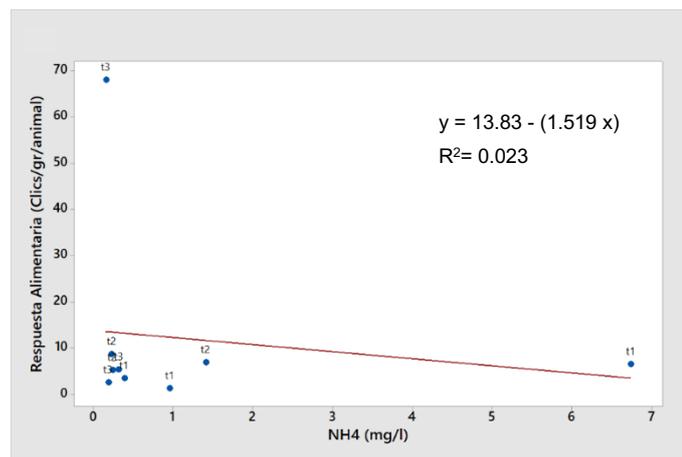
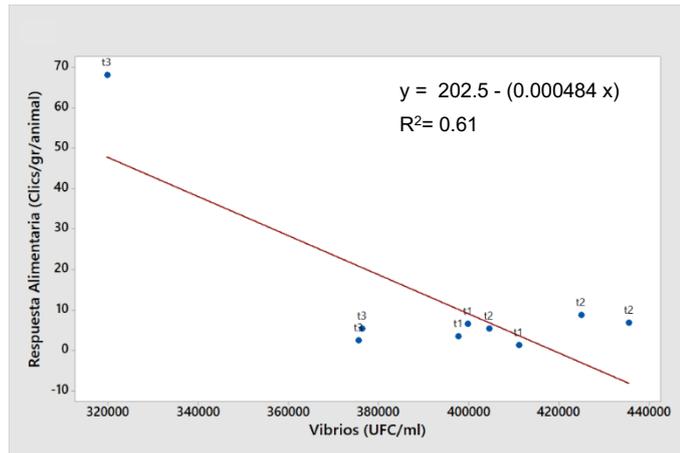


Figura 3.16 Gráfico de Relación de Clic/g/animal vs el factor Amonio, para todas las mediciones de NH4 (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).

### 3.6.2.4 Clic/g/animal vs Vibrios

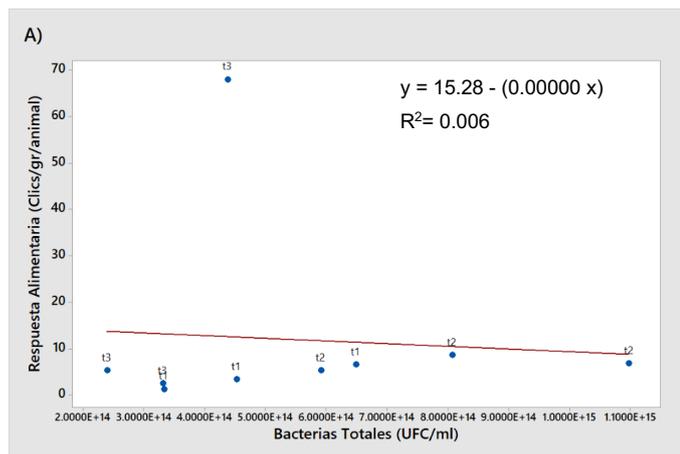
Las evaluaciones de cantidad de Vibrios (UFC/ml) se realizó en un tiempo “t”, representando t1 el inicio del ensayo, t2 durante el ensayo y t3 al final del ensayo, (figura 3.17). El análisis de regresión lineal con el coeficiente  $R^2$  determinaron la influencia del factor Vibrios en los Clic/g/animal en el análisis general de las tres mediciones en los tiempos de ensayo, con un valor de ( $R^2= 0.61$ ), el número de Vibrios justifica el 61% de la respuesta alimentaria (figura 3.17).



**Figura 3.17 Gráfico de Relación de Número de Clic/g/animal vs el factor Vibrios, para todas las mediciones de Vibrios (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

### 3.6.2.5 Clic/g/animal vs Bacterias Totales

Las evaluaciones de cantidad de Bacterias totales (UFC/ml) se realizó en un tiempo “t”, representando t1 el inicio del ensayo, t2 durante el ensayo y t3 al final del ensayo. El análisis de regresión lineal con el coeficiente R<sup>2</sup> determinaron que no existe correlación entre las variables en el análisis general de los tres tiempos de ensayo (R<sup>2</sup>= 0.006; figura 3.18).



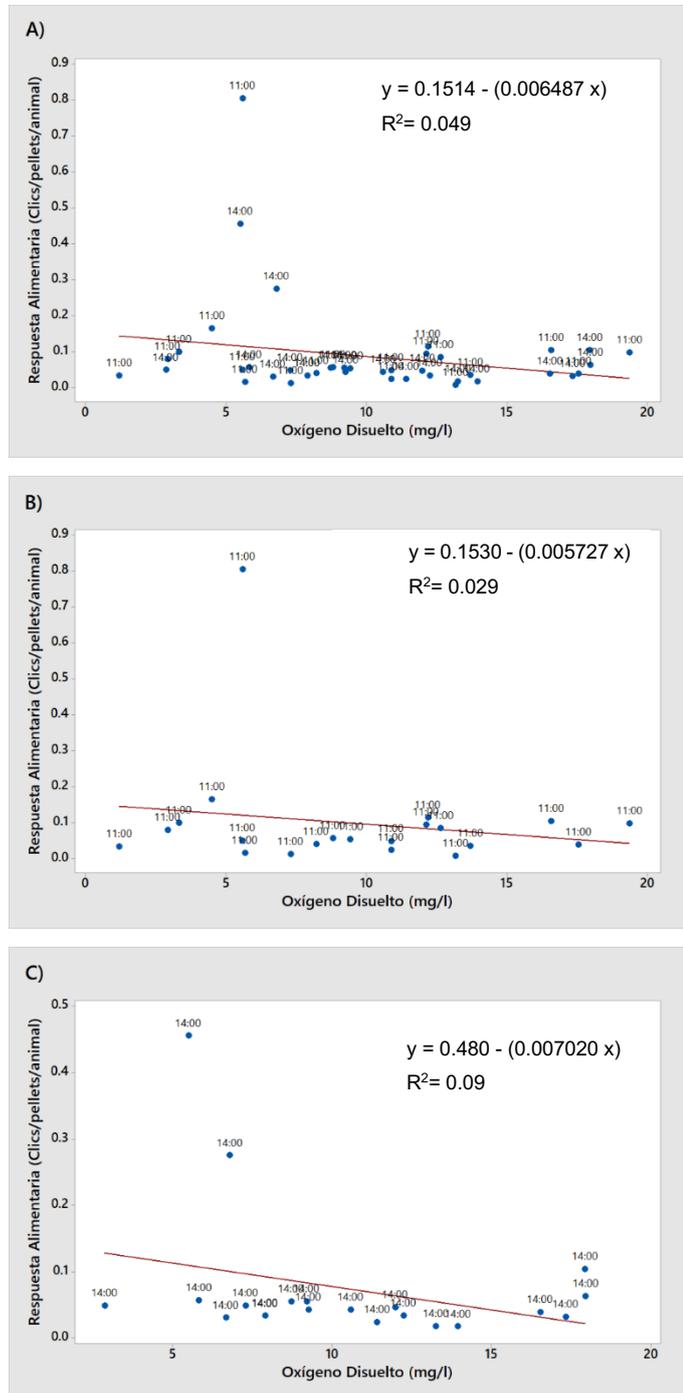
**Figura 3.18 Gráfico de Relación de Número de Clic/g/animal vs el factor Bacterias Totales, para todas las mediciones de Vibrios. (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

### 3.6.3 Clic/pellet/animal

#### 3.6.3.1 Clic/pellet/animal vs Oxígeno Disuelto

El análisis de regresión determinó que la respuesta alimentaria medida en clic/pellet/animal ante el oxígeno disuelto no presentan relación, ya que el factor OD solo justifica el 4.9% de las masticaciones realizadas por el animal, en el análisis

general para los horarios de alimentación. En la figura 3.19A se puede observar la dispersión de los datos en el modelo lineal. De forma similar ocurrió en el análisis realizado por hora (11:00AM y 14:00PM), donde el coeficiente  $R^2$  determinó que no existe relación entre las variables, ( $R^2=0.029$ ) y ( $R^2=0.09$ ) respectivamente para las horas mencionadas (figuras 3.19B y 3.19C). Por lo tanto, el factor Oxígeno Disuelto no tiene efecto sobre la respuesta clic/g/animal.

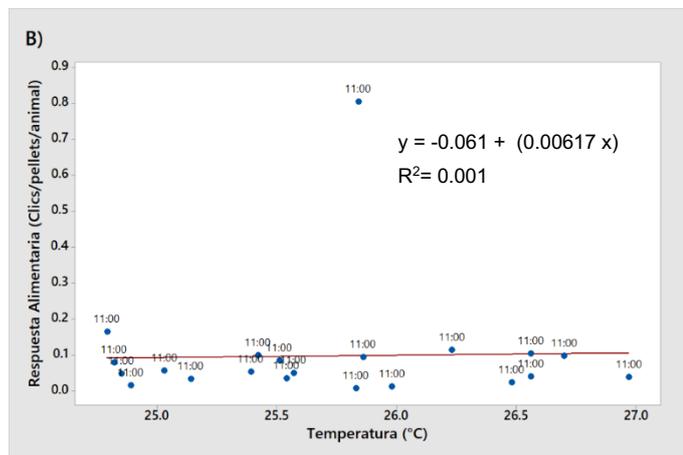
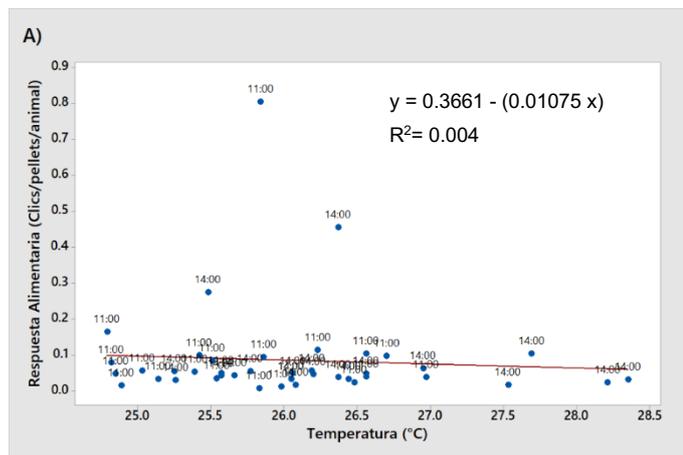


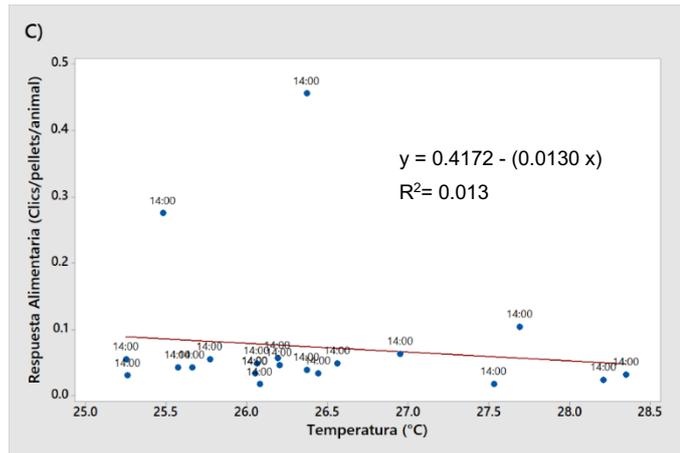
**Figura 3.19 Gráfico de Relación de Número de Clic/pellet/animal vs el factor Oxígeno Disuelto, siendo A) Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el**

**horario de alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación  
14:00PM (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

**3.6.3.2 Clic/pellet/animal vs Temperatura**

El análisis de regresión determinó que la respuesta alimentaria medida en clic/pellet/animal ante la Temperatura no presentan relación, ya que el coeficiente de determinación presenta un valor cercano a cero ( $R^2=0.004$ ), en el análisis general para los horarios de alimentación (figura 3.20A). De forma similar ocurrió en el análisis realizado por hora (11:00AM y 14:00PM), donde el coeficiente de determinación del factor temperatura presentó valores cercanos a cero, ( $R^2=0.001$ ) y ( $R^2=0.013$ ) respectivamente en cada horario (figuras 3.20B y 3.20C). Por lo tanto, el factor Temperatura no tiene efecto sobre las masticaciones que generó el animal.

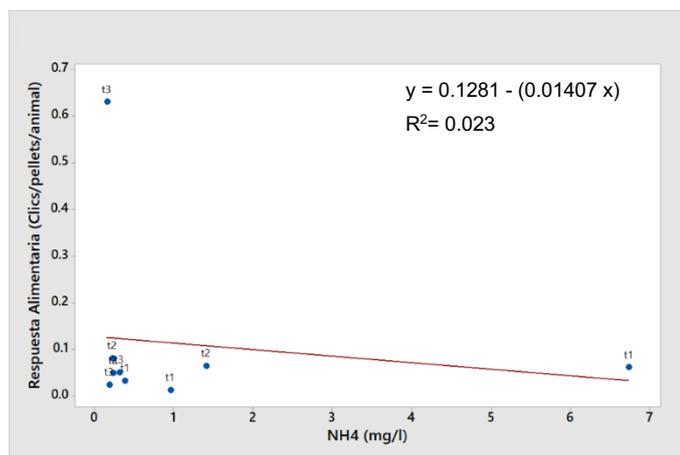




**Figura 3.20 Gráfico de Relación de Número de Clic/pellet/animal vs el factor Temperatura, siendo A) Entre factores para ambos horarios. B) Entre factores en el horario de alimentación 11:00AM, C) Entre factores en el horario de alimentación 14:00PM (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

### 3.6.3.3 Clics/pellet/animal vs Amonio

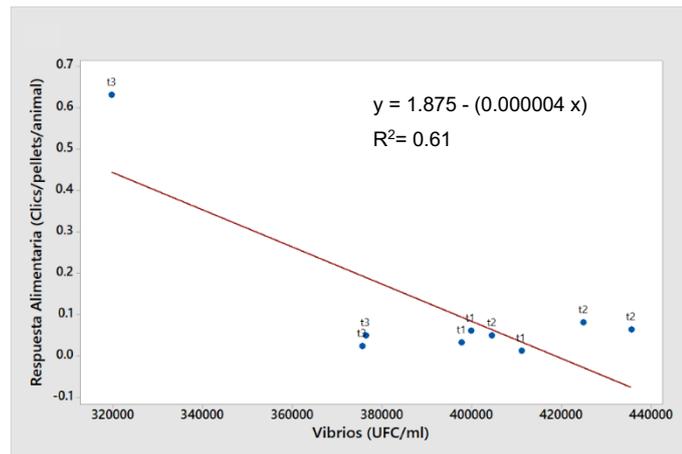
Las evaluaciones de cantidad de Amonio en mg/l se realizó en un tiempo “t”, representando t1 el inicio del ensayo, t2 durante el ensayo y t3 al final del ensayo. El análisis de regresión lineal con el coeficiente  $R^2$  determinaron que no existe correlación entre el factor Amonio y los clics/pellet/animal en el análisis de las 3 mediciones realizadas durante el ensayo (figura 3.21), donde  $R^2$  al ser un valor cercano a cero ( $R^2 = 0.023$ ), este no justifica relación ni influencia en la variable de respuesta alimentaria.



**Figura 3.21 Gráfico de Relación de Clic/pellet/animal vs el factor Amonio, para todas las mediciones de NH4. (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

### 3.6.3.4 Clic/pellet/animal vs Vibrios

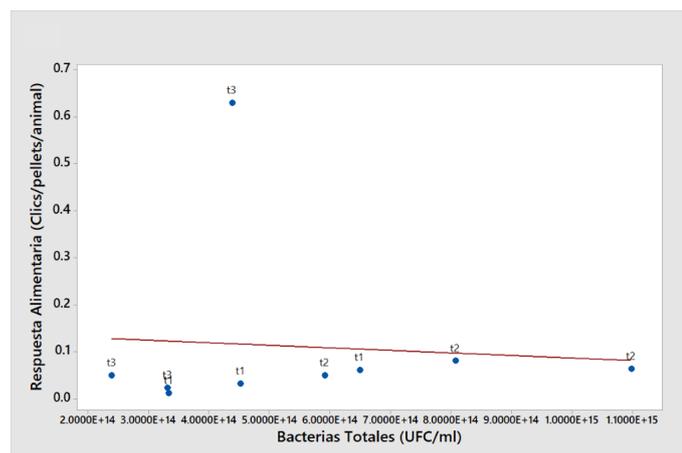
Las evaluaciones de cantidad de Vibrios (UFC/ml) se realizó en un tiempo “t”, representando t1 el inicio del ensayo, t2 durante el ensayo y t3 al final del ensayo. El análisis de regresión lineal con el coeficiente  $R^2$  determinaron la influencia del factor Vibrios en los Clic/g/animal en el análisis general de las tres mediciones en los tiempos de ensayo, con un valor de ( $R^2= 0.61$ ), el número de Vibrios justifica el 61% de la respuesta alimentaria (figura 3.21).



**Figura 3.22 Gráfico de Relación de Número de Clic/pellet/animal vs el factor Vibrios, para todas las mediciones de Vibrios. (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

### 3.6.3.5 Clic/pellet/animal vs Bacterias Totales

Las evaluaciones de cantidad de Bacterias totales (UFC/ml) se realizó en un tiempo “t”, representando t1 el inicio del ensayo, t2 durante el ensayo y t3 al final del ensayo. El análisis de regresión lineal con el coeficiente  $R^2$  determinaron que no existe correlación entre las variables en el análisis de los tres tiempos de ensayo ( $R^2=0.006$ ; figura 3.23A).



**Figura 3.23 Gráfico de Relación de Número de Clic/pellet/animal vs el factor Bacterias Totales, para todas las mediciones de Vibrios. (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

### **3.7 Análisis de Comportamiento Alimentario**

El análisis realizado mediante videograbación permitió observar el comportamiento del animal durante su alimentación, que presentó una conducta selectiva, tomando varios pellets de balanceado probando los piensos e intercambiándolos hasta seleccionar el que más le agradara, esto indica un hábito del animal de no consumir en su totalidad el alimento provisto y de dispersar el alimento durante el acto de selección de pellets, dicho alimento dispersado y no consumido puede afectar el medio; alterando la química del agua debido a su descomposición.



**Figura 3.24 Fotografía del animal durante el proceso de selección del pellet. (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1.1 Conclusiones

- Mediante experimentación y análisis de los parámetros productivos se determinó que en organismos con peso promedio de  $10,8 \pm 1,8$  g el punto de eficiencia en la tasa de alimentación registró un valor de  $3,2 \pm 0,1$  % de la biomasa, no alcanzándose la tasa óptima de alimentación teórica (2,66%), sin embargo, se mejoró en un 20% el consumo de alimento.
- La frecuencia de alimentación empleada no permitió obtener una conversión de alimento adecuada, aunque el crecimiento diario de 0,2 g/día se mantuvo cercano a los rangos óptimos para alimentación sónica.
- Se generaron dos tipos de unidades de respuesta alimentaria, respecto a las mediciones de masticaciones, gramos de alimento consumido, pellet por gramo de alimento y población por réplica. Dichas unidades (clics/g/animal y clics/pellet/animal) han demostrado ser robustas para estimar la respuesta alimentaria, ya que no existió correlación entre las unidades de respuesta alimentaria y los parámetros de calidad de agua.
- El comportamiento de los animales durante la alimentación (grabaciones de video), demostró un hábito selectivo hacia el alimento.

### 4.1.2 Recomendaciones

- Es necesario replicar ensayos con el mismo enfoque, que permitan comprobar los resultados obtenidos y profundizar en la selección de variables que puedan afectar el consumo de alimento.
- Se requiere variar las tallas de camarón para los análisis de alimentación, que permitan construir rangos mínimos permitidos y estandarizar las unidades de respuesta alimentaria obtenidas.
- Es necesario mantener la disposición de las réplicas bajo las mismas condiciones de disposición y de disponibilidad de luz, pues estas variaciones pueden afectar la toma de datos y los resultados que se obtengan durante el ensayo.
- Es importante realizar controles de calidad de la frecuencia de audio que captan los hidrófonos para garantizar que la toma de datos entre réplicas sea igual.

- El análisis visual del comportamiento alimentario del animal demostró una preferencia por los pellets de menor tamaño, por lo tanto, es importante replicar el ensayo utilizando diversas dimensiones de pienso para observar el comportamiento a diferentes dimensiones de alimento.

# BIBLIOGRAFÍA

- Allen Davis, P. C. (23 de Abril de 2018). *Sistemas automatizados de alimentación en la producción en estanques de camarón blanco del Pacífico*. Obtenido de Global Aquaculture Alliance: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/sistemas-automatizados-de-alimentacion-en-la-produccion-en-estanques-de-camaron-blanco-del-pacifico/>
- Armijos H., D., & Villafuerte G., M. (2021). Análisis estadístico de datos productivos de: FCR, Biomasa, Alimento entregado-consumido, Supervivencia y Peso promedio. Guayaquil, Ecuador.
- Armijos Hurtado, D., & Villafuerte García, M. (2021). Análisis estadístico de la respuesta alimentaria de camarones. Dúran, Ecuador.
- Armijos, D., & Villafuerte, M. J. (2020). Factores influyentes en la alimentación.
- Armijos, D., & Villafuerte, M. J. (2021). Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua. Guayaquil, Ecuador.
- Bolaños A., J., Cordero C., G., & Segura A., G. (Octubre de 2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). Alajuela, Costa Rica.
- Boyd, C. (2009). Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón.
- Boyd, C. (2015). *CONSIDERACIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA Y DEL SUELO EN CULTIVOS DE CAMARÓN*. Alabama 36849 USA: Department of Fisheries and Allied Aquacultures - Auburn University,.
- Boyd, C. (2017). *General Relationship Between Water Quality and Aquaculture Performance in Ponds*. Alabama: Auburn University.
- Boyd, C. E. (2015). *Water Quality An Introduction*. Auburn, AL, USA: Springer International Publishing AG Switzerland.
- Boyd, C. E. (28 de Marzo de 2016). *Global Aquaculture Alliance*. Obtenido de <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/descomposicion-y-acumulacion-de-materia-organica-en-estanques/>

- Buike, P. (2018). *Efectos de la temporada de lluvias en estanques de engorde de camarones*. Obtenido de Global Aquaculture Alliance: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/efectos-de-la-temporada-de-lluvias-en-estanques-de-engorde-de-camarones/>
- CARCHIPULLA LEAL , V. M. (2018). Efectos de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, en el camarón. En V. M. CARCHIPULLA LEAL, *IMPORTANCIA DEL OXÍGENO DISUELTO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA EN ESTANQUES DE CAMARÓN BLANCO LITOPENAEUS VANNAMEI* (págs. 13-14). Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Carchipulla, L., & M., V. (2018). Efectos de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, en el camarón. En V. M. CARCHIPULLA LEAL, *IMPORTANCIA DEL OXÍGENO DISUELTO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA EN ESTANQUES DE CAMARÓN BLANCO LITOPENAEUS VANNAMEI* (págs. 13-14). Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Ching, C. (2020). *Consideraciones para la alimentación automática en estanques de camarones*. Obtenido de Global Aquaculture Alliance: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/consideraciones-para-la-alimentacion-automatica-en-estanques-de-camarones/>
- Ching, C. (2020). *Consideraciones para la alimentación automática en estanques de camarones*. Obtenido de Global Aquaculture Alliance: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/consideraciones-para-la-alimentacion-automatica-en-estanques-de-camarones/>
- Ching, C., V.J., P., & Salinas, A. (2014). Control of *Vibrio* spp. Bacteria in marine shrimp larvae using Low-salinity water.
- Corrales, S. E. (2015). *Aplicación de un aditivo compuesto por emulsificantes, ácidos orgánicos y cofactores en el balanceado del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* para evaluar su efecto en el crecimiento y supervivencia*. Guayaquil: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
- Davis et al, A. (23 de Abril de 2018). *Sistemas automatizados de alimentación en la producción en estanques de camarón blanco del Pacífico*. Obtenido de Global Aquaculture Alliance: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/sistemas-automatizados-de-alimentacion-en-la-produccion-en-estanques-de-camaron-blanco-del-pacifico/>

- Davis, A. (2018). *Sistemas automatizados de alimentación en la producción en estanques de camarón blanco del Pacífico*. Obtenido de Global Aquaculture Alliance : <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/sistemas-automatizados-de-alimentacion-en-la-produccion-en-estanques-de-camaron-blanco-del-pacifico/>
- Departamento de Pesca de la FAO. (2004). Transporte y transferencia de postlarvas. En FAO, *Manejo sanitario y mantenimiento de la bioseguridad de los laboratorios de postlarvas de camarón blanco (Litopenaeus vannamei) en América Latina*. (págs. 58-59). Roma.
- Devi, A. (2017). *Review on water quality parameters in freshwater cage fish culture*. Thoothukudi : International Journal of Applied Research.
- Díaz, J. M. (2015). *EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA EFICIENCIA DE DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN EL CULTIVO DE CAMARÓN (Litopenaeus vannamei) EN ETAPA DE ENGORDE EN LA COMPAÑÍA BELIZE AQUACULTURE, LTD. -BAL- UBICADA EN PLACENCIA, DISTRITO DE STANN CREEK, BELICE, C.A.* Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
- Durán C., G. M. (2016). Evaluación patológica de *Litopenaeus vannamei* cultivados en granjas ubicadas en el estuario del Río Chone (Ecuador). *Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura*, 30-42. Obtenido de Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura.
- Eiler, A., Gonzales-Rey, C., Allen, S., & Bertilsson, S. (2007). Growth response of *Vibrio cholerae* and other *Vibrio* spp. to cyanobacterial dissolved organic matter and temperature in brackish water. Europa.
- Fao. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020 (SOFIA)*. Obtenido de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/3/ca9229es/CA9229ES.pdf>
- Fox, J. D., Granvil D., T., & Sanchez, D. (2015). *CESASIN - Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Sinaloa*. Obtenido de <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/4%20Nutrici%C3%B3n.pdf>
- Granvil D., T. (10 de Agosto de 2015). *CESASIN - Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Sinaloa*. Obtenido de <http://www.cesasin.com.mx/CentroAmerica/6%20Aclimatacion.pdf>
- Hernandez G., J. A. (Marzo de 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. La Paz, Baja California Sur.

Jory, D. (16 de Enero de 2017). *El correcto manejo de los alimentos comerciales para camarón, parte 1*. Obtenido de Global Aquaculture Alliance : <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/el-correcto-manejo-de-los-alimentos-comerciales-para-camaron-parte-1/>

Kubitza, F. P. (23 de Enero de 2017). El parámetro de calidad de agua a menudo ignorado: pH. Brasil .

Machado, M. L., Quiroz, O. J., & Romero, J. J. (2017). *Comparación del crecimiento del Camarón Blanco Litopenaeus vannamei, en dos condiciones de estudio, salinidad óptima y salinidad cercana a cero*. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Martinez L., R. (Octubre de 2015). *Tesis Doctoral en Xarxa*. Obtenido de <https://www.tdx.cat/handle/10803/6379#page=1>

Mayer, E. (2020). Monitoreo de la calidad de agua del estanque para mejorar la producción de camarones y peces. *International Aqua Feed*.

McDermid, L. (26 de Julio de 2020). *International Aqua Feed*. Obtenido de <https://aquafeed.co/entrada/la-comprension-del-amon-aco-en-los-estanques-acu-colas-20354/>

Molina, C. (2017). Incremento de la producción de camarón, a través de la automatización de la alimentación. El Oro, Ecuador.

Napaumpaporn, T. (2013). Study of the efficiency of three different feeding techniques in the culture of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Bangkok, Thailand.

NOAA. (21 de Noviembre de 2019). *What is aquaculture?* Obtenido de National Oceanic and Atmospheric Administration U.S. Department of Commerce: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/aquaculture.html>

Ordoñez, D. (2015). *MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CAMARÓN PARA LA EMPRESA CAMARONERA CAVEYFA DEL CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO*. QUITO: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.

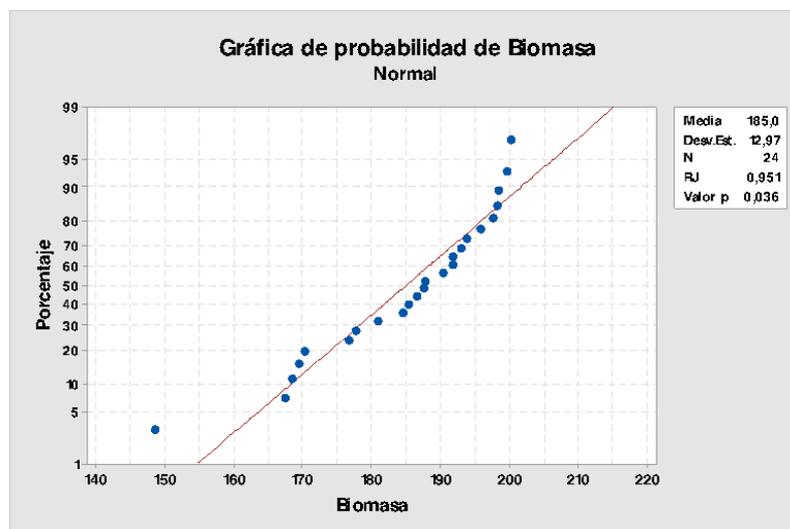
Ortiz, J. C. (2017). *FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE ALIMENTADORES AUTOMATICOS EN PISCINAS CAMARONERAS DE AQUAMAR S.A*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

- Piedrahita, Y. (2018). *La industria de cultivo de camarón en Ecuador, parte 2*. Obtenido de Global Aquaculture Alliance.: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-industria-de-cultivo-de-camaron-en-ecuador-parte-2/>
- Poveda M., C. P., & Espinoza, M. P. (2020). *Beneficios económicos de la alimentación automática asistida por hidrófonos con algoritmos de aprendizaje*. Ecuador: Revista AQUAHOY.
- Rivera, P. (2017). *INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN DE AMONIO Y SU RELACIÓN CON LAS COMUNIDADES BACTERIANAS EN PISCINAS CAMARONERAS*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Rivera, R. M. (Mayo de 2020). *Ecuaquímica*. Obtenido de Acuicultura: [http://ecuanoticias.com.ec/acuacultura1.html#:~:text=Con%20el%20aumento%20de%20la,de%20amoniaco%20total%20\(NH4\).&text=Los%20camarones%20pu eden%20tolerar%20mayores,sistemas%20semi-intensivos%20como%20intensivos.](http://ecuanoticias.com.ec/acuacultura1.html#:~:text=Con%20el%20aumento%20de%20la,de%20amoniaco%20total%20(NH4).&text=Los%20camarones%20pu eden%20tolerar%20mayores,sistemas%20semi-intensivos%20como%20intensivos.)
- Rodriguez, H., & Escobar, E. (2015). *AGRONET*. Obtenido de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4997/3/051.3.pdf>
- Salcido, M. T. (Junio de 2012). Bacterias cultivables y totales presentes en un cultivo comercial de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) con bajo recambio de agua. Sonora, Hermosillo , Mexico.
- Skretting. (3 de Agosto de 2020). *Acuicultura de precisión: La Alimentación Acústica*. Guayaquil, Ecuador.
- Solorzano, J. (2017). *BALANCE DE MASA DE FÓSFORO EN CAMARONERAS Y SU IMPACTO SOBRE LOS ESTEROS*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23612/1/TESIS%20J%20FULVIA%20SOLORZANO%20REYES%201\\_Modificado%201.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23612/1/TESIS%20J%20FULVIA%20SOLORZANO%20REYES%201_Modificado%201.pdf)
- SOLORZANO, J. (2017). *BALANCE DE MASA DE FÓSFORO EN CAMARONERAS Y SU IMPACTO SOBRE LOS ESTEROS*. Obtenido de UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23612/1/TESIS%20J%20FULVIA%20SOLORZANO%20REYES%201\\_Modificado%201.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23612/1/TESIS%20J%20FULVIA%20SOLORZANO%20REYES%201_Modificado%201.pdf)
- Villafuerte G., M. J., & Armijos H., D. A. (11 de Noviembre de 2020). Transferencia y aclimatación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) de piscinas de engorde. Durán, Guayas, Ecuador.

- Villafuerte, M., & Armijos, D. (Diciembre de 2020). Control bacteriológico de tanques experimentales. Guayaquil.
- Yang, G. (2017). Effect of Stocking Density on Growth, Oxidative Stress and HSP 70 of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*.

# APÉNDICES

## Apéndice A Análisis estadístico del parámetro productivo Biomasa (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).



### Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa vs. Día

#### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

#### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Día	N	Desv.Est.	IC
1	3	6,3940	(0,0000335; 13791916)
2	3	6,3736	(0,0000334; 13748063)
3	3	10,6171	(0,0000556; 22901328)
4	3	14,6412	(0,0000767; 31581227)
5	3	13,7231	(0,0000719; 29600961)
6	3	14,6520	(0,0000767; 31604545)
7	3	14,8264	(0,0000776; 31980897)
8	3	22,8846	(0,0001198; 49362417)

Nivel de confianza individual = 99,375%

#### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,707
Levene	0,27	0,958

\* **NOTA** \* No se puede mostrar el resumen gráfico porque no se pueden calcular los múltiples intervalos de comparación.

### Prueba de igualdad de varianzas: Biomasa vs. Tanque

## Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

## Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tanque	N	Desv.Est.	IC
T1	8	6,9782	(3,74714; 18,5447)
T2	8	12,4285	(5,82505; 37,8418)
T3	8	3,6592	(2,11124; 9,0504)

Nivel de confianza individual = 98,3333%

## Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,058
Levene	1,92	0,171

## ANOVA de un solo factor: Biomasa vs. Tanque

### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tanque	3	T1; T2; T3

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tanque	2	2351	1175,31	16,28	0,000
Error	21	1516	72,18		
Total	23	3866			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
8,49611	60,79%	57,06%	48,79%

### Medias

Tanque	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	8	187,29	6,98	(181,04; 193,54)
T2	8	171,96	12,43	(165,72; 178,21)
T3	8	195,89	3,66	(189,65; 202,14)

Desv.Est. agrupada = 8,49611

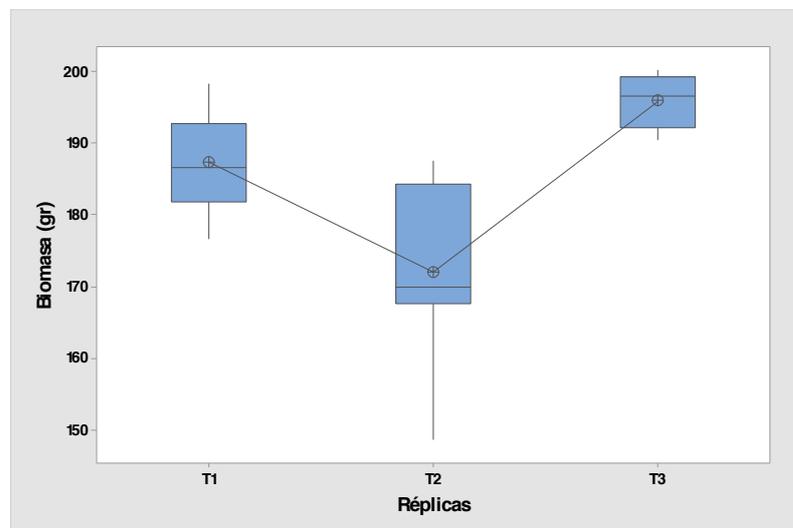
### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tanque	N	Media	Agrupación
T3	8	195,89	A
T1	8	187,29	A
T2	8	171,96	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Gráfica de caja de Biomasa



### ANOVA de un solo factor: Biomasa vs. Día

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Día	8	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Día	7	756,2	108,0	0,56	0,780
Error	16	3110,2	194,4		
Total	23	3866,5			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
---	---------	--------------------	----------------

13,9424                      19,56%                      0,00%                      0,00%

**Medias**

Día	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	3	190,79	6,39	(173,73; 207,85)
2	3	193,63	6,37	(176,57; 210,70)
3	3	189,23	10,62	(172,17; 206,30)
4	3	184,27	14,64	(167,20; 201,33)
5	3	182,87	13,72	(165,80; 199,93)
6	3	181,20	14,65	(164,14; 198,26)
7	3	183,63	14,83	(166,57; 200,70)
8	3	174,8	22,9	(157,7; 191,8)

*Desv.Est. agrupada = 13,9424*

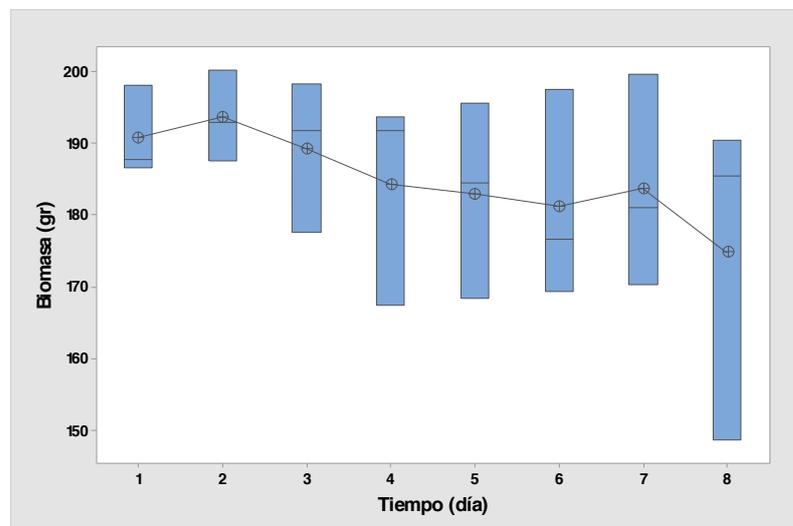
### Comparaciones en parejas de Tukey

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

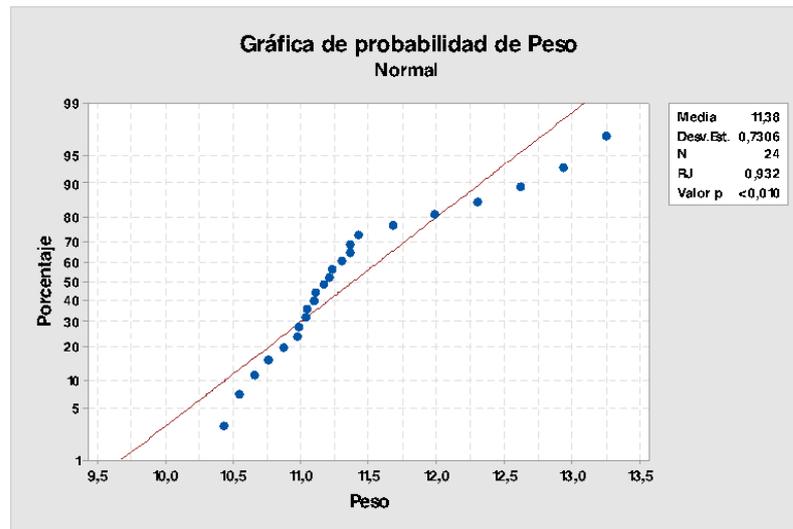
Día	N	Media	Agrupación
2	3	193,63	A
1	3	190,79	A
3	3	189,23	A
4	3	184,27	A
7	3	183,63	A
5	3	182,87	A
6	3	181,20	A
8	3	174,8	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### Gráfica de caja de Biomasa



**Apéndice B Análisis estadístico del parámetro productivo Crecimiento (Armijos H. & Villafuerte G., 2021)**



**Prueba de igualdad de varianzas: Peso vs. Día**

**Método**

Hipótesis nula            Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna        Por lo menos una varianza es diferente  
 Nivel de significancia             $\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Día	N	Desv.Est.	IC
1	3	0,33382	(0,0000017; 720048)
2	3	0,41024	(0,0000021; 884894)
3	3	0,51049	(0,0000027; 1101137)
4	3	0,62317	(0,0000033; 1344197)
5	3	0,74265	(0,0000039; 1601913)
6	3	0,86612	(0,0000045; 1868229)
7	3	0,99208	(0,0000052; 2139937)
8	3	1,11970	(0,0000059; 2415218)

*Nivel de confianza individual = 99,375%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,744
Levene	0,23	0,971

\* **NOTA** \* No se puede mostrar el resumen gráfico porque no se pueden calcular los múltiples intervalos de comparación.

**Prueba de igualdad de varianzas: Peso vs. Tanque**

**Método**

Hipótesis nula

Todas las varianzas son iguales

Hipótesis alterna

Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Tanque	N	Desv.Est.	IC
T1	8	0,769840	(0,462010; 1,83056)
T2	8	0,157467	(0,094502; 0,37443)
T3	8	0,269444	(0,161703; 0,64070)

Nivel de confianza individual = 98,3333%

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,001
Levene	10,35	0,001

**ANOVA de un solo factor: Peso vs. Tanque**

**Método**

Hipótesis nula

Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna

No todas las medias son iguales

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Tanque	3	T1; T2; T3

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tanque	2	7,448	3,7241	16,19	0,000
Error	21	4,830	0,2300		
Total	23	12,278			

**Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,479600	60,66%	56,91%	48,62%

**Medias**

Tanque	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	8	12,140	0,770	(11,787; 12,493)
T2	8	11,1950	0,1575	(10,8424; 11,5476)
T3	8	10,8150	0,2694	(10,4624; 11,1676)

Desv.Est. agrupada = 0,479600

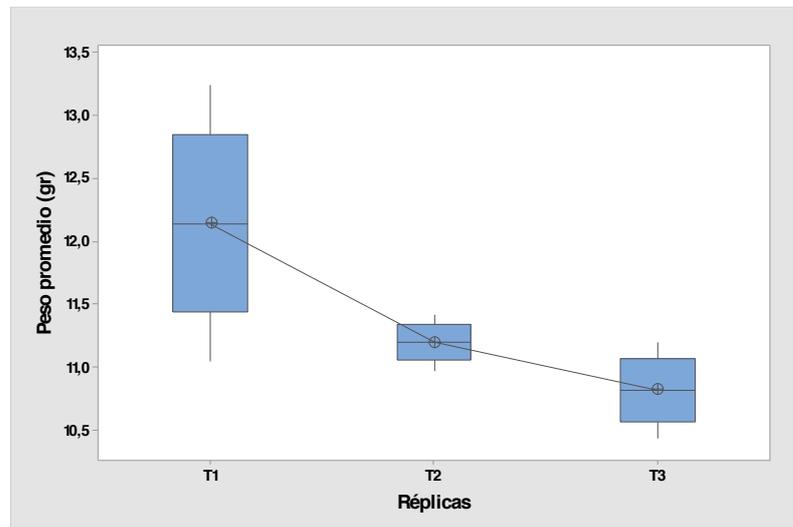
**Comparaciones en parejas de Tukey**

### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tanque	N	Media	Agrupación
T1	8	12,140	A
T2	8	11,1950	B
T3	8	10,8150	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Gráfica de caja de Peso



### ANOVA de un solo factor: Peso vs. Día

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Día	8	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Día	7	3,342	0,4774	0,85	0,560
Error	16	8,937	0,5585		
Total	23	12,278			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,747356	27,22%	0,00%	0,00%

#### Medias

Día	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
-----	---	-------	-----------	-----------

1	3	10,813	0,334	(9,899; 11,728)
2	3	10,976	0,410	(10,061; 11,891)
3	3	11,139	0,510	(10,224; 12,054)
4	3	11,302	0,623	(10,387; 12,217)
5	3	11,465	0,743	(10,550; 12,379)
6	3	11,628	0,866	(10,713; 12,542)
7	3	11,790	0,992	(10,876; 12,705)
8	3	11,953	1,120	(11,039; 12,868)

*Desv.Est. agrupada = 0,747356*

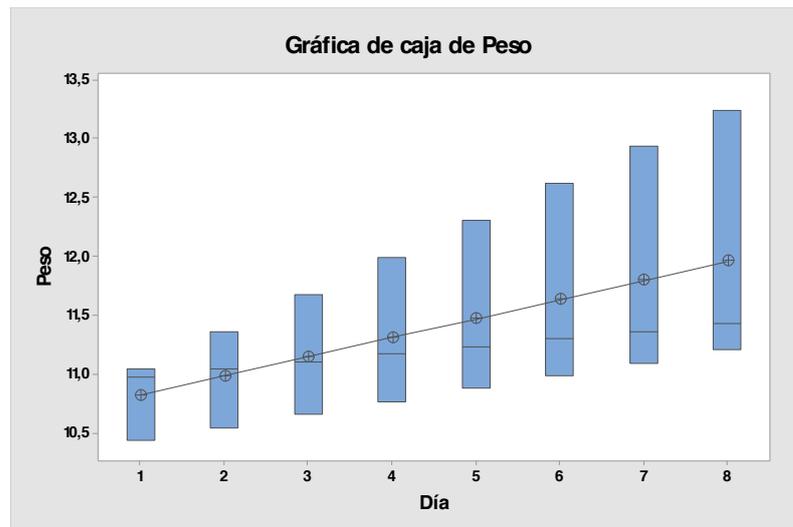
### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Día	N	Media	Agrupación
8	3	11,953	A
7	3	11,790	A
6	3	11,628	A
5	3	11,465	A
4	3	11,302	A
3	3	11,139	A
2	3	10,976	A
1	3	10,813	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### Gráfica de caja de Peso





Tiempo	N	Desv.Est.	IC
1	3	5,41640	(0,0002134; 1330743)
2	3	3,95310	(0,0001558; 971227)
3	3	3,59752	(0,0001418; 883865)
4	3	3,36751	(0,0001327; 827356)
5	3	3,22156	(0,0001269; 791497)
6	3	3,18440	(0,0001255; 782367)
7	3	2,72170	(0,0001072; 668688)

Nivel de confianza individual = 99,2857%

### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,955
Levene	0,20	0,970

### ANOVA de un solo factor: FCR vs. Tiempo

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tiempo	7	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo	6	28,47	4,745	0,34	0,903
Error	14	194,35	13,882		
Total	20	222,82			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3,72584	12,78%	0,00%	0,00%

#### Medias

Tiempo	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	3	7,87	5,42	(3,25; 12,48)
2	3	5,82	3,95	(1,21; 10,44)
3	3	5,25	3,60	(0,63; 9,86)

4	3	4,91	3,37	(0,30; 9,53)
5	3	4,73	3,22	(0,12; 9,34)
6	3	4,64	3,18	(0,03; 9,25)
7	3	3,99	2,72	(-0,62; 8,60)

Desv.Est. agrupada = 3,72584

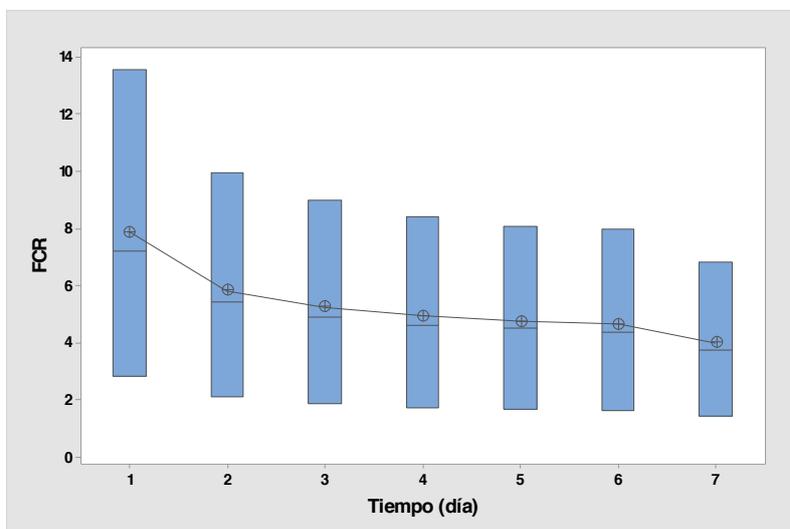
### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tiempo	N	Media	Agrupación
1	3	7,87	A
2	3	5,82	A
3	3	5,25	A
4	3	4,91	A
5	3	4,73	A
6	3	4,64	A
7	3	3,99	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Gráfica de caja de FCR



### ANOVA de un solo factor: FCR vs. Replicas

#### Método

Hipótesis nula      Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna      No todas las medias son iguales

Nivel de significancia       $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Replicas	3	T1; T2; T3

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
--------	----	-----------	-----------	---------	---------

Replicas	2	185,21	92,604	44,32	0,000
Error	18	37,61	2,089		
Total	20	222,82			

**Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,44551	83,12%	81,24%	77,02%

**Medias**

Replicas	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	7	1,868	0,464	(0,720; 3,016)
T2	7	9,117	2,192	(7,969; 10,264)
T3	7	4,964	1,118	(3,817; 6,112)

*Desv.Est. agrupada = 1,44551*

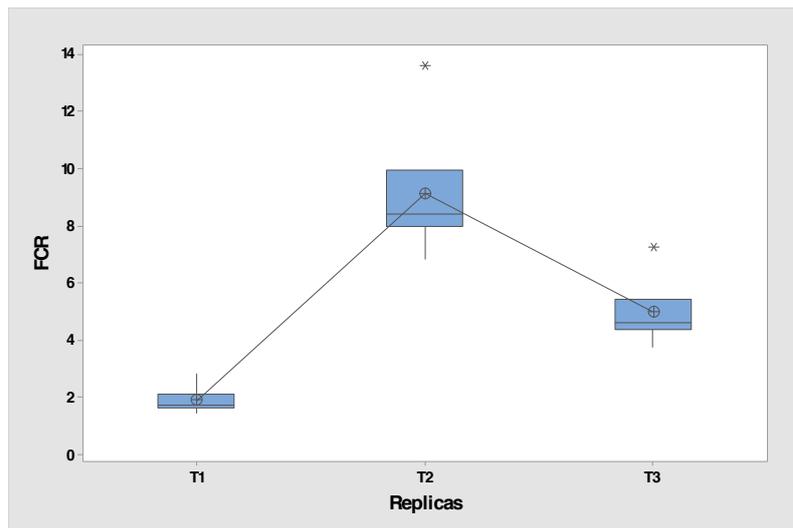
**Comparaciones en parejas de Tukey**

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

Replicas	N	Media	Agrupación
T2	7	9,117	A
T3	7	4,964	B
T1	7	1,868	C

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Gráfica de caja de FCR**





Hipótesis alterna Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Replica	N	Desv.Est.	IC
T1	8	7,87368	(5,65266; 15,6509)
T2	8	7,50445	(3,50106; 22,9548)
T3	8	3,44710	(1,56309; 10,8482)

Nivel de confianza individual = 98,3333%

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,017
Levene	3,20	0,061

**ANOVA de un solo factor: % Survival vs. Días**

**Método**

Hipótesis nula Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Días	8	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Días	7	729,4	104,20	6,20	0,001
Error	16	268,7	16,79		
Total	23	998,1			

**Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
4,09799	73,08%	61,30%	39,43%

**Medias**

Días	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	3	100,0	0,0	(95,0; 105,0)
2	3	100,0	0,0	(95,0; 105,0)
3	3	96,49	3,04	(91,48; 101,51)

4	3	92,88	3,21	(87,87; 97,90)
5	3	91,03	3,21	(86,02; 96,05)
6	3	89,07	5,72	(84,06; 94,09)
7	3	89,07	5,72	(84,06; 94,09)
8	3	83,05	6,25	(78,04; 88,07)

Desv.Est. agrupada = 4,09799

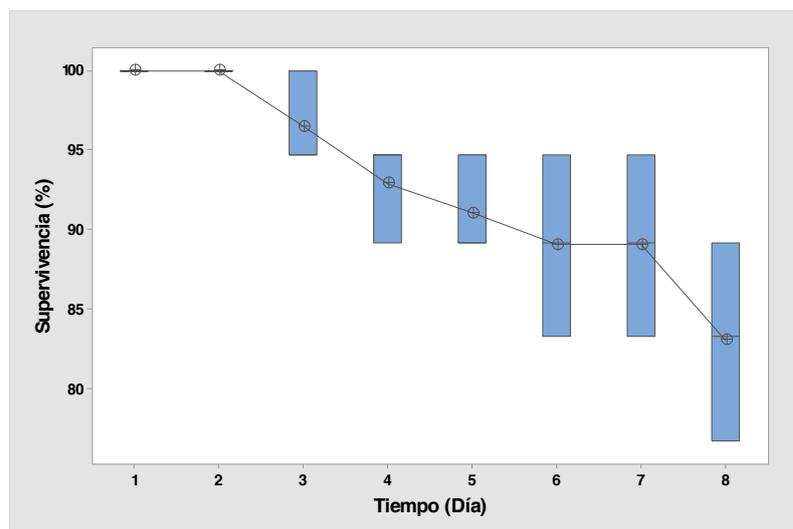
### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Días	N	Media	Agrupación	
2	3	100,0	A	
1	3	100,0	A	
3	3	96,49	A	
4	3	92,88	A	B
5	3	91,03	A	B
7	3	89,07	A	B
6	3	89,07	A	B
8	3	83,05		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Gráfica de caja de % Survival



### ANOVA de un solo factor: % Survival vs. Replica

#### Método

Hipótesis nula

Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna

No todas las medias son iguales

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Replica	3	T1; T2; T3

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Replica	2	86,74	43,37	1,00	0,385
Error	21	911,36	43,40		
Total	23	998,10			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
6,58772	8,69%	0,00%	0,00%

### Medias

Replica	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	8	91,73	7,87	(86,88; 96,57)
T2	8	91,02	7,50	(86,17; 95,86)
T3	8	95,36	3,45	(90,51; 100,20)

*Desv.Est. agrupada = 6,58772*

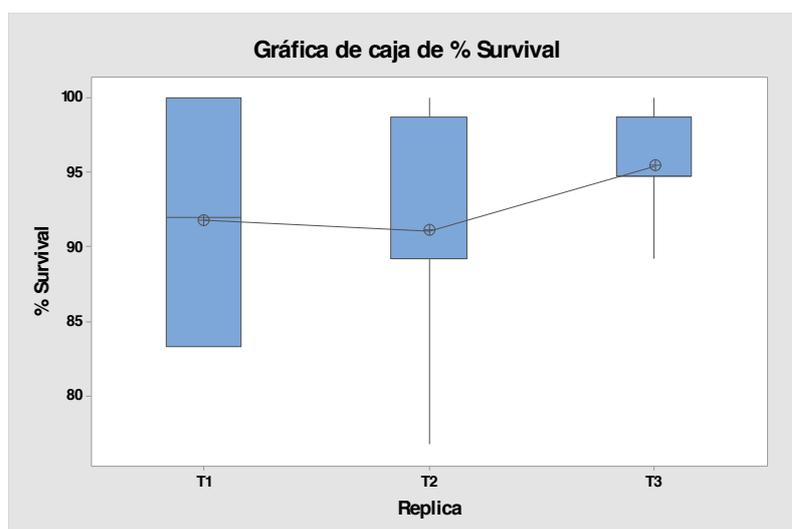
### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

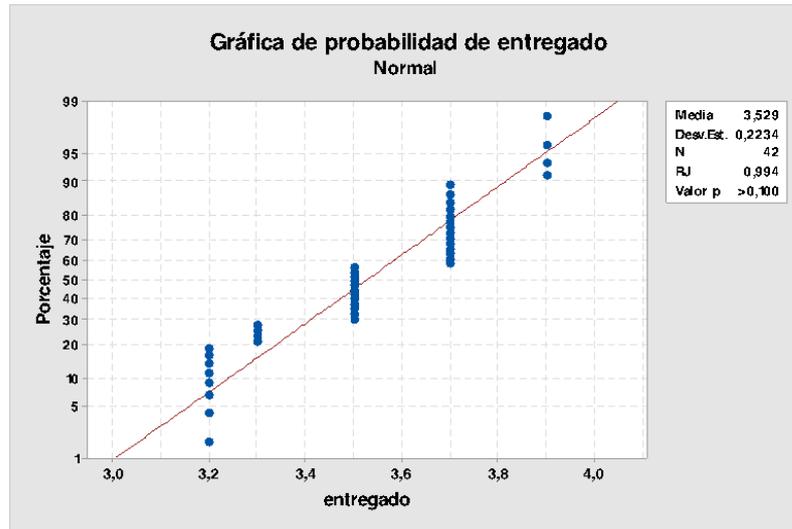
Replica	N	Media	Agrupación
T3	8	95,36	A
T1	8	91,73	A
T2	8	91,02	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### Gráfica de caja de % Survival



**Apéndice E Análisis estadístico del parámetro productivo Frecuencia de alimentación (Armijos H. & Villafuerte G., 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: entregado vs. Día**

**Método**

Hipótesis nula            Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna        Por lo menos una varianza es diferente  
 Nivel de significancia             $\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Día	N	Desv.Est.	IC
D1	6	0,103280	(0,0091050; 2,12368)
D2	6	0,103280	(0,0091050; 2,12368)
D3	6	0,103280	(0,0091050; 2,12368)
D4	6	0,225093	(0,0868452; 1,05758)
D5	6	0,154919	(0,0136574; 3,18551)
D6	6	0,136626	(0,0418804; 0,80797)
D7	6	0,136626	(0,0418804; 0,80797)

*Nivel de confianza individual = 99,2857%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,731
Levene	0,59	0,737

**Prueba de igualdad de varianzas: entregado vs. Hora**

**Método**

Hipótesis nula            Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna        Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Hora	N	Desv.Est.	IC
11:00:00 AM	21	0,226148	(0,178919; 0,319999)
2:00:00 PM	21	0,226148	(0,178919; 0,319999)

Nivel de confianza individual = 97,5%

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,00	1,000
Levene	0,00	1,000

**ANOVA de un solo factor: entregado vs. Dia**

**Método**

Hipótesis nula Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Dia	7	D1; D2; D3; D4; D5; D6; D7

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dia	6	1,3257	0,22095	10,74	0,000
Error	35	0,7200	0,02057		
Total	41	2,0457			

**Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,143427	64,80%	58,77%	49,32%

**Medias**

Dia	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
D1	6	3,7667	0,1033	(3,6478; 3,8855)
D2	6	3,7667	0,1033	(3,6478; 3,8855)
D3	6	3,6333	0,1033	(3,5145; 3,7522)
D4	6	3,4667	0,2251	(3,3478; 3,5855)
D5	6	3,4000	0,1549	(3,2811; 3,5189)
D6	6	3,3333	0,1366	(3,2145; 3,4522)
D7	6	3,3333	0,1366	(3,2145; 3,4522)

Desv.Est. agrupada = 0,143427

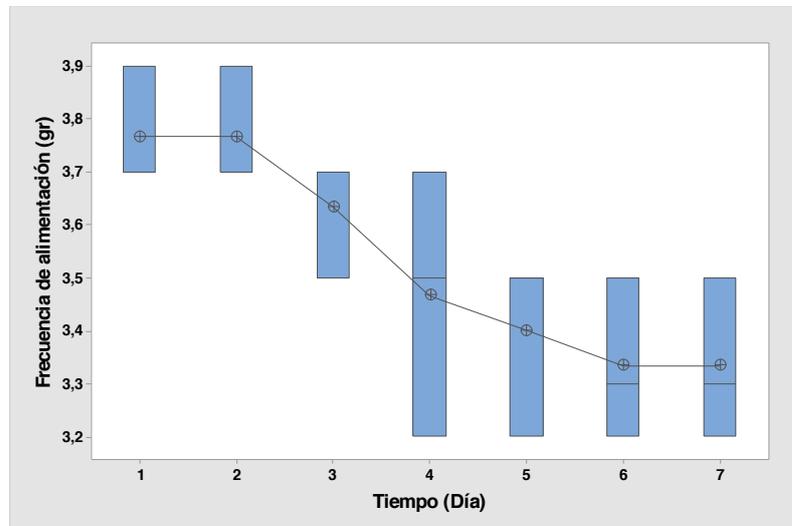
**Comparaciones en parejas de Tukey**

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

Día	N	Media	Agrupación		
D2	6	3,7667	A		
D1	6	3,7667	A		
D3	6	3,6333	A	B	
D4	6	3,4667		B	C
D5	6	3,4000		B	C
D7	6	3,3333			C
D6	6	3,3333			C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Gráfica de caja de entregado**



**ANOVA de un solo factor: entregado vs. Hora**

**Método**

Hipótesis nula      Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna      No todas las medias son iguales  
 Nivel de significancia       $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Hora	2	11:00:00 AM; 2:00:00 PM

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Hora	1	0,00000	0,000000	0,00	1,000
Error	40	2,04571	0,051143		

Total 41 2,04571  
**Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,226148	0,00%	0,00%	0,00%

**Medias**

Hora	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
11:00:00 AM	21	3,5286	0,2261	(3,4288; 3,6283)
2:00:00 PM	21	3,5286	0,2261	(3,4288; 3,6283)

*Desv.Est. agrupada = 0,226148*

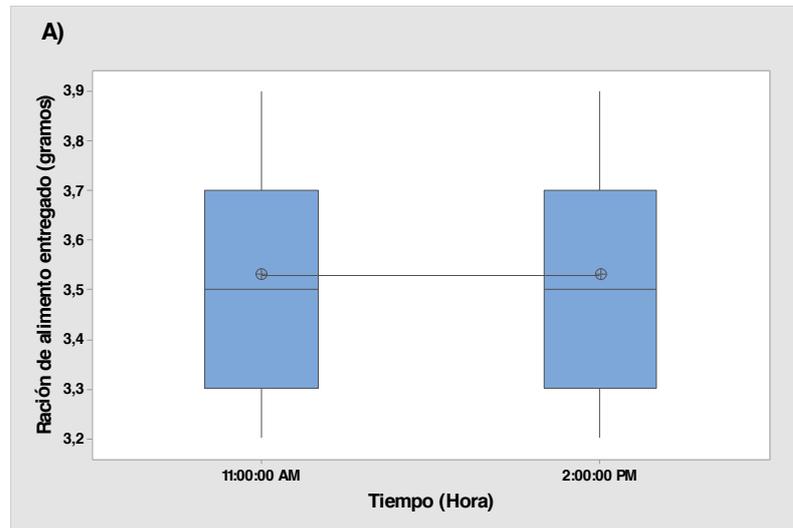
**Comparaciones en parejas de Tukey**

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

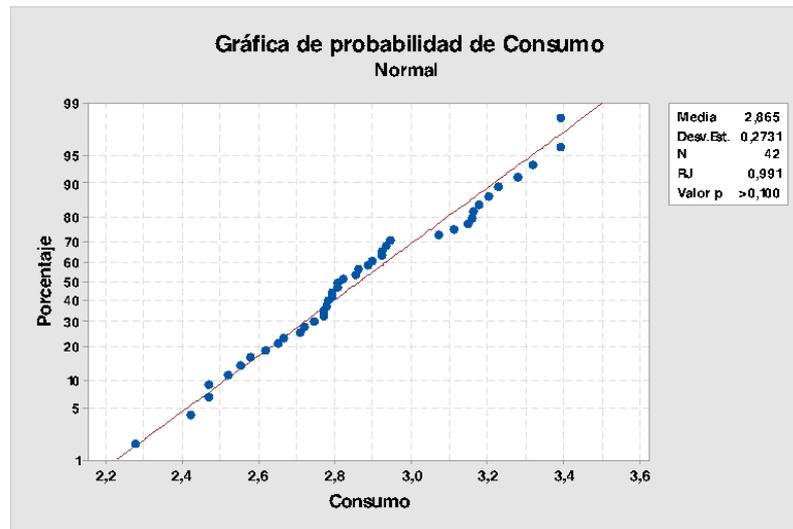
Hora	N	Media	Agrupación
2:00:00 PM	21	3,5286	A
11:00:00 AM	21	3,5286	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Gráfica de caja de entregado**



**Apéndice F Análisis estadístico del parámetro productivo alimento consumido  
(Armijos H. & Villafuerte G., 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: Consumo vs. Hora**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Hora	N	Desv.Est.	IC
11:00:00 AM	21	0,301033	(0,237911; 0,426414)
2:00:00 PM	21	0,245429	(0,173704; 0,388206)

*Nivel de confianza individual = 97,5%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	1,13	0,287
Levene	1,79	0,188

**Prueba de igualdad de varianzas: Consumo vs. Día.**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Día.	N	Desv.Est.	IC
D1	6	0,236909	(0,125286; 0,81208)

D2	6	0,176846	(0,058807; 0,96405)
D3	6	0,237405	(0,038160; 2,67738)
D4	6	0,278472	(0,068766; 2,04423)
D5	6	0,233018	(0,058752; 1,67530)
D6	6	0,286972	(0,085195; 1,75228)
D7	6	0,124770	(0,028995; 0,97327)

Nivel de confianza individual = 99,2857%

### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,709
Levene	0,57	0,748

### Prueba de igualdad de varianzas: Consumo vs. Replica

#### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Replica	N	Desv.Est.	IC
T1	14	0,244011	(0,158880; 0,452059)
T2	14	0,287780	(0,172278; 0,579879)
T3	14	0,229892	(0,166451; 0,383006)

Nivel de confianza individual = 98,3333%

### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,707
Levene	0,19	0,824

### ANOVA de un solo factor: Consumo vs. Replica

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Replica	3	T1; T2; T3

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Replica	2	0,5209	0,26044	4,00	0,026
Error	39	2,5377	0,06507		
Total	41	3,0586			

#### Medias

Replica	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	14	2,8980	0,2440	(2,7601; 3,0359)
T2	14	2,7146	0,2878	(2,5767; 2,8525)
T3	14	2,9811	0,2299	(2,8432; 3,1190)

Desv.Est. agrupada = 0,255088

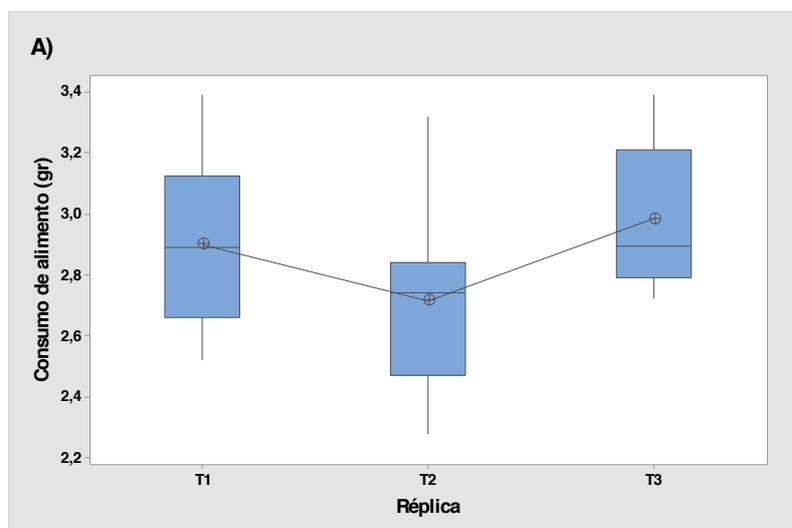
### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Replica	N	Media	Agrupación	
T3	14	2,9811	A	
T1	14	2,8980	A	B
T2	14	2,7146		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Gráfica de caja de Consumo



### ANOVA de un solo factor: Consumo vs. Día.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Día.	7	D1; D2; D3; D4; D5; D6; D7

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Día.	6	1,191	0,19850	3,72	0,006
Error	35	1,868	0,05336		
Total	41	3,059			

#### Medias

Día.	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
D1	6	3,0627	0,2369	(2,8712; 3,2541)
D2	6	3,1027	0,1768	(2,9112; 3,2941)
D3	6	2,9873	0,2374	(2,7959; 3,1788)
D4	6	2,759	0,278	(2,567; 2,950)
D5	6	2,7720	0,2330	(2,5806; 2,9634)
D6	6	2,721	0,287	(2,530; 2,913)
D7	6	2,6473	0,1248	(2,4559; 2,8388)

Desv.Est. agrupada = 0,231000

#### Comparaciones en parejas de Tukey

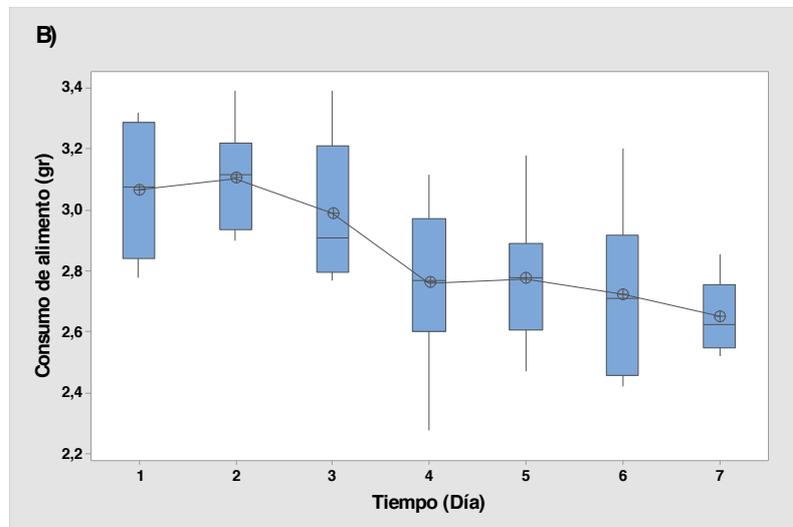
#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Día.	N	Media	Agrupación	
D2	6	3,1027	A	
D1	6	3,0627	A	B
D3	6	2,9873	A	B

D5	6	2,7720	A	B
D4	6	2,759	A	B
D6	6	2,721	A	B
D7	6	2,6473		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Gráfica de caja de Consumo



### ANOVA de un solo factor: Consumo vs. Hora

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Hora	2	11:00:00 AM; 2:00:00 PM

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Hora	1	0,04149	0,04149	0,55	0,463
Error	40	3,01712	0,07543		
Total	41	3,05861			

#### Medias

Hora	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
11:00:00 AM	21	2,8960	0,3010	(2,7749; 3,0171)
2:00:00 PM	21	2,8331	0,2454	(2,7120; 2,9543)

Desv.Est. agrupada = 0,274642

#### Comparaciones en parejas de Tukey

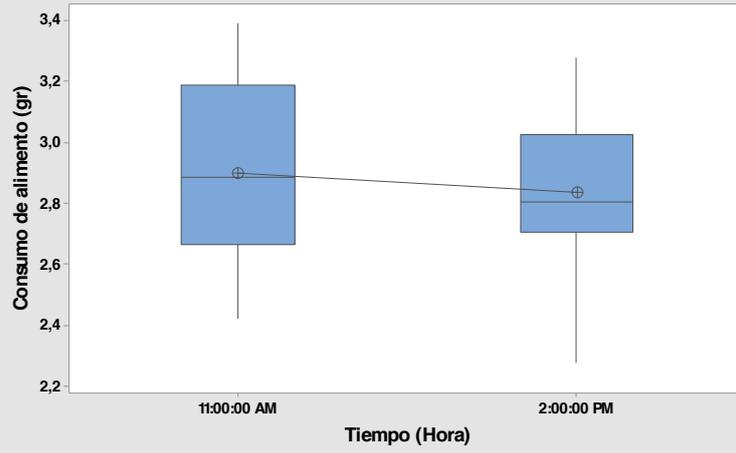
#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Hora	N	Media	Agrupación
11:00:00 AM	21	2,8960	A
2:00:00 PM	21	2,8331	A

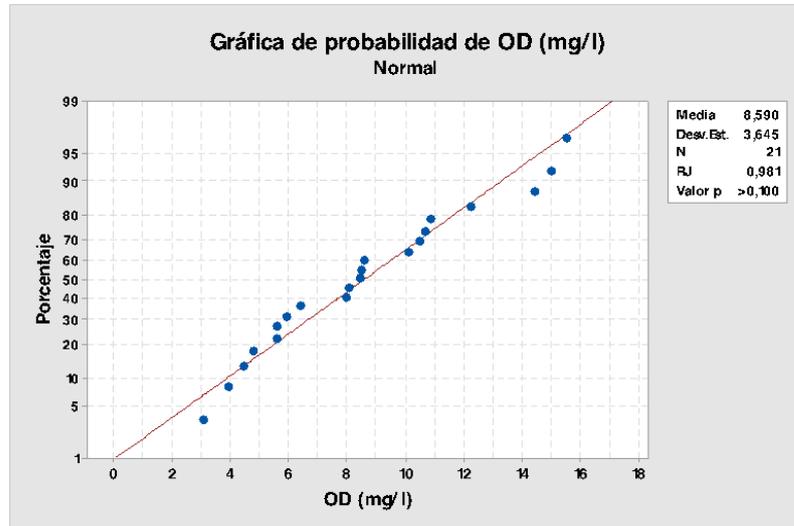
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Gráfica de caja de Consumo

C)



**Apéndice G Análisis estadístico del parámetro físico Oxígeno disuelto (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021)**



**Prueba de igualdad de varianzas: OD vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula                      Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna                  Por lo menos una varianza es diferente  
 Nivel de significancia                       $\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Tanque	N	Desv.Est.	IC
T1	21	0,187353	(0,129210; 0,306614)
T2	21	0,313437	(0,181645; 0,610440)
T3	21	0,182356	(0,127023; 0,295475)

*Nivel de confianza individual = 98,3333%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,273
Levene	2,72	0,074

**Prueba de igualdad de varianzas: OD (mg/l) vs. DIA**

**Método**

Hipótesis nula                      Todas las varianzas son iguales  
 Hipótesis alterna                  Por lo menos una varianza es diferente  
 Nivel de significancia                       $\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

DIA	N	Desv.Est.	IC
-----	---	-----------	----

D1	3	2,36009	(0,0000930; 579845)
D2	3	3,80434	(0,0001499; 934679)
D3	3	1,57305	(0,0000620; 386479)
D4	3	3,88904	(0,0001532; 955489)
D5	3	3,55245	(0,0001400; 872793)
D6	3	4,17723	(0,0001646; 1026293)
D7	3	3,32685	(0,0001311; 817365)

Nivel de confianza individual = 99,2857%

### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,841
Levene	0,21	0,968

### Prueba de igualdad de varianzas: OD. vs. Hora/Tanque

#### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Hora/Tanque	N	Desv.Est.	IC
11:00	21	0,167762	(0,112350; 0,282735)
14:00	21	0,297790	(0,176194; 0,568059)
16:45	21	0,200875	(0,130012; 0,350295)

Nivel de confianza individual = 98,3333%

### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,224
Levene	2,43	0,097

### ANOVA de un solo factor: OD (mg/l) vs. DIA

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
DIA	7	D1; D2; D3; D4; D5; D6; D7

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
DIA	6	108,1	18,02	1,60	0,219
Error	14	157,6	11,25		

Total 20 265,7  
**Medias**

DIA	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
D1	3	6,02	2,36	(1,86; 10,17)
D2	3	11,45	3,80	(7,30; 15,61)
D3	3	4,869	1,573	(0,715; 9,023)
D4	3	8,38	3,89	(4,22; 12,53)
D5	3	11,04	3,55	(6,89; 15,20)
D6	3	9,73	4,18	(5,58; 13,89)
D7	3	8,64	3,33	(4,49; 12,79)

Desv.Est. agrupada = 3,35472

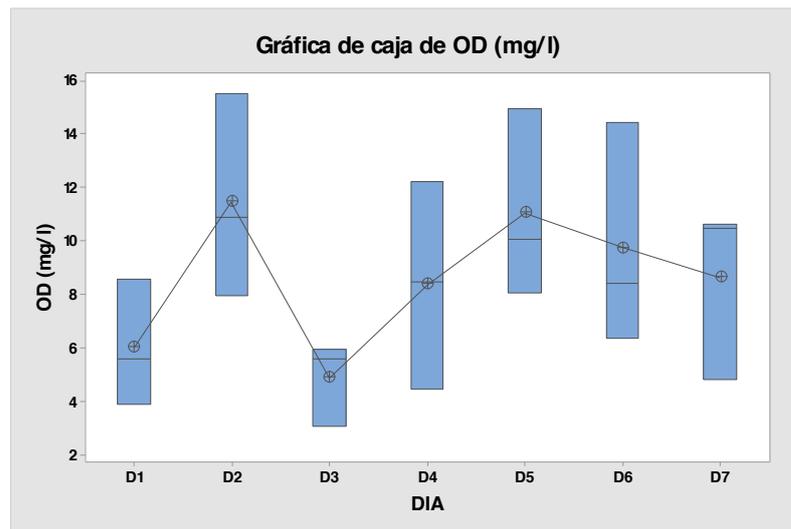
### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

DIA	N	Media	Agrupación
D2	3	11,45	A
D5	3	11,04	A
D6	3	9,73	A
D7	3	8,64	A
D4	3	8,38	A
D1	3	6,02	A
D3	3	4,869	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Gráfica de caja de OD (mg/l)



### ANOVA de un solo factor: OD vs. TANQUE

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TANQUE	3	T1; T2; T3

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	0,5509	0,27546	4,96	0,010
Error	60	3,3319	0,05553		

Total 62 3,8829

**Medias**

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	21	0,9171	0,1874	(0,8142; 1,0199)
T2	21	0,9536	0,3134	(0,8507; 1,0564)
T3	21	0,7395	0,1824	(0,6366; 0,8423)

Desv.Est. agrupada = 0,235653

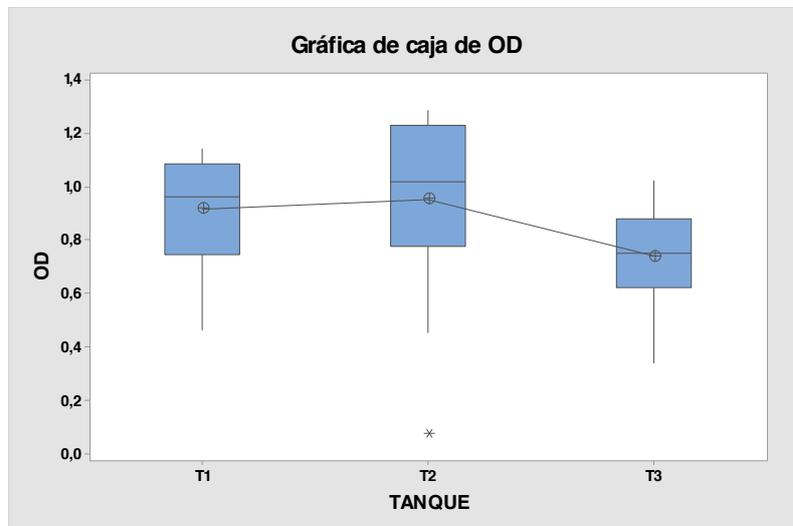
**Comparaciones en parejas de Tukey**

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

TANQUE	N	Media	Agrupación
T2	21	0,9536	A
T1	21	0,9171	A
T3	21	0,7395	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Gráfica de caja de OD**



**ANOVA de un solo factor: OD. vs. Hora/Tanque**

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Hora/Tanque	3	11:00; 14:00; 16:45

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Hora/Tanque	2	0,7394	0,36969	7,06	0,002
Error	60	3,1435	0,05239		
Total	62	3,8829			

**Medias**

Hora/Tanque	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
11:00	21	0,7234	0,1678	(0,6235; 0,8233)

14:00	21	0,9048	0,2978	(0,8049; 1,0048)
16:45	21	0,9818	0,2009	(0,8819; 1,0818)

*Desv.Est. agrupada = 0,228891*

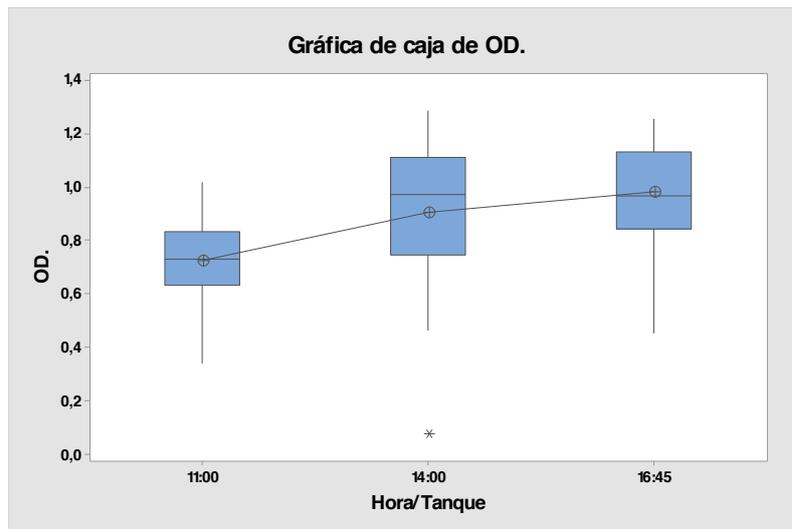
### Comparaciones en parejas de Tukey

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

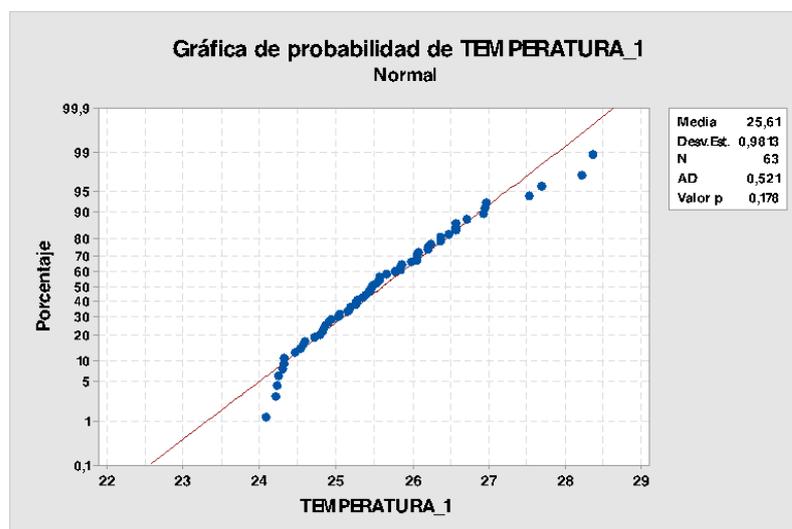
Hora/Tanque	N	Media	Agrupación
16:45	21	0,9818	A
14:00	21	0,9048	A
11:00	21	0,7234	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### Gráfica de caja de OD.



**Apéndice H Análisis estadístico del parámetro físico Temperatura (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021)**



**Prueba de igualdad de varianzas: TEMPERATURA vs. DIA**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

DIA_1	N	Desv.Est.	IC
D1	3	0,619806	(0,0000244; 152279)
D2	3	0,466202	(0,0000184; 114540)
D3	3	0,189571	(0,0000075; 46575)
D4	3	0,364966	(0,0000144; 89668)
D5	3	0,642654	(0,0000253; 157892)
D6	3	0,632218	(0,0000249; 155328)
D7	3	0,382637	(0,0000151; 94009)

*Nivel de confianza individual = 99,2857%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,691
Levene	0,18	0,979

**Prueba de igualdad de varianzas: TEMPERATURA vs. TANQUE**

## Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

TANQUE	N	Desv.Est.	IC
T1	21	1,00818	(0,640669; 1,79063)
T2	21	1,15384	(0,866228; 1,73471)
T3	21	0,60897	(0,468806; 0,89281)

Nivel de confianza individual = 98,3333%

## Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,012
Levene	4,06	0,022

### Prueba de igualdad de varianzas: Replica vs. Hora

## Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Hora	N	Desv.Est.	IC
11:00:00 AM	21	0,453216	(0,363074; 0,63853)
2:00:00 PM	21	0,675107	(0,520955; 0,98744)
4:45:00 PM	21	0,894302	(0,583098; 1,54808)

Nivel de confianza individual = 98,3333%

## Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,064
Levene	1,65	0,200

### ANOVA de un solo factor: TEMPERATURA vs. DIA

## Información del factor

Factor	Niveles	Valores
DIA	7	D1; D2; D3; D4; D5; D6; D7

## Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
DIA	6	4,106	0,6843	2,77	0,055

Error	14	3,460	0,2471
Total	20	7,565	

**Medias**

DIA	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
D1	3	25,939	0,620	(25,323; 26,554)
D2	3	25,590	0,466	(24,974; 26,206)
D3	3	25,031	0,190	(24,416; 25,647)
D4	3	24,963	0,365	(24,348; 25,579)
D5	3	25,516	0,643	(24,900; 26,131)
D6	3	26,187	0,632	(25,571; 26,802)
D7	3	26,017	0,383	(25,401; 26,632)

Desv.Est. agrupada = 0,497100

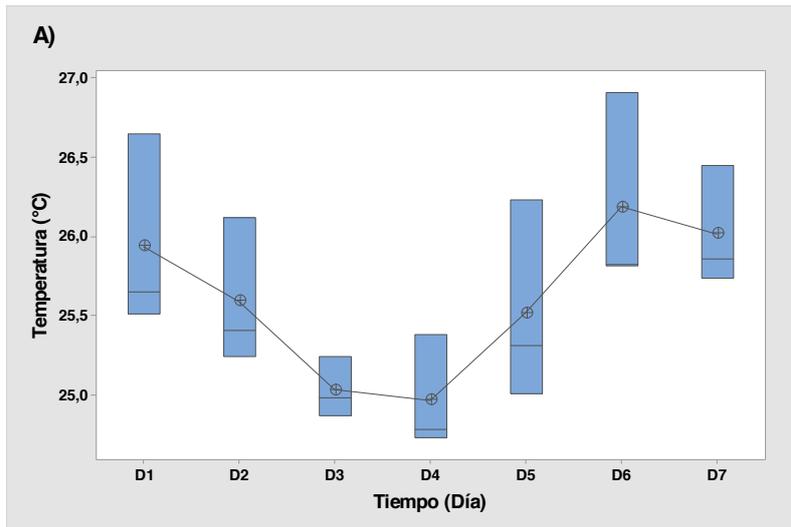
**Comparaciones en parejas de Tukey**

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

DIA	N	Media	Agrupación
D6	3	26,187	A
D7	3	26,017	A
D1	3	25,939	A
D2	3	25,590	A
D5	3	25,516	A
D3	3	25,031	A
D4	3	24,963	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Gráfica de caja de TEMPERATURA**



**ANOVA de un solo factor: Replica. vs. Hora**

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Hora	3	11:00:00 AM; 2:00:00 PM; 4:45:00 PM

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Hora	2	29,46	14,7282	30,24	0,000

Error	60	29,22	0,4870
Total	62	58,68	

### Medias

Hora	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
11:00:00 AM	21	24,7205	0,4532	(24,4159; 25,0251)
2:00:00 PM	21	25,712	0,675	(25,408; 26,017)
4:45:00 PM	21	26,385	0,894	(26,081; 26,690)

Desv.Est. agrupada = 0,697842

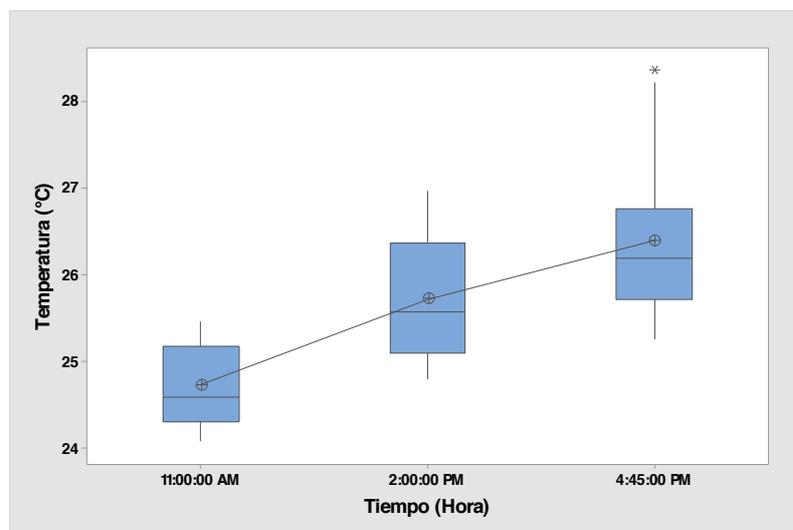
### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Hora	N	Media	Agrupación
4:45:00 PM	21	26,385	A
2:00:00 PM	21	25,712	B
11:00:00 AM	21	24,7205	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Gráfica de caja de Replica.



## ANOVA de un solo factor: TEMPERATURA vs. TANQUE

### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TANQUE	3	T1; T2; T3

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	5,330	2,6652	2,94	0,060
Error	60	54,372	0,9062		
Total	62	59,703			

### Medias

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	21	25,541	1,008	(25,126; 25,957)
T2	21	26,000	1,154	(25,585; 26,416)
T3	21	25,299	0,609	(24,884; 25,715)

*Desv.Est. agrupada = 0,951948*

**Comparaciones en parejas de Tukey**

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

TANQUE	N	Media	Agrupación
T2	21	26,000	A
T1	21	25,541	A
T3	21	25,299	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*



T1	3	3,51321	(0,0134407; 5484,64)
T2	3	0,67840	(0,0025954; 1059,09)
T3	3	0,08505	(0,0003254; 132,77)

Nivel de confianza individual = 98,75%

#### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,000
Levene	0,82	0,517

#### ANOVA de un solo factor: NH4 vs. TIEMPO DE MUESTREO

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TIEMPO DE MUESTREO	4	T0; T1; T2; T3

##### Análisis de Varianza

Fuente	G L	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TIEMPO DE MUESTREO	3	12,49	4,163	0,87	0,493
Error	8	38,07	4,759		
Total	11	50,56			

##### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
2,18141	24,70%	0,00%	0,00%

##### Medias

TIEMPO DE MUESTREO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T0	3	2,11	2,49	(-0,80; 5,01)
T1	3	2,70	3,51	(-0,21; 5,60)
T2	3	0,627	0,678	(-2,278; 3,531)
T3	3	0,2233	0,0850	(-2,6809; 3,1276)

Desv.Est. agrupada = 2,18141

##### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TIEMPO DE MUESTREO	N	Media	Agrupación
T1	3	2,70	A
T0	3	2,11	A
T2	3	0,627	A
T3	3	0,2233	A

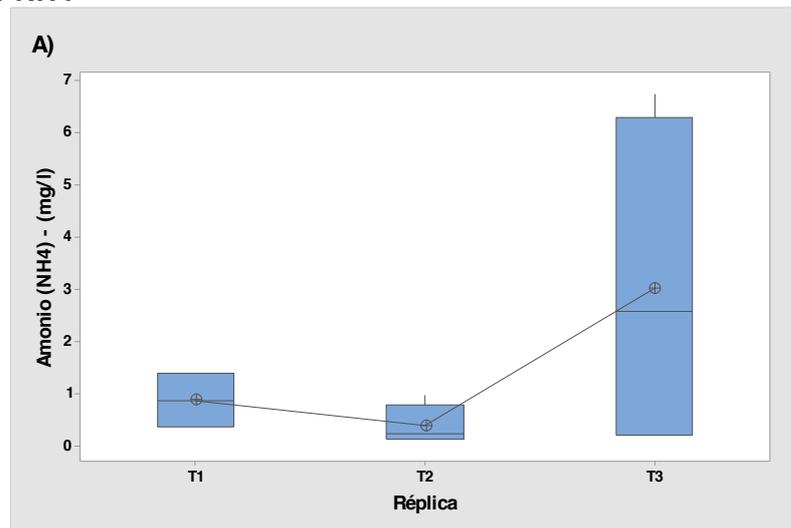
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

##### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
T1 - T0	0,59	1,78	(-5,12; 6,30)	0,33	0,987
T2 - T0	-1,48	1,78	(-7,19; 4,23)	-0,83	0,839
T3 - T0	-1,88	1,78	(-7,59; 3,82)	-1,06	0,723
T2 - T1	-2,07	1,78	(-7,78; 3,64)	-1,16	0,665
T3 - T1	-2,47	1,78	(-8,18; 3,23)	-1,39	0,539
T3 - T2	-0,40	1,78	(-6,11; 5,30)	-0,23	0,996

Nivel de confianza individual = 98,74%

### Gráfica de caja de NH4



### ANOVA de un solo factor: NH4 vs. TANQUE

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TANQUE	3	TQ1; TQ2; TQ3

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	15,72	7,862	2,03	0,187
Error	9	34,83	3,870		
Total	11	50,56			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,96731	31,10%	15,79%	0,00%

#### Medias

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
--------	---	-------	-----------	-----------

TQ1	4	0,860	0,585	(-1,365; 3,085)
TQ2	4	0,373	0,396	(-1,853; 2,598)
TQ3	4	3,01	3,33	(0,78; 5,23)

Desv.Est. agrupada = 1,96731

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TANQUE	N	Media	Agrupación
TQ3	4	3,01	A
TQ1	4	0,860	A
TQ2	4	0,373	A

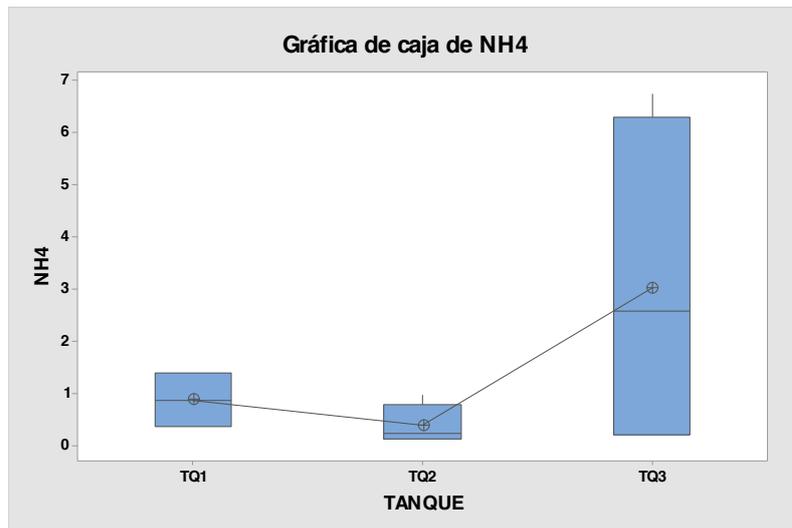
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

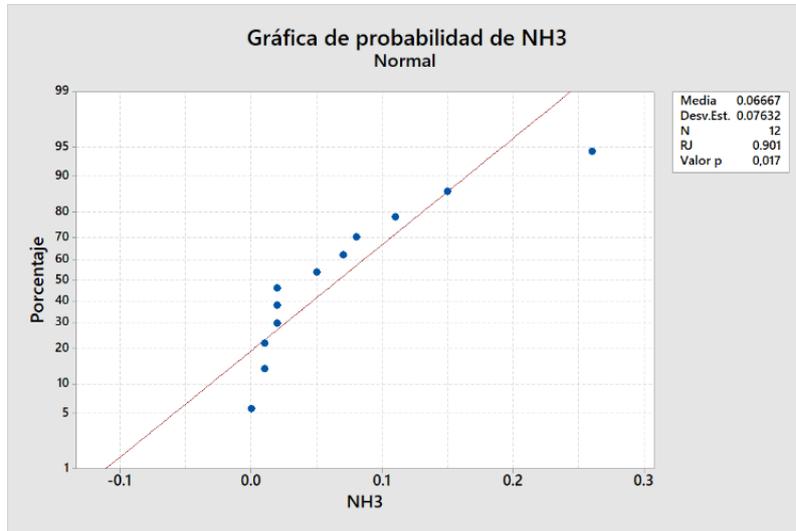
Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
TQ2 - TQ1	-0,49	1,39	(-4,37; 3,40)	-0,35	0,935
TQ3 - TQ1	2,15	1,39	(-1,74; 6,03)	1,54	0,317
TQ3 - TQ2	2,64	1,39	(-1,25; 6,52)	1,89	0,196

Nivel de confianza individual = 97,91%

### Gráfica de caja de NH4



**Apéndice J Análisis estadístico del parámetro químico NH<sub>3</sub> (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021)**



**Prueba de igualdad de varianzas: NH<sub>3</sub> vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

TANQUE	N	Desv.Est.	IC
TQ1	4	0,054772	(0,0099057; 0,75430)
TQ2	4	0,021602	(0,0034977; 0,33230)
TQ3	4	0,116333	(0,0167523; 2,01206)

Nivel de confianza individual = 98,3333%

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,089
Levene	1,11	0,371

**ANOVA de un solo factor: NH<sub>3</sub> vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
TANQUE	3	TQ1; TQ2; TQ3

## Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	0,01307	0,006533	1,15	0,358
Error	9	0,05100	0,005667		
Total	11	0,06407			

## Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,0752773	20,40%	2,71%	0,00%

## Medias

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TQ1	4	0,0900	0,0548	(0,0049; 0,1751)
TQ2	4	0,0200	0,0216	(-0,0651; 0,1051)
TQ3	4	0,0900	0,1163	(0,0049; 0,1751)

Desv.Est. agrupada = 0,0752773

## Comparaciones en parejas de Tukey

### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TANQUE	N	Media	Agrupación
TQ3	4	0,0900	A
TQ1	4	0,0900	A
TQ2	4	0,0200	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

## Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
TQ2 - TQ1	-0,0700	0,0532	(-0,2187; 0,0787)	-1,32	0,422
TQ3 - TQ1	0,0000	0,0532	(-0,1487; 0,1487)	0,00	1,000
TQ3 - TQ2	0,0700	0,0532	(-0,0787; 0,2187)	1,32	0,422

Nivel de confianza individual = 97,91%

## Prueba de igualdad de varianzas: NH3 vs. TIEMPO DE MUESTREO

### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

## Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

TIEMPO DE MUESTREO	N	Desv.Est.	IC
T0	3	0,055678	(0,0002130; 86,921)
T1	3	0,113578	(0,0004345; 177,312)
T2	3	0,075056	(0,0002871; 117,173)

T3 3 0,005774 (0,0000221; 9,013)  
 Nivel de confianza individual = 98,75%

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,004
Levene	0,56	0,658

**ANOVA de un solo factor: NH3 vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
TANQUE	3	TQ1, TQ2, TQ3

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	0.01307	0.006533	1.15	0.358
Error	9	0.05100	0.005667		
Total	11	0.06407			

**Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0752773	20.40%	2.71%	0.00%

**Medias**

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TQ1	4	0.0900	0.0548	(0.0049, 0.1751)
TQ2	4	0.0200	0.0216	(-0.0651, 0.1051)
TQ3	4	0.0900	0.1163	(0.0049, 0.1751)

Desv.Est. agrupada = 0.0752773

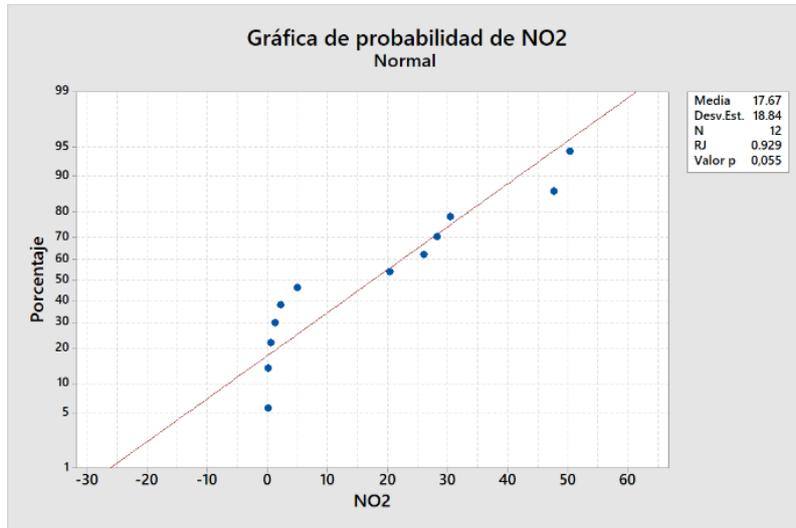
**Comparaciones en parejas de Tukey**

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

TANQUE	N	Media	Agrupación
TQ3	4	0.0900	A
TQ1	4	0.0900	A
TQ2	4	0.0200	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Apéndice K Análisis estadístico del parámetro químico NO2 (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: NO2 vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula  
 Hipótesis alterna  
 Nivel de significancia

Todas las varianzas son iguales  
 Por lo menos una varianza es diferente  
 $\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

TANQUE	N	Desv.Est.	IC
TQ1	4	23,1874	(3,05490; 438,346)
TQ2	4	13,4055	(2,04879; 218,464)
TQ3	4	23,1705	(5,11393; 261,473)

*Nivel de confianza individual = 98,3333%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,570
Levene	0,39	0,691

**ANOVA de un solo factor: NO2 vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula  
 Hipótesis alterna  
 Nivel de significancia

Todas las medias son iguales  
 No todas las medias son iguales  
 $\alpha = 0,05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
TANQUE	3	TQ1; TQ2; TQ3

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	142,5	71,24	0,17	0,846
Error	9	3762,7	418,08		
Total	11	3905,2			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
20,4470	3,65%	0,00%	0,00%

### Medias

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TQ1	4	12,9	23,2	(-10,2; 36,0)
TQ2	4	19,18	13,41	(-3,94; 42,31)
TQ3	4	20,9	23,2	(-2,2; 44,1)

Desv.Est. agrupada = 20,4470

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TANQUE	N	Media	Agrupación
TQ3	4	20,9	A
TQ2	4	19,18	A
TQ1	4	12,9	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
TQ2 - TQ1	6,3	14,5	(-34,1; 46,7)	0,43	0,902
TQ3 - TQ1	8,0	14,5	(-32,4; 48,4)	0,55	0,847
TQ3 - TQ2	1,7	14,5	(-38,6; 42,1)	0,12	0,992

Nivel de confianza individual = 97,91%

### Prueba de igualdad de varianzas: NO2 vs. TIEMPO DE MUESTREO

#### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

#### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

TIEMPO DE MUESTREO	N	Desv.Est.	IC
T0	3	0,2919	(0,0011169; 455,8)
T1	3	15,0125	(0,0574345; 23436,8)
T2	3	15,5371	(0,0594414; 24255,7)

T3 3 16,6396 (0,0636595; 25976,9)  
 Nivel de confianza individual = 98,75%

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,000
Levene	0,43	0,737

**ANOVA de un solo factor: NO2 vs. TIEMPO DE MUESTREO**

**Método**

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna: No todas las medias son iguales  
 Nivel de significancia:  $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
TIEMPO DE MUESTREO	4	T0; T1; T2; T3

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TIEMPO DE MUESTREO	3	2418	805,9	4,33	0,043
Error	8	1487	185,9		
Total	11	3905			

**Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
13,6358	61,91%	47,63%	14,30%

**Medias**

TIEMPO DE MUESTREO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T0	3	0,233	0,292	(-17,921; 18,388)
T1	3	18,51	15,01	(0,35; 36,66)
T2	3	12,49	15,54	(-5,66; 30,65)
T3	3	39,45	16,64	(21,30; 57,60)

Desv.Est. agrupada = 13,6358

**Comparaciones en parejas de Tukey**

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

TIEMPO DE MUESTREO	N	Media	Agrupación
T3	3	39,45	A
T1	3	18,51	A B
T2	3	12,49	A B
T0	3	0,233	B

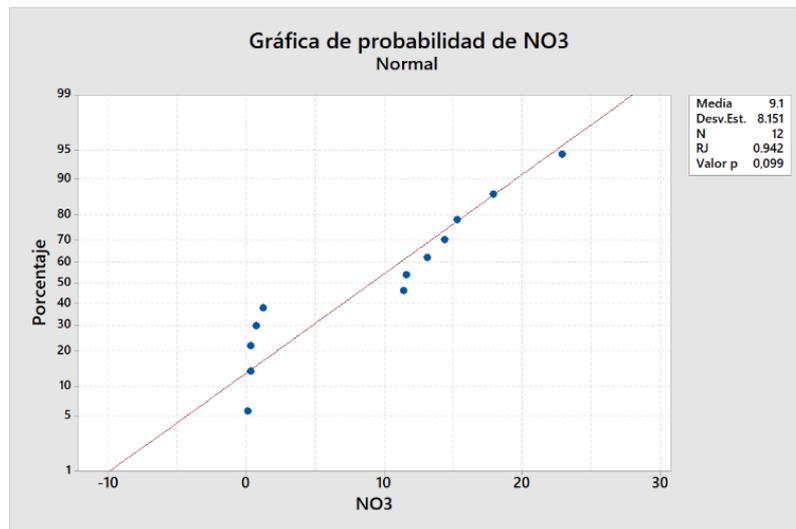
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias**

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
T1 - T0	18,3	11,1	(-17,4; 53,9)	1,64	0,410
T2 - T0	12,3	11,1	(-23,4; 47,9)	1,10	0,699
T3 - T0	39,2	11,1	(3,6; 74,9)	3,52	0,032
T2 - T1	-6,0	11,1	(-41,7; 29,6)	-0,54	0,947
T3 - T1	20,9	11,1	(-14,7; 56,6)	1,88	0,307
T3 - T2	27,0	11,1	(-8,7; 62,6)	2,42	0,150

*Nivel de confianza individual = 98,74%*

**Apéndice L Análisis estadístico del parámetro químico NO3 (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: NO3 vs. TIEMPO DE MUESTREO**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

TIEMPO DE MUESTREO	N	Desv.Est.	IC
T0	3	0,3055	(0,0011688; 476,9)
T1	3	6,4361	(0,0246230; 10047,7)
T2	3	11,8710	(0,0454156; 18532,3)
T3	3	1,9296	(0,0073822; 3012,4)

*Nivel de confianza individual = 98,75%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,000
Levene	1,13	0,394

**ANOVA de un solo factor: NO3 vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TANQUE	3	TQ1; TQ2; TQ3

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	198,4	99,19	1,68	0,240
Error	9	532,4	59,16		
Total	11	730,8			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
7,69141	27,15%	10,96%	0,00%

### Medias

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TQ1	4	3,45	5,45	(-5,25; 12,15)
TQ2	4	12,85	9,48	(4,15; 21,55)
TQ3	4	11,00	7,61	(2,30; 19,70)

Desv.Est. agrupada = 7,69141

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TANQUE	N	Media	Agrupación
TQ2	4	12,85	A
TQ3	4	11,00	A
TQ1	4	3,45	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
TQ2 - TQ1	9,40	5,44	(-5,79; 24,59)	1,73	0,247
TQ3 - TQ1	7,55	5,44	(-7,64; 22,74)	1,39	0,387
TQ3 - TQ2	-1,85	5,44	(-17,04; 13,34)	-0,34	0,939

Nivel de confianza individual = 97,91%

### Prueba de igualdad de varianzas: NO3 vs. TANQUE

#### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

TANQUE	N	Desv.Est.	IC
TQ1	4	5,44579	(0,72184; 102,327)
TQ2	4	9,48033	(1,51786; 147,477)
TQ3	4	7,61183	(1,19085; 121,180)

Nivel de confianza individual = 98,3333%

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,645
Levene	0,36	0,707

**ANOVA de un solo factor: NO3 vs. TIEMPO DE MUESTREO**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
TIEMPO DE MUESTREO	4	T0; T1; T2; T3

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TIEMPO DE MUESTREO	3	358,5	119,49	2,57	0,127
Error	8	372,3	46,54		
Total	11	730,8			

**Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
6,82202	49,05%	29,95%	0,00%

**Medias**

TIEMPO DE MUESTREO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T0	3	0,367	0,306	(-8,716; 9,449)
T1	3	8,57	6,44	(-0,52; 17,65)

T2	3	13,70	11,87	(4,62; 22,78)
T3	3	13,77	1,93	(4,68; 22,85)

*Desv.Est. agrupada = 6,82202*

### Comparaciones en parejas de Tukey

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

TIEMPO DE MUESTREO	N	Media	Agrupación
T3	3	13,77	A
T2	3	13,70	A
T1	3	8,57	A
T0	3	0,367	A

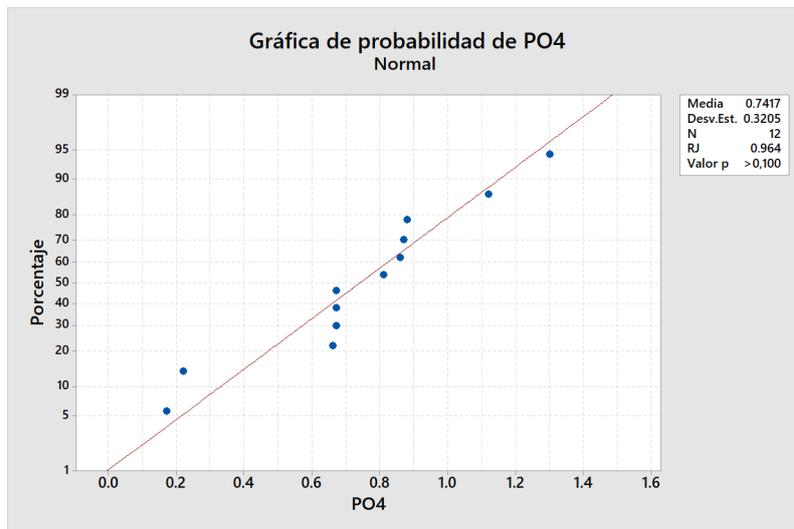
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
T1 - T0	8,20	5,57	(-9,64; 26,04)	1,47	0,495
T2 - T0	13,33	5,57	(-4,51; 31,18)	2,39	0,156
T3 - T0	13,40	5,57	(-4,44; 31,24)	2,41	0,153
T2 - T1	5,13	5,57	(-12,71; 22,98)	0,92	0,795
T3 - T1	5,20	5,57	(-12,64; 23,04)	0,93	0,789
T3 - T2	0,07	5,57	(-17,78; 17,91)	0,01	1,000

*Nivel de confianza individual = 98,74%*

**Apéndice M Análisis estadístico del parámetro químico PO4 (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: PO4 vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

TANQUE	N	Desv.Est.	IC
TQ1	4	0,315000	(0,0414488; 5,96236)
TQ2	4	0,409095	(0,0594643; 7,00971)
TQ3	4	0,293598	(0,0451932; 4,75054)

*Nivel de confianza individual = 98,3333%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,842
Levene	0,09	0,918

**ANOVA de un solo factor: PO4 vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
--------	---------	---------

TANQUE	3	TQ1; TQ2; TQ3
--------	---	---------------

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	0,07182	0,03591	0,31	0,744
Error	9	1,05835	0,11759		
Total	11	1,13017			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,342920	6,35%	0,00%	0,00%

### Medias

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TQ1	4	0,828	0,315	(0,440; 1,215)
TQ2	4	0,757	0,409	(0,370; 1,145)
TQ3	4	0,640	0,294	(0,252; 1,028)

*Desv.Est. agrupada = 0,342920*

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TANQUE	N	Media	Agrupación
TQ1	4	0,828	A
TQ2	4	0,757	A
TQ3	4	0,640	A

**Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.**

### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
TQ2 - TQ1	-0,070	0,242	(-0,747; 0,607)	-0,29	0,955
TQ3 - TQ1	-0,188	0,242	(-0,865; 0,490)	-0,77	0,728
TQ3 - TQ2	-0,117	0,242	(-0,795; 0,560)	-0,48	0,880

*Nivel de confianza individual = 97,91%*

### Prueba de igualdad de varianzas: PO4 vs. TIEMPO DE MUESTREO

#### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

TIEMPO DE MUESTREO	N	Desv.Est.	IC
T0	3	0,638462	(0,0024426; 996,733)
T1	3	0,106927	(0,0004091; 166,928)
T2	3	0,225462	(0,0008626; 351,980)
T3	3	0,112694	(0,0004311; 175,932)

Nivel de confianza individual = 98,75%

#### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,126
Levene	0,63	0,617

#### ANOVA de un solo factor: PO4 vs. TIEMPO DE MUESTREO

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

##### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TIEMPO DE MUESTREO	4	T0; T1; T2; T3

##### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TIEMPO DE MUESTREO	3	0,1650	0,05499	0,46	0,721
Error	8	0,9652	0,12065		
Total	11	1,1302			

##### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,347347	14,60%	0,00%	0,00%

##### Medias

TIEMPO DE MUESTREO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T0	3	0,563	0,638	(0,101; 1,026)
T1	3	0,7867	0,1069	(0,3242; 1,2491)
T2	3	0,887	0,225	(0,424; 1,349)
T3	3	0,7300	0,1127	(0,2676; 1,1924)

Desv.Est. agrupada = 0,347347

##### Comparaciones en parejas de Tukey

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

TIEMPO DE MUESTREO	N	Media	Agrupación
T2	3	0,887	A
T1	3	0,7867	A
T3	3	0,7300	A
T0	3	0,563	A

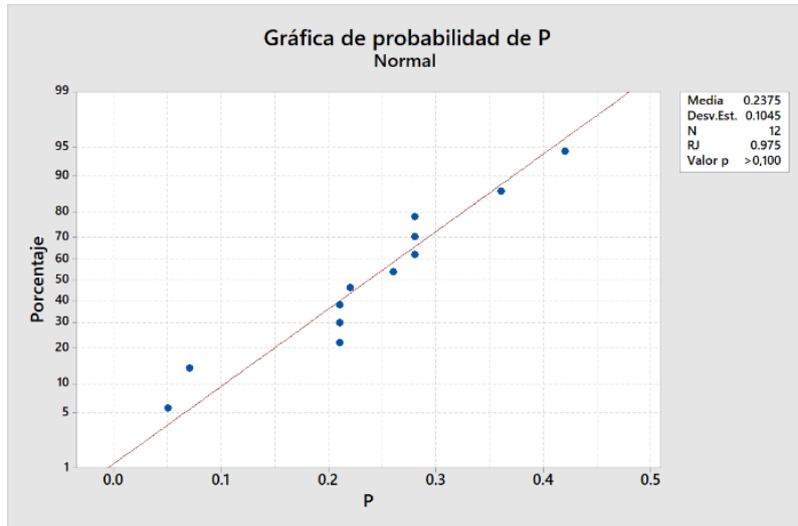
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias**

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
T1 - T0	0,223	0,284	(-0,685; 1,132)	0,79	0,858
T2 - T0	0,323	0,284	(-0,585; 1,232)	1,14	0,677
T3 - T0	0,167	0,284	(-0,742; 1,075)	0,59	0,933
T2 - T1	0,100	0,284	(-0,808; 1,008)	0,35	0,984
T3 - T1	-0,057	0,284	(-0,965; 0,852)	-0,20	0,997
T3 - T2	-0,157	0,284	(-1,065; 0,752)	-0,55	0,943

*Nivel de confianza individual = 98,74%*

**Apéndice N Análisis estadístico del parámetro químico P (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: P vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

TANQUE	N	Desv.Est.	IC
TQ1	4	0,103441	(0,0136575; 1,95129)
TQ2	4	0,133760	(0,0193595; 2,30179)
TQ3	4	0,094692	(0,0147350; 1,51562)

*Nivel de confianza individual = 98,3333%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,832
Levene	0,06	0,944

**ANOVA de un solo factor: P vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
TANQUE	3	TQ1; TQ2; TQ3

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	0,007350	0,003675	0,29	0,752
Error	9	0,112675	0,012519		
Total	11	0,120025			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,111890	6,12%	0,00%	0,00%

### Medias

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TQ1	4	0,2650	0,1034	(0,1384; 0,3916)
TQ2	4	0,2425	0,1338	(0,1159; 0,3691)
TQ3	4	0,2050	0,0947	(0,0784; 0,3316)

Desv.Est. agrupada = 0,111890

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TANQUE	N	Media	Agrupación
TQ1	4	0,2650	A
TQ2	4	0,2425	A
TQ3	4	0,2050	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
TQ2 - TQ1	-0,0225	0,0791	(-0,2435; 0,1985)	-0,28	0,957
TQ3 - TQ1	-0,0600	0,0791	(-0,2810; 0,1610)	-0,76	0,736
TQ3 - TQ2	-0,0375	0,0791	(-0,2585; 0,1835)	-0,47	0,885

Nivel de confianza individual = 97,91%

### Prueba de igualdad de varianzas: P vs. TIEMPO DE MUESTREO

#### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

#### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

TIEMPO DE MUESTREO	N	Desv.Est.	IC
T0	3	0,208087	(0,0007961; 324,854)
T1	3	0,036056	(0,0001379; 56,288)
T2	3	0,070238	(0,0002687; 109,651)

T3 3 0,040415 (0,0001546; 63,093)

Nivel de confianza individual = 98,75%

### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,143
Levene	0,63	0,614

### ANOVA de un solo factor: P vs. TANQUE

#### Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales  
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales  
 Nivel de significancia  $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TANQUE	3	TQ1; TQ2; TQ3

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	0,007350	0,003675	0,29	0,752
Error	9	0,112675	0,012519		
Total	11	0,120025			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,111890	6,12%	0,00%	0,00%

#### Medias

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TQ1	4	0,2650	0,1034	(0,1384; 0,3916)
TQ2	4	0,2425	0,1338	(0,1159; 0,3691)
TQ3	4	0,2050	0,0947	(0,0784; 0,3316)

Desv.Est. agrupada = 0,111890

#### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TANQUE	N	Media	Agrupación
TQ1	4	0,2650	A
TQ2	4	0,2425	A

TQ3

4

0,2050

A

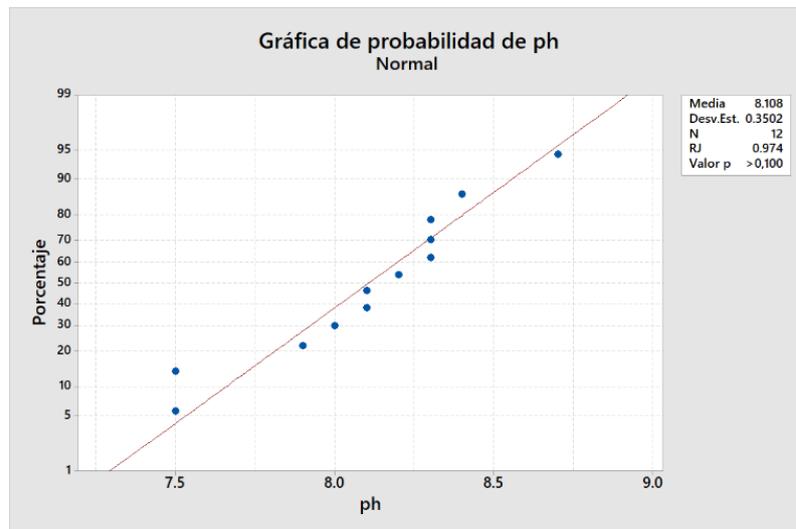
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias**

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
TQ2 - TQ1	-0,0225	0,0791	(-0,2435; 0,1985)	-0,28	0,957
TQ3 - TQ1	-0,0600	0,0791	(-0,2810; 0,1610)	-0,76	0,736
TQ3 - TQ2	-0,0375	0,0791	(-0,2585; 0,1835)	-0,47	0,885

*Nivel de confianza individual = 97,91%*

**Apéndice O Análisis estadístico del parámetro químico P (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: pH vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

TANQUE	N	Desv.Est.	IC
TQ1	4	0,250000	(0,0425604; 3,65749)
TQ2	4	0,340343	(0,0528806; 5,45564)
TQ3	4	0,359398	(0,0702531; 4,57925)

*Nivel de confianza individual = 98,3333%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,777
Levene	0,26	0,775

**ANOVA de un solo factor: pH vs. TANQUE**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

## Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TANQUE	3	TQ1; TQ2; TQ3

## Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	0,4267	0,2133	2,08	0,181
Error	9	0,9225	0,1025		
Total	11	1,3492			

## Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,320156	31,62%	16,43%	0,00%

## Medias

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TQ1	4	8,375	0,250	(8,013; 8,737)
TQ2	4	7,975	0,340	(7,613; 8,337)
TQ3	4	7,975	0,359	(7,613; 8,337)

*Desv.Est. agrupada = 0,320156*

## Comparaciones en parejas de Tukey

### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TANQUE	N	Media	Agrupación
TQ1	4	8,375	A
TQ3	4	7,975	A
TQ2	4	7,975	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

## Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
TQ2 - TQ1	-0,400	0,226	(-1,032; 0,232)	-1,77	0,234
TQ3 - TQ1	-0,400	0,226	(-1,032; 0,232)	-1,77	0,234
TQ3 - TQ2	0,000	0,226	(-0,632; 0,632)	0,00	1,000

*Nivel de confianza individual = 97,91%*

## Prueba de igualdad de varianzas: ph vs. TIEMPO DE MUESTREO

### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

## Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

TIEMPO DE MUESTREO	N	Desv.Est.	IC
T0	3	0,461880	(0,0017670; 721,063)
T1	3	0,435890	(0,0016676; 680,488)
T2	3	0,057735	(0,0002209; 90,133)
T3	3	0,057735	(0,0002209; 90,133)

Nivel de confianza individual = 98,75%

### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,036
Levene	0,60	0,633

### ANOVA de un solo factor: ph vs. TIEMPO DE MUESTREO

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TIEMPO DE MUESTREO	4	T0; T1; T2; T3

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TIEMPO DE MUESTREO	3	0,5292	0,1764	1,72	0,240
Error	8	0,8200	0,1025		
Total	11	1,3492			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,320156	39,22%	16,43%	0,00%

#### Medias

TIEMPO DE MUESTREO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T0	3	7,767	0,462	(7,340; 8,193)
T1	3	8,200	0,436	(7,774; 8,626)
T2	3	8,3333	0,0577	(7,9071; 8,7596)
T3	3	8,1333	0,0577	(7,7071; 8,5596)

#### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

TIEMPO DE MUESTREO	N	Media	Agrupación
T2	3	8,3333	A
T1	3	8,200	A
T3	3	8,1333	A
T0	3	7,767	A

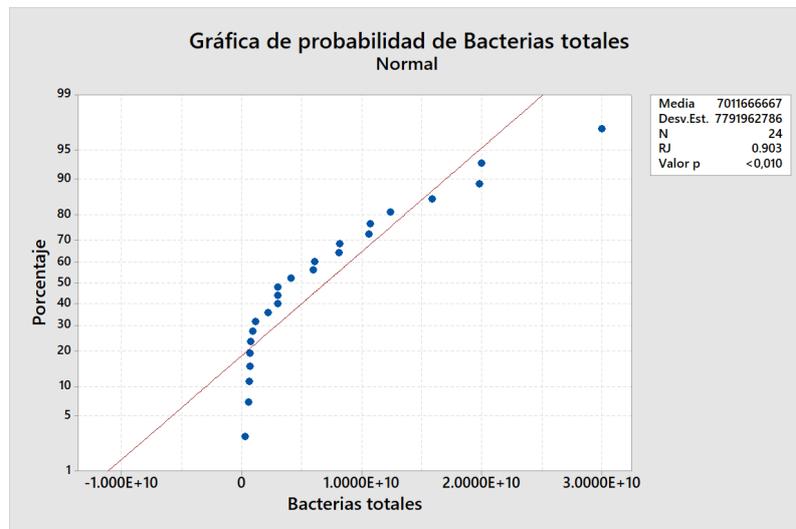
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias**

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
T1 - T0	0,433	0,261	(-0,404; 1,271)	1,66	0,402
T2 - T0	0,567	0,261	(-0,271; 1,404)	2,17	0,212
T3 - T0	0,367	0,261	(-0,471; 1,204)	1,40	0,531
T2 - T1	0,133	0,261	(-0,704; 0,971)	0,51	0,954
T3 - T1	-0,067	0,261	(-0,904; 0,771)	-0,26	0,994
T3 - T2	-0,200	0,261	(-1,037; 0,637)	-0,77	0,868

*Nivel de confianza individual = 98,74%*

**Apéndice P Análisis estadístico del parámetro microbiológico Bacterias totales (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: Bacterias totales vs. Replica**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Replica	N	Desv.Est.	IC
TM1	8	6,51642E+09	(1915510666; 3,16351E+10)
TM2	8	6,61995E+09	(1857441804; 3,36689E+10)
TM3	8	1,03603E+10	(3269400149; 4,68506E+10)

*Nivel de confianza individual = 98,3333%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,729
Levene	0,79	0,468

**ANOVA de un solo factor: Bacterias totales vs. Replica**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Replica	3	TM1; TM2; TM3

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Replica	2	4,10683E+19	2,05342E+19	0,32	0,731
Error	21	1,35537E+21	6,45414E+19		
Total	23	1,39644E+21			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
8033766259	2,94%	0,00%	0,00%

### Medias

Replica	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TM1	8	6166875000	6516424270	(260011998; 12073738002)
TM2	8	6008750000	6619949153	(101886998; 11915613002)
TM3	8	8859375000	10360342120	(2952511998; 14766238002)

Desv.Est. agrupada = 8033766259

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Replica	N	Media	Agrupación
TM3	8	8859375000	A
TM1	8	6166875000	A
TM2	8	6008750000	A

**Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.**

#### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
TM2 - TM1	-158125000	4016883129	(-1,02698E+10; 9953575468)	-0,04	0,999
TM3 - TM1	2692500000	4016883129	(-7419200468; 12804200468)	0,67	0,783
TM3 - TM2	2850625000	4016883129	(-7261075468; 12962325468)	0,71	0,761

Nivel de confianza individual = 98,00%

#### Prueba de igualdad de varianzas: Bacterias totales vs. Tiempo

##### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Tiempo	N	Desv.Est.	IC
t0	6	1,12362E+10	(2000688593; 1,08108E+11)
t1	6	4,87504E+09	(1407915995; 2,89186E+10)
t2	6	8,34846E+09	(3243285636; 3,68151E+10)
t3	6	3,23890E+09	(998081795; 1,80064E+10)

Nivel de confianza individual = 98,75%

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,238
Levene	2,00	0,146

**ANOVA de un solo factor: Bacterias totales vs. Tiempo**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Tiempo	4	t0; t1; t2; t3

**Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo	3	2,45408E+20	8,18028E+19	1,42	0,266
Error	20	1,15103E+21	5,75515E+19		
Total	23	1,39644E+21			

**Resumen del modelo**

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
7586268763	17,57%	5,21%	0,00%

**Medias**

Tiempo	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
t0	6	11583333333	11236221192	(5122935045; 18043731622)
t1	6	4782500000	4875038205	(-1677898288; 11242898288)
t2	6	8319166667	8348458790	(1858768378; 14779564955)

t3      6      3361666667      3238898990      (-3098731622; 9822064955)

*Desv.Est. agrupada = 7586268763*

**Comparaciones en parejas de Tukey**

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

Tiempo	N	Media	Agrupación
t0	6	11583333333	A
t2	6	8319166667	A
t1	6	4782500000	A
t3	6	3361666667	A

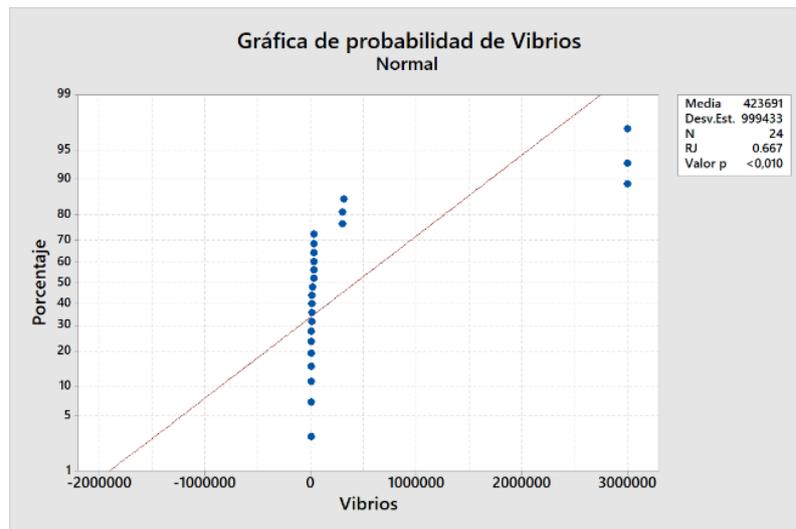
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias**

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
t1 - t0	-6800833333	4379934313	(-1,90653E+10; 5463608431)	-1,55	0,427
t2 - t0	-3264166667	4379934313	(-1,55286E+10; 9000275098)	-0,75	0,878
t3 - t0	-8221666667	4379934313	(-2,04861E+10; 4042775098)	-1,88	0,269
t2 - t1	3536666667	4379934313	(-8727775098; 15801108431)	0,81	0,850
t3 - t1	-1420833333	4379934313	(-1,36853E+10; 10843608431)	-0,32	0,988
t3 - t2	-4957500000	4379934313	(-1,72219E+10; 7306941764)	-1,13	0,675

*Nivel de confianza individual = 98,89%*

**Apéndice Q Análisis estadístico del parámetro microbiológico Vibrios (Armijos & Villafuerte, Análisis estadístico de los parámetros químicos-físicos y microbiológicos de calidad de agua., 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: Vibrios vs. Replica**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Replica	N	Desv.Est.	IC
TM1	8	1045537	(160167; 9739588)
TM2	8	1045988	(159832; 9768462)
TM3	8	1046304	(160137; 9755740)

*Nivel de confianza individual = 98,3333%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	1,000
Levene	0,00	1,000

**Prueba de igualdad de varianzas: log vs. Replica**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Replica	N	Desv.Est.	IC
TM1	8	1.01619	(0.383317, 3.84441)
TM2	8	1.03576	(0.352773, 4.33968)
TM3	8	1.19893	(0.539677, 3.80094)

Nivel de confianza individual = 98.3333%

### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.924
Levene	0.11	0.897

### ANOVA de un solo factor: log vs. Replica

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Replica	3	TM1, TM2, TM3

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Replica	2	0.1137	0.05683	0.05	0.953
Error	21	24.8002	1.18096		
Total	23	24.9139			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1.08672	0.46%	0.00%	0.00%

#### Medias

Replica	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
TM1	8	4.518	1.016	(3.719, 5.317)
TM2	8	4.474	1.036	(3.675, 5.273)
TM3	8	4.355	1.199	(3.556, 5.154)

Desv.Est. agrupada = 1.08672

#### Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Replica	N	Media	Agrupación
TM1	8	4.518	A
TM2	8	4.474	A
TM3	8	4.355	A

**Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.**

### Prueba de igualdad de varianzas: log vs. Tiempo

#### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

#### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tiempo	N	Desv.Est.	IC
t0	6	0,545147	(0,362506; 1,40447)
t1	6	0,499732	(0,267827; 1,59742)
t2	6	0,348340	(0,057495; 3,61559)
t3	6	0,550613	(0,133348; 3,89498)

**Nivel de confianza individual = 98,75%**

#### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,644
Levene	1,24	0,321

### ANOVA de un solo factor: log vs. Tiempo

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tiempo	4	t0; t1; t2; t3

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo	3	20,057	6,6856	27,53	0,000
Error	20	4,857	0,2429		

Total 23 24,914

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,492807	80,50%	77,58%	71,93%

### Medias

Tiempo	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
t0	6	5,979	0,545	(5,560; 6,399)
t1	6	4,029	0,500	(3,609; 4,448)
t2	6	4,217	0,348	(3,797; 4,636)
t3	6	3,572	0,551	(3,152; 3,991)

*Desv.Est. agrupada = 0,492807*

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tiempo	N	Media	Agrupación
t0	6	5,979	A
t2	6	4,217	B
t1	6	4,029	B
t3	6	3,572	B

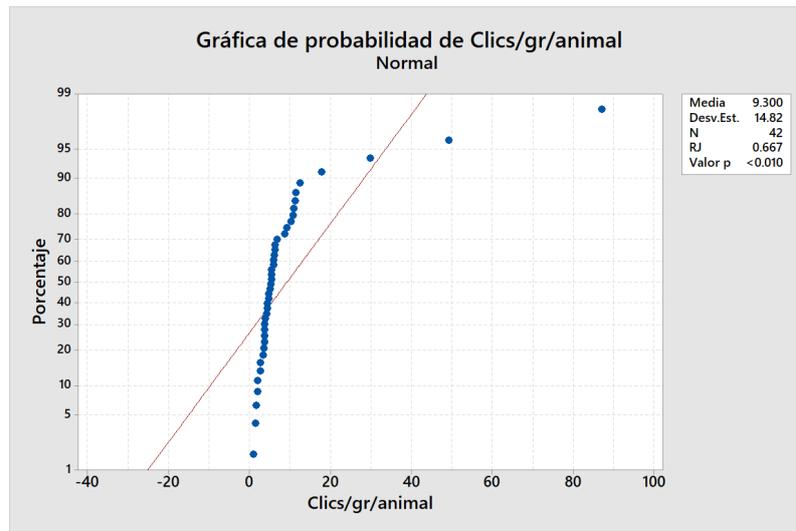
*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
t1 - t0	-1,951	0,285	(-2,748; -1,154)	-6,86	0,000
t2 - t0	-1,763	0,285	(-2,560; -0,966)	-6,20	0,000
t3 - t0	-2,408	0,285	(-3,204; -1,611)	-8,46	0,000
t2 - t1	0,188	0,285	(-0,609; 0,985)	0,66	0,910
t3 - t1	-0,457	0,285	(-1,254; 0,340)	-1,61	0,398
t3 - t2	-0,645	0,285	(-1,442; 0,152)	-2,27	0,140

*Nivel de confianza individual = 98,89%*

**Apéndice R Análisis estadístico de la unidad de respuesta alimentaria clic/g/animal  
(Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: Clics/g/animal vs. Dia**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Dia	N	Desv.Est.	IC
D1	6	2,7401	(0,64857; 20,985)
D2	6	3,2676	(0,44114; 43,877)
D3	6	2,8164	(0,73847; 19,472)
D4	6	3,6633	(0,53045; 45,861)
D5	6	3,2555	(0,41482; 46,315)
D6	6	10,9067	(1,18654; 181,736)
D7	6	35,2049	(2,66573; 842,806)

*Nivel de confianza individual = 99,2857%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,249
Levene	1,85	0,117

**ANOVA de un solo factor: Clics/g/animal vs. Dia**

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Dia	7	D1; D2; D3; D4; D5; D6; D7

## Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dia	6	1964	327,3	1,63	0,169
Error	35	7042	201,2		
Total	41	9006			

## Medias

Dia	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
D1	6	3,81	2,74	(-7,95; 15,56)
D2	6	6,88	3,27	(-4,88; 18,63)
D3	6	6,97	2,82	(-4,78; 18,73)
D4	6	6,58	3,66	(-5,17; 18,34)
D5	6	4,85	3,26	(-6,91; 16,60)
D6	6	10,69	10,91	(-1,07; 22,45)
D7	6	25,3	35,2	(13,6; 37,1)

*Desv.Est. agrupada = 14,1849*

## Comparaciones en parejas de Tukey

### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Dia	N	Media	Agrupación
D7	6	25,3	A
D6	6	10,69	A
D3	6	6,97	A
D2	6	6,88	A
D4	6	6,58	A
D5	6	4,85	A
D1	6	3,81	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

## Prueba de igualdad de varianzas: Clics/g/animal vs. Hora

### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Hora	N	Desv.Est.	IC
11:00:00 AM	21	18,0037	(5,47762; 66,2442)
2:00:00 PM	21	11,0748	(4,12022; 33,3252)

*Nivel de confianza individual = 97,5%*

## Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,41	0,522
Levene	0,33	0,568

## ANOVA de un solo factor: Clics/g/animal vs. Hora

### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Hora	2	11:00:00 AM; 2:00:00 PM

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Hora	1	70,30	70,30	0,31	0,578
Error	40	8935,67	223,39		
Total	41	9005,97			

### Medias

Hora	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
11:00:00 AM	21	10,59	18,00	(4,00; 17,19)
2:00:00 PM	21	8,01	11,07	(1,41; 14,60)

Desv.Est. agrupada = 14,9463

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Hora	N	Media	Agrupación
11:00:00 AM	21	10,59	A
2:00:00 PM	21	8,01	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

### Prueba de igualdad de varianzas: Clics/g/animal vs. Réplicas

#### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

#### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Réplicas	N	Desv.Est.	IC
T1	14	1,8211	(0,79489; 5,0330)
T2	14	7,3121	(1,91504; 33,6784)
T3	14	23,0383	(7,03584; 90,9976)

Nivel de confianza individual = 98,33333%

## Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,013
Levene	2,29	0,114

### ANOVA de un solo factor: Clics/g/animal vs. Réplicas

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Réplicas	3	T1; T2; T3

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Réplicas	2	1368	683,9	3,49	0,040
Error	39	7638	195,8		
Total	41	9006			

#### Medias

Réplicas	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	14	5,071	1,821	(-2,494; 12,637)
T2	14	5,46	7,31	(-2,10; 13,03)
T3	14	17,37	23,04	(9,80; 24,93)

*Desv.Est. agrupada = 13,9946*

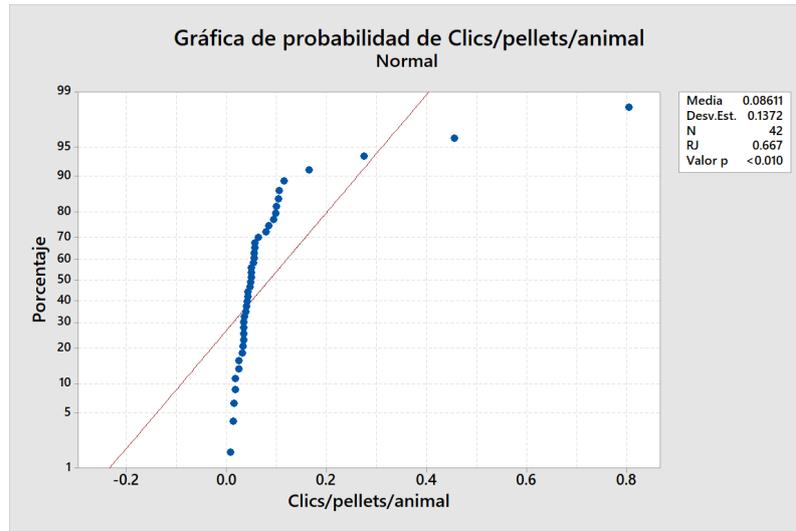
#### Comparaciones en parejas de Fisher

#### Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Réplicas	N	Media	Agrupación
T3	14	17,37	A
T2	14	5,46	B
T1	14	5,071	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Apéndice S Análisis estadístico de la unidad de respuesta alimentaria clic/pellet/animal (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: Clics/pellets/animal vs. Dia**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

Dia	N	Desv.Est.	IC
D1	6	0,025371	(0,0060052; 0,19431)
D2	6	0,030256	(0,0040846; 0,40627)
D3	6	0,026078	(0,0068377; 0,18029)
D4	6	0,033920	(0,0049116; 0,42464)
D5	6	0,030144	(0,0038409; 0,42884)
D6	6	0,100988	(0,0109865; 1,68274)
D7	6	0,325971	(0,0246827; 7,80376)

Nivel de confianza individual = 99,2857%

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,249
Levene	1,85	0,117

**ANOVA de un solo factor: Clics/pellets/animal vs. Dia**

**Información del factor**

Factor	Niveles	Valores
Dia	7	D1; D2; D3; D4; D5; D6; D7

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dia	6	0,1683	0,02806	1,63	0,169
Error	35	0,6038	0,01725		
Total	41	0,7721			

### Medias

Dia	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
D1	6	0,0353	0,0254	(-0,0736; 0,1441)
D2	6	0,0637	0,0303	(-0,0452; 0,1725)
D3	6	0,0646	0,0261	(-0,0443; 0,1734)
D4	6	0,0610	0,0339	(-0,0479; 0,1698)
D5	6	0,0449	0,0301	(-0,0640; 0,1537)
D6	6	0,0990	0,1010	(-0,0099; 0,2078)
D7	6	0,234	0,326	(0,126; 0,343)

*Desv.Est. agrupada = 0,131342*

### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Dia	N	Media	Agrupación
D7	6	0,234	A
D6	6	0,0990	A
D3	6	0,0646	A
D2	6	0,0637	A
D4	6	0,0610	A
D5	6	0,0449	A
D1	6	0,0353	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

### Prueba de igualdad de varianzas: Clics/pellets/animal vs. Hora

#### Método

Hipótesis nula

Todas las varianzas son iguales

Hipótesis alterna

Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

#### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Hora	N	Desv.Est.	IC
11:00:00 AM	21	0,166700	(0,0507187; 0,613372)
2:00:00 PM	21	0,102545	(0,0381502; 0,308567)

*Nivel de confianza individual = 97,5%*

### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0,41	0,522
Levene	0,33	0,568

### ANOVA de un solo factor: Clics/pellets/animal vs. Hora

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Hora	2	11:00:00 AM; 2:00:00 PM

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Hora	1	0,006027	0,006027	0,31	0,578
Error	40	0,766090	0,019152		
Total	41	0,772117			

#### Medias

Hora	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
11:00:00 AM	21	0,0981	0,1667	(0,0371; 0,1591)
2:00:00 PM	21	0,0741	0,1025	(0,0131; 0,1352)

*Desv.Est. agrupada = 0,138392*

#### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Hora	N	Media	Agrupación
11:00:00 AM	21	0,0981	A
2:00:00 PM	21	0,0741	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

#### Prueba de igualdad de varianzas: Clics/pellets/animal vs. Réplicas

#### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

#### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Réplicas	N	Desv.Est.	IC
T1	14	0,016862	(0,0073601; 0,046602)
T2	14	0,067705	(0,0177318; 0,311837)
T3	14	0,213318	(0,0651466; 0,842570)

*Nivel de confianza individual = 98,3333%*

#### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0,013
Levene	2,29	0,114

### ANOVA de un solo factor: Clics/pellets/animal vs. Réplicas

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Réplicas	3	T1; T2; T3

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Réplicas	2	0,1173	0,05864	3,49	0,040
Error	39	0,6548	0,01679		
Total	41	0,7721			

#### Medias

Réplicas	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	14	0,04696	0,01686	(-0,02309; 0,11701)
T2	14	0,0506	0,0677	(-0,0195; 0,1206)
T3	14	0,1608	0,2133	(0,0908; 0,2309)

*Desv.Est. agrupada = 0,129580*

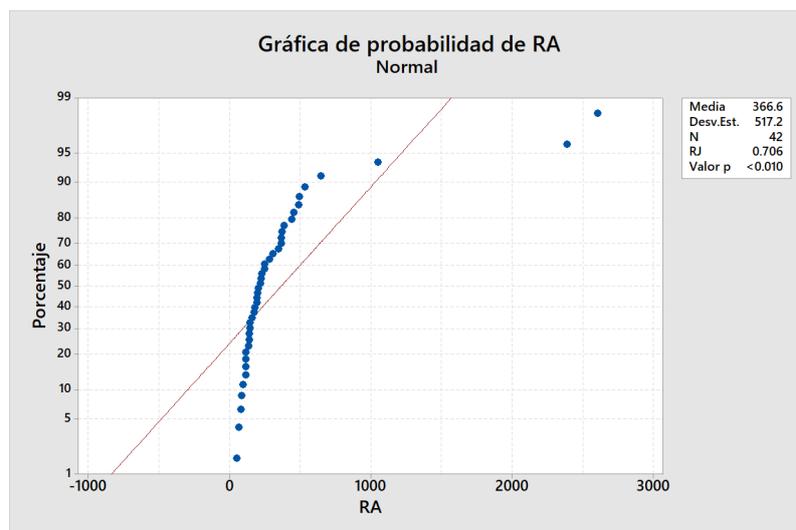
#### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Réplicas	N	Media	Agrupación
T3	14	0,1608	A
T2	14	0,0506	A
T1	14	0,04696	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Apéndice T Análisis estadístico de la respuesta alimentaria masticaciones (Armijos Hurtado & Villafuerte García, 2021).**



**Prueba de igualdad de varianzas: RA vs. DIA**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

**Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar**

DIA	N	Desv.Est.	IC
D1	3	123.35	(0.0048602, 30304426)
D2	3	50.19	(0.0019777, 12331174)
D3	3	81.12	(0.0031965, 19931127)
D4	3	163.94	(0.0064598, 40278587)
D5	3	169.63	(0.0066840, 41676279)
D6	3	170.25	(0.0067084, 41828682)
D7	3	1364.16	(0.0537522, 335157955)

*Nivel de confianza individual = 99.2857%*

**Pruebas**

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.007
Levene	0.86	0.544

**ANOVA de un solo factor: RA vs. DIA**

**Método**

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
DIA	7	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
DIA	6	1161454	193576	0.69	0.663
Error	14	3939787	281413		
Total	20	5101241			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
530.484	22.77%	0.00%	0.00%

### Medias

DIA	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
D1	3	174.8	123.3	(-482.1, 831.7)
D2	3	309.2	50.2	(-347.7, 966.1)
D3	3	307.3	81.1	(-349.6, 964.2)
D4	3	255.8	163.9	(-401.1, 912.7)
D5	3	202.5	169.6	(-454.4, 859.4)
D6	3	399.2	170.3	(-257.7, 1056.1)
D7	3	917	1364	(260, 1574)

Desv.Est. agrupada = 530.484

### Prueba de igualdad de varianzas: RA vs. TANQUE

#### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

### Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

TANQUE	N	Desv.Est.	IC
T1	7	107.80	(62.690, 281.7)
T2	7	365.60	(101.196, 2007.3)
T3	7	1599.13	(224.751, 17291.7)

Nivel de confianza individual = 98.3333%

## Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.066
Levene	0.72	0.501

## ANOVA de un solo factor: RA vs. TANQUE

### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
TANQUE	3	T1, T2, T3

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TANQUE	2	4189961	2094980	2.33	0.126
Error	18	16215003	900833		
Total	20	20404963			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
949.122	20.53%	11.70%	0.00%

### Medias

TANQUE	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	7	384.6	107.8	(-369.1, 1138.2)
T2	7	451	366	(-302, 1205)
T3	7	1364	1599	(610, 2117)

*Desv.Est. agrupada = 949.122*

## Prueba de igualdad de varianzas: RA vs. HORA

### Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

## Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

HORA	N	Desv.Est.	IC
11:00	21	532.784	(171.093, 1857.33)
14:00	21	513.396	(174.434, 1691.58)

Nivel de confianza individual = 97.5%

### Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	0.00	0.955
Levene	0.03	0.868

### ANOVA de un solo factor: RA vs. HORA

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### Información del factor

Factor	Niveles	Valores
HORA	2	11:00, 14:00

#### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
HORA	1	17733	17733	0.06	0.800
Error	40	10948678	273717		
Total	41	10966410			

#### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
523.180	0.16%	0.00%	0.00%

#### Medias

HORA	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
11:00	21	387	533	(156, 618)
14:00	21	346	513	(115, 577)

Desv.Est. agrupada = 523.180

#### Comparaciones en parejas de Tukey

#### Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

HORA	N	Media	Agrupación
------	---	-------	------------

11:00	21	387	A
14:00	21	346	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

**Apéndice U Protocolo de aclimatación y transferencia de organismos fuente tomada de la (FAO, 2020) y modificado por (Villafuerte G. & Armijos H., 2020).**

**PROTOCOLO DE ACLIMATACIÓN Y TRANSFERENCIA DE ORGANISMOS PARA BIOENSAYOS.**

Se recomienda seguir los siguientes pasos de aclimatación para la transferencia de camarones a los estanques experimentales:

1. Realizar el muestreo de población en horas de la mañana cuando el sol no ha llegado a su punto más alto. (Nota: la elevación de temperatura aumenta el consumo de oxígeno en el transporte generando mortalidades).
2. Atarrayar en las zonas próximas a los sistemas sónicos, las zonas más próximas a los alimentadores tienen mayor concentración de biomasa.
3. Colocar la muestra de camarón en baldes o contenedores con agua de la piscina, procurar colocar un número mínimo de animales de acuerdo al volumen del contenedor (por ejemplo: contenedores de 5 gal; se recomienda un máximo de 10 animales de 9 g; el número de animales por tamaño puede aproximarse por regla de tres).
4. Para el transporte, se debe colocar aireación constante en cada uno de los contenedores (Nota: no es necesaria la adición de hielo, cuando los tiempos de transporte son menores a 25 minutos).
5. Al llegar al destino final se debe dejar a los animales con aireación constante hasta realizar las biometrías y distribución de animales.
6. Medir la temperatura del estanque y la de los contenedores de transporte (Debe asegurarse la diferencia o similitud de temperatura para realizar la distribución de organismos).
7. En caso de tener diferencia de temperaturas en los contenedores de transporte y tanques de experimentación, realizar la igualación de temperaturas en los contenedores de transporte.
8. Medir un balde o vaso de agua del tanque y colocarlo dentro de los contenedores, cada puesta de agua debe tener un intervalo de 1 hora para que se establezca la temperatura.
9. Medir la temperatura antes de la siguiente puesta para confirmar la estabilización.
10. Continuar con los pasos 8 y 9 hasta alcanzar la temperatura del tanque experimental.
11. Una vez obtenida la misma temperatura en los dos contenedores se debe registrar el peso individual de los animales para calcular la biomasa inicial (*Biomasa = Peso promedio \* Número de animales*).
12. Distribuir los animales pesados por igual en los tanques (Nota: No se debe descartar ningún peso aberrante, ningún animal, aunque presente signos de deterioro en su salud, esto afectará directamente a la variabilidad del experimento).

13. Dentro de los tanques experimentales se debe dejar a los animales con aireación constante por un periodo de 4 horas aproximadamente.
14. Se debe realizar el primer intento de alimentación con  $\frac{1}{4}$  de la dosis calculada ( $Dosis = Biomasa * \% Biomasa$ ), esta se debe colocar dentro de los platos testigos.
15. Esperar un lapso de 2 horas antes de revisar el plato testigo.
16. Si el alimento es aceptado se puede colocar el resto de la dosis. Caso contrario se recomienda quitar el alimento para no dañar la calidad del agua e intentar nuevamente la alimentación en la noche o de preferencia al siguiente día.
17. Las experimentaciones deben iniciarse una vez que los animales estén en plenitud de su actividad dentro del tanque. Se recomienda esperar un lapso de 24 a 48 horas (Siempre que no existan mortalidades dentro de los tanques durante este tiempo, caso contrario puede prorrogarse por 4 a 10 días).
18. Durante los días que no se estén realizando toma de datos (aclimatación) debe alimentarse en  $\frac{1}{4}$  de la alimentación calculada para la biomasa total; si no existen sobrantes en plato durante los próximos días de alimentación se puede agregar la dosis completa de alimentación.

**Apéndice V Procedimiento para pruebas químicas y microbiológicas (Villafuerte & Armijos, 2020).**

**PRUEBAS QUÍMICAS DEL AGUA**

**AMONIO**

Preparación del blanco:

1. Colocar 10 ml de agua desionizada en un tubo para pruebas,
2. Agregar 1 sobre de salicilato de amoniaco, agitar y esperar 3 minutos a que inicie la reacción,
3. Agregar 1 sobre de cianurato de amoniaco, agitar levemente y dejar actuar por 15 minutos.
4. Colocar el blanco como medición inicial en el YSI,

Preparación de las muestras:

5. Preparar las muestras siguiendo los pasos 1, 2 y 3, pero cambiar el agua desionizada por 10 ml de agua de piscina.
6. Colocar la muestra para su medición en el YSI y buscar la transmitancia de 570 nm.
7. Registrar la medición obtenida.

**NITRITO**

Muestra Blanco:

1. Colocar 10 ml de agua de piscina filtrada en los tubos de medición del YSI,

Preparación de muestra:

2. Colocar 10 ml de agua de piscina filtrada y agregar un sobre de NitraVer 3,
3. Esperar 20 minutos y colocar para su medición en el YSI,
4. Buscar el factor de transmitancia de 500 nm.
5. Registrar la medición obtenida.

**NITRATO**

Muestra Blanco:

1. Colocar 10 ml de agua de piscina filtrada en las celdas para medición del HACH

Preparación de muestra:

2. Colocar 10 ml de agua filtrada y agregar un sobre de NitraVer 5,
3. Agitar vigorosamente por 1 minuto y esperar a que se realice la reacción
4. Agitar levemente y esperar 5 minutos
5. Colocar la muestra blanco para encerrar en el HACH en el programa 355 para medición de Nitrate
6. Medir la muestra de análisis
7. Registrar el valor obtenido (mg/l)

**FOSFORO**

Muestra Blanco:

1. 10 ml de agua de piscina,

Preparación de la muestra:

2. Agregar 10 ml de muestra de agua de la piscina en un tubo de ensayo,
3. Colocar un sobre de PhosphaVer en cada tubo y esperar 3 minutos a que se desarrolle la reacción,
4. Buscar la transmitancia en 650 nm.
5. Registrar la medición obtenida.

**Nota:**

Si alguno a de las muestras se encuentra demasiado concentrada y la transmitancia sobrepasa los valores mínimos se debe diluir la muestra y aplicar el factor de dilución en el cálculo de la concentración.

## **PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS**

### **SIEMBRA POR SUPERFICIE**

Para la detección de E. coli y enterobacterias;

- Agar Mc Conkey

Para la detección de vibrios y colonias verdes;

- Agar TCBS

### **SIEMBRA POR PROFUNDIDAD**

Para la detección de bacterias totales;

- TSA

### **PREPARACION DEL AGAR PARA LAS PRUEBAS DE AGUA.**

Se realizará siembra por superficie en agar TCBS y TCA.

#### **TCBS:**

1. Disolver 88 g de medio en 1 litro de agua esterilizada.
2. Mezclar bien la solución antes de llevar a la estufa,
3. Calentar agitando hasta ebullición para su disolución completa (tiempo de preparación entre 10-20 minutos), debe dar al menos 5 hervores para saber que está listo,
  - En el laboratorio lo sacan de la estufa cuando esta por subirse la espuma, presionan la tapa y dejan que baje la espuma, luego vuelven a dejar que hierva y cuando vuelve a subir lo sacan y así se continua hasta que de al menos 4 o 5 hervores.
4. Colocar en cajas Petri en un volumen de 15 ml por placa más o menos, sellar con Parafilm y guardar en el refrigerador para su uso,
  - Puede durar en refrigeración desde su preparación de 5 a 7 días.

#### **TSA:**

1. Disolver 40 g de medio en 1 litro de agua destilada.
2. Mezclar bien la solución antes de llevar a la estufa,

3. Mezclar y calentar agitando hasta ebullición para su disolución, debe dar al menos 5 hervores (este agar es más rápido de calentar que el TCBS),
  - En el laboratorio lo sacan de la estufa cuando esta por subirse la espuma, presionan la tapa y dejan que baje la espuma, luego vuelven a dejar que hierva y cuando vuelve a subir lo sacan y así se continua hasta que de al menos 4 o 5 hervores.
4. Llevar a la autoclave para su esterilización,
5. Retirar de la autoclave y dejar enfriar un poco antes de su uso.
6. Este tipo de agar se debe usar de inmediato en placas, es decir, se prepara y se siembra inmediatamente, caso contrario si se va a emplear para pruebas al siguiente día, se debe sellar bien la tapa con Parafilm y cinta de papel, para su almacenaje en la refrigeradora.
7. El día de la siembra se debe calentar por unos minutos el agar hasta que este se encuentre completamente líquido.
8. Posterior a esto, se deja secar y se procede a aplicar la muestra de siembra.

**NOTA:** Se debe limpiar siempre la superficie de la mesa con alcohol y un paño limpio, antes de iniciar la preparación de las placas se debe encender el mechero de alcohol para que este no se contamine, desinfectar las manos con alcohol antes de realizar cualquier proceso con placas o de siembra.

#### **DILUCIONES SERIADAS**

1. Medir en un vaso precipitado la cantidad de agua destilada necesaria para la preparación de los tubos (9 ml por tubo)
2. Pesar los gramos de NaCl necesarios para el volumen de agua a preparar (0,5 g por cada 100 ml de agua destilada)
3. Agitar bien hasta que se mezcle bien el NaCl.
4. En cada uno de los tubos se deberá colocar 9 ml de solución salina y,
5. Colocar 1 ml de la solución stock en el primer tubo, la concentración en este punto será de 1/10,
6. Agitar y traspasar 1 ml de este último al siguiente tubo, esta concentración será 1/100,
7. Agitar y realizar el mismo proceso hasta terminar con una concentración de 1/10000.
8. Sembrar por superficie sobre las placas de agar, solo las concentraciones de 10<sup>-1</sup> y 10<sup>-2</sup> por duplicado en TCBS y; 10<sup>-6</sup> y 10<sup>-7</sup> por duplicado en TSA.

#### **Nota:**

3 tanques – 3 muestras de agua

Por cada muestra de agua se siembra el doble,

Se necesitan: 12 placas preparadas para siembra de agua.

CONTEO DE MICROORGANISMOS SE REALIZA A LAS 24 HORAS DE LA INCUBACION DE LAS PLACAS.

**Apéndice W Fotografías de ensamblaje del sistema (Villafuerte & Armijos, 2020).**





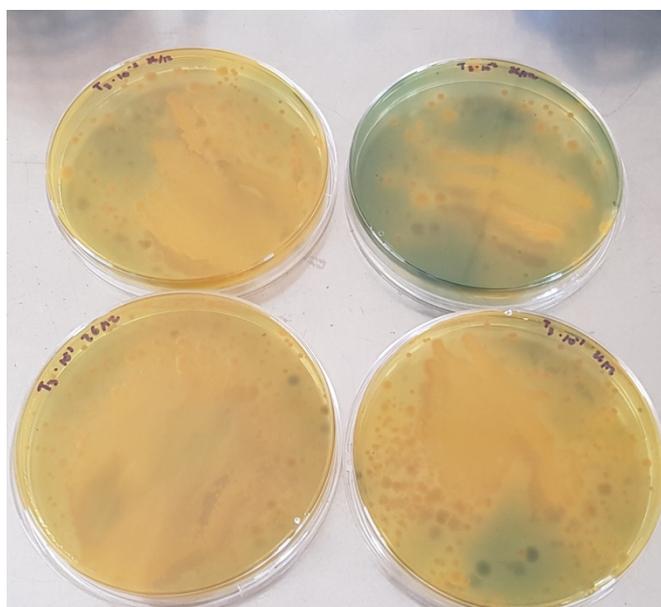
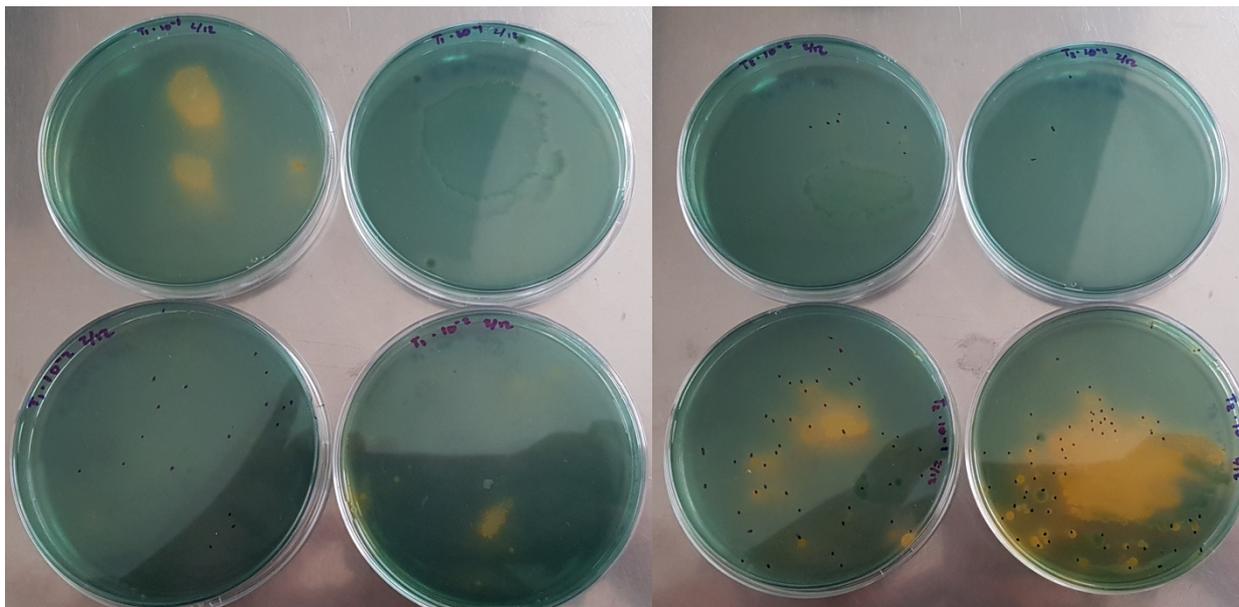
**Apéndice X Fotografía de realización de análisis patológico en fresco al inicio del ensayo (Villafuerte & Armijos, 2020).**

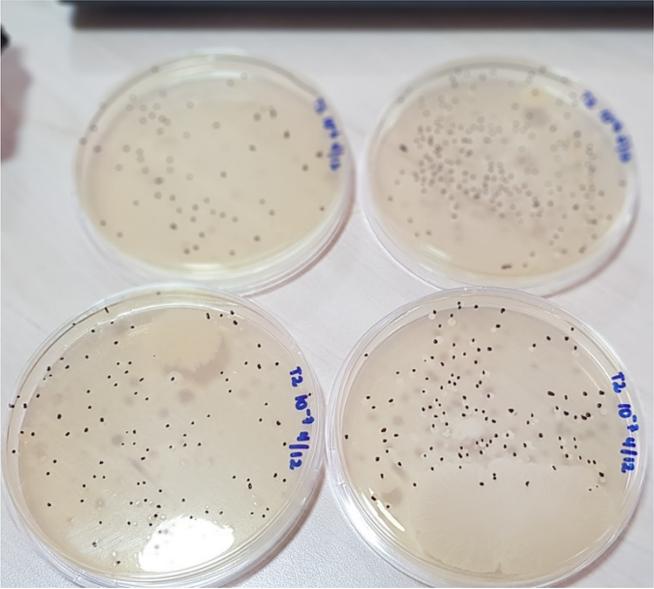
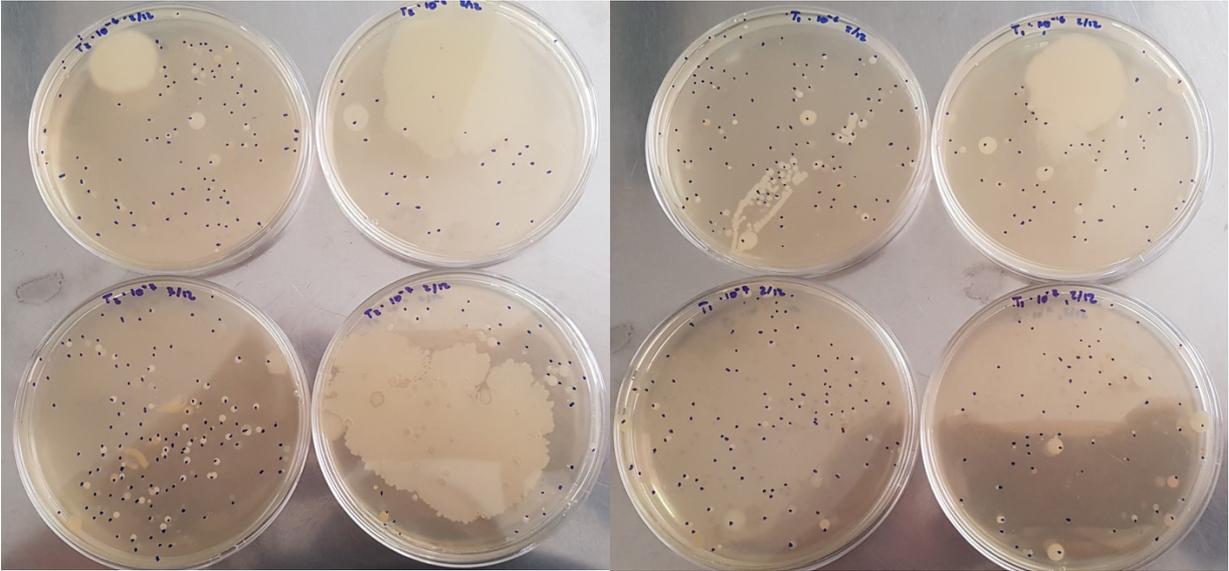


**Apéndice Y Fotografías de realización de siembra microbiológica en agar TSA y TCBS (Villafuerte & Armijos, 2020).**



**Apéndice Z Fotografías de resultados de siembra microbiológica en agar TSA y TCBS en réplicas T1, T2 y T3 (Villafuerte & Armijos, 2020).**





**Apéndice AA Fotografías de cosecha de los estanques de experimentación al final del ensayo y biometría de animales (Villafuerte & Armijos, 2020).**



