



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**USO DE PREBIÓTICOS COMO PROMOTORES DEL
CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE ALEVINES DE TRUCHAS
ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)**

AUTOR: ARNULFO ANTONIO MARILUZ FERNÁNDEZ

**PERIODO DE EJECUCIÓN: Del 01 de octubre del 2019 al 30 de setiembre
del 2020**

Resolución de aprobación N.º 1077-2019 R

Callao, 2020



**USO DE PREBIÓTICOS COMO PROMOTORES DE
CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE ALEVINES DE TRUCHAS
ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)**

AUTOR: ARNULFO ANTONIO MARILUZ FERNÁNDEZ



PAGINA DE RESPETO



DEDICATORIA

*DEDICO ESTE TRABAJO DE INVESTIGACION
A MI ESPOSA E HIJO POR DEBERLE A ELLOS EL TIEMPO QUE ME
PERMITIERON REALIZARLO*



AGRADECIMIENTO

Al comité de la Unidad de investigación de la FIPA por las correcciones hechas y mejorado la presentación de este informe final.



INDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	9
1.2 Formulación del problema	10
1.2.1 Problemas específicos	10
1.3.Objetivos	11
1.3.1 Objetivo general.....	11
1.3.2. Objetivos específicos.....	11
1.4. Limitantes de la investigación	12
1.4.1 Limitación teórica.....	12
1.4.2. limitación temporal	12
1.4.3 Limitación espacial	12
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1 Antecedentes	13
Antecedentes Internacionales	13
2.2. Marco	19
2.2.2 Conceptual	25
2.3 Definición de términos básicos	34
CAPITULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES	36
3.1. Hipótesis.....	36
3.1.1 Hipótesis general.....	36
3.1.2 Hipótesis específicas	36
3.2 Definición conceptual de variables	37
3.3. Operacionalización de variables.....	37
CAPITULO IV DISEÑO METODOLOGICO	38
4.1. Tipo y diseño de investigación	38
4.1.1 tipo de Investigación	38
4.1.2. Diseño de investigación.....	38
4.2 Método de investigación.....	39
4.3 Población y muestra	40
4.3.1 La población	40



4.4 Lugar de estudio.....	40
4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	41
4.6 Análisis y procesamiento de datos.....	44
CAPITULO V: RESULTADOS	45
5.1 Resultados descriptivos	45
5.1.1. Ganancia de peso de los peces del tratamiento 1 (0% MAO).....	45
5.1.5. Cálculo del factor de conversión alimenticia (FCA) de los peces de los 4 tratamientos (T1, T2, T3, T4,).....	52
5.1.6. Cálculo del coeficiente térmico de crecimiento (CTC)	53
5.1.7. Parámetros fisicoquímicos	55
5.2 Resultados inferenciales	
CAPITULO VI: DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS.....	60
6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis	60
6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares	60
6.3. Responsabilidad ética.....	63
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	67
ANEXOS	73



TABLAS DE CONTENIDO

Tabla 1	Requerimiento calidad de agua	19
Tabla 2	Requerimiento nutritivo de la trucha	20
Tabla 3	Requerimiento de vitaminas de la truchas.....	21
Tabla 4	Requerimiento de minerales de las truchas.....	22
Tabla 5	Operacionalización de variables.....	35
Tabla 6	Formula experimental.....	37
Tabla 7	Valores promedio de peso.....	43
Tabla 8	Valores promedio de talla.....	44
Tabla 9	Valores de factor de conversión Alimentaria	50
Tabla 10	Valores del coeficiente térmico de crecimiento (CTC).....	51
Tabla 11	Valores de los parámetros físicos – químicos de los.....	52





ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1	Valores promedios de pesos de trucha de tratamiento 1.....	45
Gráfica 2	Valores promedio de tallas de truchas tratamiento 1.....	45
Gráfica 3	Valores promedio de peso de truchas tratamiento 2.....	46
Gráfica 4	Valores promedio de talla de truchas tratamiento 2.....	46
Gráfica 5	Valores promedio de peso de truchas del tratamiento 3.....	47
Gráfica 6	Valores promedio de talla de truchas tratamiento 3.....	47
Gráfica .7	Valores promedio de peso de truchas tratamiento 4.....	48
Gráfica 8	Valores promedio de talla de truchas tratamiento 4.....	48
Gráfica 9	Valores promedio de peso de truchas por tratamientos.....	49
Gráfica 10	Valores promedio de peso de truchas por tratamientos.....	49
Gráfica 11	Valores promedio de conversión alimentaria por tratamiento.....	50
Gráfica 12	Valores promedio CTC de truchas por tratamiento.....	52
Gráfica 13	Valores promedio de temperatura del agua.....	53
Gráfica 14	Valores promedio de oxígeno del agua.....	53
Gráfica 15	Valores promedio de amonio y nitritos del agua.....	54
Gráfica 16	Valores promedio de pH del agua.....	54





RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo determinar el efecto de la adición de una mezcla de ácidos orgánicos (MAO) sobre la ganancia de peso, tasa de crecimiento, factor de conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento, en los cultivos de truchas. El experimento se basó en 4 tratamientos con 4 porcentajes de MAO (T1= 0%, T2=0,5%, T3=1,0%, y T4= 1,5% de MAO) con 3 repeticiones cada tratamiento, haciendo un total de 12 unidades experimentales. La densidad de peces se mantuvo en 20 peces por cada tratamiento, el caudal de agua en la entrada de cada tanque fue de 300 L/h, la temperatura del agua se mantuvo de 16,5 a 17,0 °C; el pH de 7,03 a 7,85; el amonio de 0,01 a 0,02 mg/L; los nitritos de 0,11 a 0,2 mg, y se les alimentó al inicio con una tasa alimentaria del 10% del peso corporal por día finalizando con un 4% / día. Se midieron el peso y la talla cada 15 días durante 90 días, obteniéndose los siguientes resultados de pesos finales; T1= 50.23 ± 5.44, T2 = 53.29 ±7.13 T3 = 75.12 ± 7.38 T4 = 68.12 ±6.12 gramos respectivamente encontrándose diferencia significativa (P<0,05) de mayor peso final entre el T 3 (1.0% MAO)) y el T1 (0% MAO), .La conversión alimentaria mostró diferencia significativa (p<0,05) entre el tratamiento T3 mejor que el tratamiento T1 (1,12). Los tratamientos T 2 y T4 no mostraron diferencia significativa, pero si un menor valor que el T 3. El coeficiente térmico de crecimiento también el tratamiento T3 fue mejor que los demás tratamientos. Después de los 90 días se procedió a predecir el crecimiento de peso cada 15 días hasta los 150 días con un modelo teórico de predicción del crecimiento (coeficiente térmico de crecimiento :CTC) es cual demostró que este modelo se adecua muy bien ya que mantuvo la misma tendencia de los valores prácticos obteniéndose al final los siguientes resultados de pesos finales; T1=189,45 g, T2 = 201,76±10,56 T3 = 215,87±9,23 T4 =198,41±10,20 gramos es decir que los valores guardan relación en su crecimiento: Concluyéndose que para lograr mejores parámetros productivos en el cultivo de truchas los ácidos orgánicos constituyen un buen promotor de crecimiento.



Palabras Claves: Ácidos orgánicos, coeficiente térmico de crecimiento, conversión alimentaria, cultivo

ABSTRACT

The present study aims to determine the effect of the addition of a mixture of organic acids (MAO) on weight gain, growth rate, feed conversion factor, thermal growth coefficient, in trout cultures. The experiment was based in 4 treatments with 4 percentages of MAO (T1 = 0%, T2 = 0.5%, T3 = 1.0%, and T4 = 1.5% of MAO) with 3 repetitions each treatment, making a total of 12 units experimental. Fish density was maintained at 20 fish for each treatment, the water flow at the entrance of each tank was 300 L / h, the water temperature was maintained at 16.5 to 17.0 °C; pH 7.03 to 7.85; ammonium from 0.01 to 0.02 mg / L; nitrites from 0.11 to 0.2 mg, and they were fed at the beginning with a feeding rate of 10% of body weight per day, ending with 4% / day. Weight and height were measured every 15 days for 75 days, obtaining the following final weight results; T1 = 50.23 ± 5.44, T2 = 53.29 ± 7.13 T3 = 75.12 ± 7.38 T4 = 68.12 ± 6.12 grams respectively, finding significant difference (P <0.05) of higher final weight between T 3 (1.0% MAO) and T1 (0% MAO),. Food conversion showed a significant difference (p <0.05) between treatment T3 better than treatment T1 (1.12). Treatments T 2 and T4 did not show a significant difference, but a lower value than T 3. The thermal coefficient of growth was also better for treatment T3 than the other treatments. After 75 days, weight growth was predicted every 15 days until 150 days with a theoretical growth prediction model (thermal growth coefficient: CTC) which showed that this model is very well suited since it maintained the same tendency of the practical values obtaining at the end the following results of final weights; T1 = 189.45 g, T2 = 201.76 ± 10.56 T3 = 215.87 ± 9.23 T4 = 198.41 ± 10.20 grams, that is to say that the values are related to their growth: Concluding that to achieve better productive parameters in trout farming organic acids constitute a good growth promoter.

Key Words: Organic acids, thermal growth coefficient, food conversion, crop



INTRODUCCIÓN.

El uso de antibióticos en la alimentación del ganado o los peces como promotor del crecimiento o aditivo alimentario se ha convertido en un tema candente de debate entre agricultores, investigadores y planificadores. Como resultado, una alternativa al uso de los antibióticos muy buscada y ha llevado a muchos investigadores a desviar sus esfuerzos en esta dirección. Recientemente, los probióticos agregados a los alimentos para peces han recibido un interés considerable entre los acuicultores, pero la utilidad de su uso en el campo ha sido mixta. Algunos médicos tienen una opinión favorable con respecto a los probióticos, mientras que otros aún no están convencidos de su desempeño. En este contexto, la introducción de ácido orgánico como alternativa a los antibióticos en la alimentación de los peces puede presentar una alternativa interesante.

Ya se han documentado algunos resultados prometedores con ácidos orgánicos en dietas para ganado y aves de corral, aunque su uso en alimentos acuícolas ha sido muy limitado hasta la fecha. Por lo tanto, este estudio comparó los ácidos orgánicos en la dieta del ganado con los de los alimentos para peces. De hecho, en términos teóricos sería más lógico utilizar ácidos orgánicos en el pescado, especialmente en las especies agástricas, dado que carecen de las condiciones ácidas que proporciona la presencia de un verdadero estómago.

La acidificación de la dieta reduce el pH gástrico, mantiene una microflora más deseable y mejora el proceso de digestión. Se encontraron resultados prometedores utilizando ácidos orgánicos en lechones y pollitos destetados, donde el estómago aún no está completamente desarrollado y funcional, y también en peces (Baruah et al 2005). Por lo tanto, el uso de ácidos orgánicos en la alimentación de los peces puede ser beneficioso,

Un objetivo importante de la acidificación de la dieta es la inhibición de las bacterias intestinales que compiten con el huésped por los nutrientes disponibles y la reducción de metabolitos bacterianos tóxicos como el amoníaco y las



aminas, mejorando así la ganancia de peso del animal objetivo. Además, la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas potenciales y bacterias zoonóticas como *E. coli* y *Salmonella*, tanto en el pienso como en el tracto gastrointestinal, tiene un claro beneficio para la salud animal.

El anión ácido parece ser muy importante con respecto al efecto antibacteriano de los ácidos orgánicos y sus sales. Varias investigaciones han demostrado un fuerte efecto bactericida del ácido orgánico sin disminuir significativamente el valor del pH en el tracto gastrointestinal. En general, las bacterias del ácido láctico pueden crecer a un pH relativamente bajo, lo que significa que son más resistentes al ácido orgánico que otras especies de bacterias, por ejemplo, *E. coli*. Una explicación de esto puede ser que las bacterias grampositivas tienen una alta concentración intracelular de iones de potasio, lo que contrarresta el anión ácido (Figura 2).

El efecto antimicrobiano de los ácidos orgánicos aumenta al aumentar la concentración y la longitud de la cadena de carbono. Sin embargo, las bacterias gramnegativas pueden absorber y metabolizar ácidos orgánicos de cadena larga y media. Además, las células vegetativas son más sensibles a los ácidos orgánicos que las correspondientes formas de esporas.





CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El uso de antibióticos como promotores de crecimiento en alimentos para peces mejora su crecimiento, conversión alimenticia y tasa de supervivencia. Sin embargo, estos antibióticos producen resistencia en la microbiota de los peces, eso puede llevar a una resistencia cruzada entre los humanos. Siendo estas las preocupaciones del público que llevaron a una prohibición mundial del uso de estos antibióticos como promotores de crecimiento en alimentos para peces, por lo consiguiente los investigadores están enfocados en el uso de aditivos alternativos como los ácidos orgánicos, hierbas, enzimas y aceites esenciales, entre ellos los ácidos orgánicos de cadena corta son de especial interés debido a sus efectos beneficiosos en la conservación de los piensos (Atapattu y Senevirathne, 2013).

Se han realizado muchos estudios en los pollos de engorde (Brenes et al., 2003) y conejos para investigar los efectos de los ácidos orgánicos en la dieta. Sin embargo, muy poca información disponible hay sobre la nutrición de los peces. Los estudios disponibles mostraron una mejor producción de la trucha arco iris (Sugiura et al., 2004), besugo *Pagrus major* (Baruah et al., 2005) en respuesta a los ácidos orgánicos. Sugiura et al. (2004) reportaron dos tipos especializados de células en el estómago de los mamíferos (parietal y péptico) que Secreta HCl y pepsinógeno, para la acidificación de la luz y digestión de proteínas.

En contraste, el estómago de otros vertebrados no mamíferos, incluidos los peces, tiene solo un tipo de células llamadas células oxinticopépticas que son responsables de la secreción tanto de HCl como de pepsinógeno. Sin embargo, la secreción ácida de estas células no es tan eficiente como en células parietales de mamíferos (Koelz, 1992).



La utilización de ácidos orgánicos en la alimentación de animales monogástricos como las aves y cerdos causa un aumento en la producción de estos y con lleva a una disminución de los costos de producción. Aunque existe la posibilidad de alimentar truchas con ácidos orgánicos, los beneficios de utilizarlos como suplemento alimenticio no han sido evaluados hasta el momento.

1.2 Formulación del problema

De acuerdo a lo anteriormente mencionado nos podemos hacer la siguiente pregunta:

¿De qué manera la adición de prebióticos (ácidos orgánicos) en la alimentación influirá en el crecimiento y parámetros productivos de alevines de la trucha arco iris ?

1.2.1 Problemas específicos

- De qué manera la inclusión de 0.0% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de crecimiento de los alevines de trucha.
- De qué manera la inclusión 0.5 % de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha.
- De qué manera la inclusión de 1.0 % de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha.
- De qué manera la inclusión de 1,5% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento (CTC) de los alevines de trucha.



1.3.Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar de qué manera la adición de prebióticos (ácidos orgánicos) en la alimentación influirá en el crecimiento y parámetros productivos de la trucha arco iris .

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar de qué manera la inclusión de 0.0% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha arco iris.
- Evaluar de qué manera la inclusión de 0.5% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha arco iris.
- Evaluar de qué manera la inclusión de 1.0% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha arco iris.
- Evaluar de qué manera la inclusión de 1.5 % de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha arco iris.





1.4. Limitantes de la investigación

1.4.1 Limitación teórica

El presente proyecto de investigación trata de explicar el problema el objetivo, los fines, los antecedentes los efectos del uso de los ácidos orgánicos en los cultivos de los alevines de truchas arco iris. Debido a la crisis mundial de salud por el COVID – 19 , se realizó la fase experimental los meses de Octubre Noviembre y Diciembre del 2019 , y los meses de Marzo a Setiembre 2020 se realizó en forma no experimental el cálculo de crecimiento en peso y talla utilizando un modelo donde se utiliza el coeficiente térmico de crecimiento crecimiento (CTC), con este **CTC se construye un instrumentó (formula de predicción) $Pf = [Pi^{1/3} + (CTC * \sum^{\circ}Ce)$** estudiado y validado por **Cho y Bureau**

(Cho, Y. 2004. Development of Computer Models for Fish Feeding Standards and Aquaculture Waste Estimations: A Treatise. In: Cruz 12Suárez, L.E., Ricque Marie, D., Nieto López, M.G., Villarreal, D., Scholz, U. y González, M. 2004. Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 16-19 Noviembre, 2004. Hermosillo, Sonora, México)

1.4.2. limitación temporal

El presente trabajo de Investigación se realizó en los meses de Octubre Noviembre y Diciembre del 2019 (90 días), con limitaciones los meses de **cuarentena** de Marzo abril hasta setiembre del 2020 en este tiempo los datos obtenidos fueron teóricos a base de un modelo llamado coeficiente térmico de crecimiento (CTC), $CTC = (Pf)^{1/3} - (Pi)^{1/3} / t \times \text{Días}$ y $Pf = [Pi^{1/3} + (CTC * \sum^{\circ}Ce)$]³ con que se pudo predecir los pesos cada 15 día hasta los 150 días y tiene validez científica porque fue desarrollado con los primeros datos de los 90 días octubre Noviembre y diciembre del 2019 y que muchos autores estudiosos sobre el crecimiento de los peces lo aceptan valido **Cho y Bureau (1998)**,

1.4.3 Limitación espacial

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Acuicultura de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional del Callao



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Antecedentes Internacionales

Syed Zakir; Hussain Shah; Muhammad Afzal; y Shafaat Yar K. (2015). En un artículo científico: perspectivas de usar ácido cítrico como suplemento de alimento para peces publicado en la revista Journal Agric.Biol., (2015), 17: 1–8. Mencionan que Los peces generalmente tienen bajos niveles de secreción de ácido en el intestino en comparación con los mamíferos. La Inclusión de ácidos orgánicos en su dieta reduce el pH en el intestino. Esta disminución del pH aumenta la hidrólisis del fiftato, mata a los patógenos, disminuye la tasa del vacío gástrico y mejora la mineralización y absorción de nutrientes. Entre los ácidos orgánicos, el ácido cítrico (CA) ha sido utilizado ampliamente para la acidificación de la dieta debido a su sabor único y alta capacidad de amortiguación. Estos tienen gran potencial también en acuicultura.

Luckstadt, C. Publicò un estudio de los ácidos orgánicos como aditivos para piensos sostenibles en la producción acuícola de forma no antibiótica, en *Aquafeed*, 2006. 9: 21–26. Este autor menciona que el uso de los promotores de crecimiento como los antibióticos en alimentos para peces mejora su crecimiento, conversión alimenticia y tasa de supervivencia, sin embargo estos antibióticos producen resistencia en la microbiota de los peces, eso puede llevar a una resistencia cruzada entre los humanos, estas son las preocupaciones que llevaron a una prohibición mundial del uso de estos antibióticos en alimentos para peces, por consiguiente, los Investigadores han enfocado el uso de aditivos alternativos como los orgánicos. Ácidos, probióticos, hierbas, enzimas y aceites esenciales. Entre ellos, los ácidos orgánicos de cadena corta son de especial interés debido a sus efectos beneficiosos en la conservación de los piensos.





Baruah et,al (2007), en su investigación sobre La fitasa microbiana y el ácido cítrico de la dieta mejoran sinérgicamente la digestibilidad de los nutrientes y el rendimiento del crecimiento de los juveniles de *Labeo rohita*(Hamilton) a un nivel de proteína subóptimo. En este trabajo se diseñaron un experimento factorial $2 \times 2 \times 2$ para estudiar el efecto principal de la fitasa microbiana en la dieta, el ácido cítrico, el nivel de proteína cruda (PC) y sus interacciones en el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad de los nutrientes y la composición corporal de los juveniles de *Labeo rohita* . Se formularon dos dietas basales utilizando ingredientes de origen vegetal que contenían niveles de CP subóptimos (25%) o normales (35%). Ambas dietas fueron suplementadas con fitasa microbiana ($U\ kg^{-1}$) y ácido cítrico (%) a un nivel de 0, 0; 500, 0; 0, 3; y 500, 3 respectivamente. Ciento veinte *L. Rohita* los juveniles (peso promedio 12.61–13.72 g) se distribuyeron al azar en ocho tratamientos, cada uno con tres repeticiones. La fitasa microbiana en la dieta sola no tuvo un efecto significativo en el contenido de cenizas en todo el cuerpo, pero la adición de ácido cítrico (3%) en la dieta activó la fitasa, como lo demuestra su interacción significativa.

También se encontró una interacción significativa entre el ácido cítrico y la fitasa microbiana en el% de ganancia de peso, la tasa de crecimiento específica, la relación de eficiencia de la proteína. Aumentar significativamente el nivel de PC en la dieta del 25% al 35% ($P < 0,01$) disminuyó la digestibilidad del fósforo y la materia seca. Por lo tanto, estos resultados mostraron que el efecto promotor del crecimiento fue mayor en los grupos alimentados con una dieta con proteínas subóptimas (25%) que contenía tanto un 3% de ácido cítrico como $500\ U\ kg^{-1}$ de fitasa microbiana que las alimentadas con dietas con 35% de PC. Esto sugiere que la fitasa microbiana y el ácido cítrico en una dieta *subóptima* de CP tuvieron un efecto sinérgico sobre la digestibilidad de los nutrientes y el rendimiento del crecimiento de los juveniles de *L. rohita* .





Marshad Hossain; Abhed pandey y Shuichi Satoh: **Efectos de los ácidos orgánicos** sobre el crecimiento y utilización del fósforo en dorada roja *Pagrus major*. Publicado en la revista fisheries science 2007; 73: 1309–1317.

Los mencionados autores realizaron un experimento de alimentación para investigar los efectos de varios ácidos orgánicos. y suplementos sobre el crecimiento, la utilización de fósforo (P) y la carga ambiental de nitrógeno (N) y P en dorada *Pagrus major*. Siete dietas designadas como PA (0.5% de P inorgánico como $\text{Ca} [\text{H}_2\text{PO}_4]_2$), PO (sin P inorgánico), CA (1% de ácido cítrico), MA (1% de ácido málico), LA (1% de ácido láctico), MHA (1% de metionina análogo hidroxilado) y LTE (1% elementos traza líquidos), Se alimentaron grupos de 25 peces cuatro veces al día hasta casi la saciedad durante 75 días. Los peces alimentados con dietas CA y LTE mostraron un aumento de peso significativamente mejor y una tasa de conversión de alimento en comparación con la dieta de peces alimentados con PO. La absorción de P mejoró significativamente en todos los grupos suplementados con ácido orgánico en comparación con el Grupos PA y PO. La retención de P en los grupos de CA y LTE fue significativamente mayor en comparación con PA y las dietas PO. La excreción de P también disminuyó significativamente en todos los ácidos orgánicos suplementados grupos Por lo tanto, el uso de ácidos orgánicos, en particular CA y LTE, en dietas de dorada roja puede reducir la El uso de fósforo inorgánico y contribuye al desarrollo de dietas ecológicas muy deseadas.

Pankaj Kumar; K. K. Jain; P. Sardar; N. P. Sahu; y S. Gupta. (2017) En un estudio realizado sobre efecto de la suplementación acidificante sobre el crecimiento y los parámetros hemo-bioquímicos en la dieta de *Cirrhinus mrigala* juvenil, en la revista, Springer International Publishing AG 2017, sostienen que La suplementación dietética de acidificante en juveniles de *Cirrhinus mrigala* se evaluó en términos de cambio en el crecimiento, microbiota intestinal autóctona y parámetros hemato-bioquímicos por un período de 60 días. El acidificante se añadió a un nivel de 0 (dieta de control), 0,5, 1 y 1,5% a la práctica de la dieta de pellets. Al final del experimento, se analizaron los parámetros de crecimiento, la supervivencia, la población bacteriana del bacilo, los parámetros hematológicos e inmunológicos. Se observó un mayor% de WG, SGR y PER y un FCR más



bajo ($P < 0.05$) en el grupo alimentado con 1.5% de OA. La actividad de lisozima y la actividad de estallido respiratorio (nitroblue tetrazolium) se vieron significativamente afectadas por el acidificante en la dieta del 1.5% ($P < 0.05$).

En los peces alimentados con la dieta con un 1,5% de acidificante se observó un aumento significativo de las concentraciones bacterianas autóctonas heterótrofas totales y de *Bacillus* ($P < 0.05$) en comparación con aquellos alimentados con dietas suplementadas con ácido orgánico. Además del aumento en los niveles de recuento de glóbulos blancos, glóbulos rojos, hemoglobina y plaquetas, se observaron en este grupo. Se encontró que la tasa de supervivencia relativa en% era mayor en los peces alimentados con un acidificante al 1.5% luego de la prueba con la bacteria *Aeromonas hydrophilla*. Estos resultados indicaron que la suplementación dietética de acidificante en una dosis de 1.5% mejoró el rendimiento del crecimiento y mejoró la microbiota intestinal beneficiosa y estimuló la respuesta inmune de *Cirrhinus mrigala*.

Hernández Sagastume (2012), comportamiento productivo en tilapia *Oreochromis niloticus* suplementada con ácidos orgánicos tesis para otorgarle el título de: licenciado en acuicultura de la Universidad de San Carlos de Guatemala centro de estudios del mar y acuicultura Guatemala, noviembre 2012. La presente investigación evaluó el efecto del uso de ácidos orgánicos adheridos en el alimento balanceado de tilapia. El experimento se basó en evaluar el crecimiento y supervivencia en la fases de alevinaje y engorde (12.5 peces/m³) del cultivo de tilapia adicionando ácidos orgánicos a la dieta (6g/kg) comparado con un tratamiento testigo. Se realizaron tres repeticiones de cada tratamiento en ambas fases. El Alevinaje duró 45 días y el engorde 123 días de cultivo. Las variables zootécnicas evaluadas fueron ganancia de peso (g),

longitud total (cm), índice de condición, conversión alimenticia y tasa de supervivencia. Los resultados fueron analizados estadísticamente aplicando Pruebas T al 95% de confianza. Las variables como peso (g), longitud (cm), y tasa de supervivencia (%) fueron afectadas positivamente por la adición de



ácidos orgánicos al final de los períodos de cultivo, tanto de alevinaje como de engorde.

Antecedentes Nacionales

Rivero, J. (2018) En su trabajo de investigación, " Uso del ácido propiónico en la alimentación de cuyes (*cavia porcellus*) en crecimiento-engorde", Trabajo Monográfico para Optar el Título de: Ingeniero zootecnista 2018 universidad Nacional Agraria la Molina Facultad de Zootecnia departamento académico de nutrición. Evaluó el efecto de cuatro niveles de ácido propiónico (0; 0.5; 0.8 y 1.1%), sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en cuyes en crecimiento - engorde. El ensayo se realizó en las instalaciones del Programa de Investigación y Proyección Social en Carnes, Sala Experimental de la Granja de Cuyes de Cieneguilla – UNALM, con una duración de 30 días. Se utilizaron 64 cuyes destetados mejorados del genotipo Cieneguilla, machos de 14 días de edad, los cuales fueron alojados en 16 pozas de 0.475 m² cada una, distribuidas en 4 tratamientos, según el nivel de ácido propiónico y se distribuyó al azar 4 animales en cada una de estas. Se observó que con las dietas con 0, 0.5, 0.8 y 1.1% de ácido propiónico tuvieron pesos estadísticamente similares ($P>0.05$). El consumo de alimento tuvo una tendencia a mejorar ($P>0.05$) con el ácido propiónico. En cuanto a la conversión alimenticia se observó que tampoco se observó diferencias significativas. Así mismo, el rendimiento de carcasa fueron muy similares entre tratamientos, valores que oscilaron entre 70.97 a 71.63%, lo que indica que la inclusión de ácido propiónico no afectó el rendimiento de carcasa en esta especie animal.

Gonzales, et,al (2013) evaluaron el efecto de la suplementación de una mezcla de ácidos orgánicos y sus sales sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. Se utilizaron 333 pollos machos de un día de edad de la línea Cobb-Vantress 500, divididos en tres tratamientos con tres repeticiones por tratamiento: T1, dieta con antibiótico Zinc Bacitracina; T2, dieta con ácidos orgánicos, y T3, tratamiento control, dieta sin promotor de crecimiento. A los 42 días de edad, la conversión alimenticia de T2 fue 5.2% menor (mejor) que T3 ($p<0.05$); sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas entre



tratamientos por efecto del peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, porcentaje de mortalidad e índice de eficiencia productiva. Los resultados permiten concluir que los ácidos orgánicos pueden reemplazar eficientemente a los promotores de crecimiento tipo antibióticos en la alimentación de las aves.

Diseño Experimental Las aves fueron divididas en forma completamente aleatoria en tres tratamientos con tres repeticiones de 37 aves cada uno. Los tratamientos fueron: T1: Control positivo. Con el antibiótico Zinc Bacitracina en el alimento, en dosis de 500 g / t en el alimento de pre-inicio e inicio, y de 300 g/t en el de crecimiento y acabado. T2: Con el producto acidificante, una mezcla de ácidos orgánicos y sus sales (ácido fórmico, ácido propiónico, formiato de amonio, propionato de amonio y un excipiente), en dosis de 2 kg/t desde el principio hasta el término de acabado (39 días). T3: Control negativo, sin aditivo promotor de crecimiento en el alimento.

Sánchez-Silva G., Fernando Carcelén C., Miguel Ara G. , Rosa Gonzáles V. , William Quevedo G. , Ronald Jiménez A. realizaron un trabajo titulado (2010); "Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre parámetros productivos del cuy (*cavia porcellus*). El objetivo del estudio de este fue evaluar el efecto de la suplementación de ácidos orgánicos (AO) sobre los parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). Ochenta cuyes machos fueron distribuidos aleatoriamente en 20 unidades experimentales, las cuales se distribuyeron aleatoriamente en cinco tratamientos: T1: Control (dieta base), T2: Antibiótico Promotor del Crecimiento (APC) (dieta base más 200 ppm de Zinc-Bacitracina), T3, T4 y T5: Ácidos orgánicos (AO) (dieta base más 100, 200 o 300 ppm, respectivamente, de una mezcla de ácido acético, láctico y propiónico en iguales proporciones). La dieta base estuvo compuesta por forraje (Rye grass + trébol) más concentrado (afrechillo de trigo). Los animales estuvieron expuestos a los tratamientos por 10 semanas. Se evaluó la ganancia de peso vivo, el consumo de materia seca y el índice de conversión alimenticia (ICA). El patrón de respuesta a los AO en ganancia de peso e ICA fue cuadrático y significativo ($p < 0,035$ y $p < 0,005$) respectivamente, dando la máxima ganancia de peso con 173 ppm y 152 ppm de AO, concluyéndose que la suplementación de ácido



orgánico mejora la ganancia de peso e ICA en la etapa del crecimiento y engorde de los cuyes.

2.2. Marco

2.2.1. Teórico

Biología de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

Características biológicas

O. mykiss presenta una coloración normal gris plateada con franjas de tono gris oscuro a negras (Figura. 1).

La llamada trucha arco iris, cuyo nombre científico es *Oncorhynchus mykiss*, es un pez que pertenece al grupo de los salmónidos originarios de América del Norte, en nuestro país, su distribución natural abarca las corrientes de aguas frías y cristalinas de las zonas montañosas más altas. (Camacho, 2002)

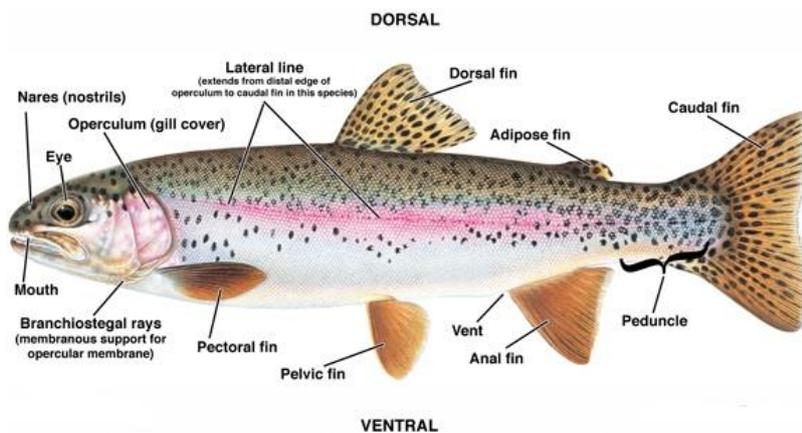


Figura .1: Imagen de la trucha arco iris presentando sus órganos externos
Fuente: Camacho et al (2008)

Hábitat

La trucha arco iris en su ambiente natural, es un pez que habita espacios acuáticos con aguas puras y cristalinas, con cauces que presentan marcados desniveles topográficos que originan rápidos, saltos y cascadas que son muy comunes en los ríos de alta montaña, son estos rápidos con una pronunciada velocidad de corriente y suelo pedregoso los más frecuentados por las truchas. De manera que las truchas son peces nativos de regiones elevadas y montañosas donde existen aguas frías y claras, siendo en general la Sierra, una



región apropiada para el cultivo de este pez, puesto que cuenta con aguas cristalinas y bien oxigenadas. (Camacho, 2002, p.6)

Parámetros generales para el cultivo de trucha

La calidad del agua es fundamental en un criadero de truchas, pues es el medio donde los peces se desarrollarán, así que conocer y mantener los parámetros del agua como: temperatura, oxígeno, turbidez, pH y amonio es de suma importancia para que el criadero tenga una buena producción acuícola, y que los truchas cosechados de nuestra granja sean de las características deseadas.

Oxígeno

Dentro de la acuicultura, el cultivo de la trucha arco iris es una de las prácticas que demandan mayor cantidad de oxígeno disuelto en el agua (figura 6). Dentro de la truchicultura (cultivo de trucha) se estima que los peces en crecimiento deben de tener continuamente tasas mínimas de oxígeno de 5 a 5.5 mg/l (miligramos/litro), mientras que los huevos y alevines son más exigentes, demandando de 6 a 7 mg/l; (Camacho,2002. p.9)

Temperatura. -

La trucha en condiciones naturales puede vivir en aguas con temperaturas de entre 0° y 25° C; sin embargo, es necesario mencionar que en términos de cría artificial de trucha, los límites de la temperatura del agua en los cuales su crecimiento y desarrollo son los adecuados es entre los 9° y 17°C, siendo en la etapa de alevín entre 10°-12°C la temperatura adecuada, y para los juveniles en pleno crecimiento 16°C. (Camacho,2008. p.9)

los 21°C las concentraciones de oxígeno en el agua son muy bajas y las aguas no son adecuadas para utilizarlas en el cultivo de trucha. (Blanco C., M. 1994)

pH

Conocer los valores de pH o potencial de hidrógeno es de gran importancia al igual que la temperatura y el oxígeno, esto debido a que si los valores en el pH



del agua son demasiado bajos o elevados, causaran estrés en las truchas. dentro de esta escala, un valor de 7 indica que el agua es neutra, un valor inferior a 7 indica que el agua es ácida y si es superior a 7 el agua se considera alcalina. Para la cría de la trucha arco iris los valores deseables del pH deben estar en un rango de 6.5 a 9, estos son los más apropiados para la producción. Con valores inferiores a 6.5 o mayores a 9.5 la reproducción disminuye. Con un pH por debajo de 4 se presenta la muerte ácida de los peces, y por arriba de 11 la muerte alcalina.

Tabla 1
Requerimiento de calidad de agua para la crianza de truchas

Parámetros físico-químicos	valores
Temperatura	De 7.2 a 17.0 °C
Oxígeno disuelto	Mayor a 5 mg/L
pH	6,7 – 9.0
Dióxido de carbono	Menor a 2 mg/L
Calcio	Mayor a 52 mg/L
Zinc	Menor a 0.4 mg/L
Amonio	Menor a 0,012 mg/ L
Nitrito	Menor a 0,5 mg/ L
Nitrógeno	Menor a 110% de saturación
Solidos suspendidos	Menor a 80 mg/ L
Solidos disueltos	Menor a 400 mg/ L
Ácido sulfhídrico	Menor a 0,002 mg/L

Fuente: Camacho. et al. (2002)

Amonio

La composición química de las aguas de un criadero de truchas se puede ver afectada por el metabolismo de los mismos peces que en ellos habitan o por la degradación de la materia orgánica presente en el agua. De especial importancia es el contenido de amoniaco, pues su toxicidad y efectos sobre el organismo varían con el pH y la temperatura del agua. Los efectos tóxicos son debidos esencialmente a la forma no ionizada del amoniaco, que es perjudicial para los



peces. El pH, la temperatura y la salinidad del agua determinan la toxicidad del amoníaco no ionizado, el pH es el más importante, (Camacho,2008. p.10)

Alimentación.

Proteínas. -Las dietas para peces carnívoros generalmente contienen alto contenido de proteína (40-60%), esto genera que las heces contengan niveles elevados de moléculas nitrogenadas (NH_4 , NH_3). Actualmente, la tendencia es disminuir la excreción de estos componentes para disminuir su impacto en el ambiente, además de disminuir costos considerando que el principal componente de una dieta para truchas es la harina de pescado y que esta posee un costo muy elevado (Sanz, 2010). En la tabla 2 se muestra los requerimientos de proteínas para la trucha arco iris.

Tabla 2

Requerimientos nutritivos de la trucha

Nutrientes	Composición
Proteínas	40 – 45 %
Carbohidratos	9 – 12 %
Lípidos	8 – 10%
Minerales	2%

Fuente: Camacho et.al (2003).

Vitaminas. - Las vitaminas son compuestos orgánicos requeridos por los peces en cantidades muy pequeñas, las truchas con respecto a otros peces son exigentes en vitaminas requiriéndose hasta 15 de ellas como esenciales, en la tabla 2.3 podemos apreciar los requerimientos vitamínicos para las truchas.





Tabla 3
Requerimientos de vitaminas en la nutrición de la trucha arco iris

Vitaminas	Cantidad
Vitamina A	2 500-3 500 U.I. kg ⁻¹
Vitamina D	2 400-3 000 U.I. kg ⁻¹
Vitamina E	30-100 U.I. kg ⁻¹
Vitamina K	10-15 mg. kg ⁻¹
Vitamina C	100-300 mg. kg ⁻¹
Tiamina	10 mg. kg ⁻¹
Rivoflavina	20 mg. kg ⁻¹
Piridoxina	1 0 mg. kg ⁻¹
Biotina	0.1-0.4 mg. kg ⁻¹
Ácido nicótico	150 mg. kg ⁻¹
Acido pantoténico	40-60 mg. kg ⁻¹
Ácido fólico	5 mg. kg ⁻¹
Cianocobalabina	0.01-0.02 mg kg ⁻¹

Fuente: Camacho et.al (2003)

Minerales

Los minerales también juegan un papel importante en la nutrición de las truchas y muchos de ellos pueden ser absorbidos del medio ambiente o de los organismos vivos de que se alimentan, formando parte de los fluidos como la sangre, los huesos, esqueleto, cartílagos, también intervienen en el metabolismo como enzimas, en la actividad neuromuscular y en el balance ácido básico y formando parte de la enzimas, hormonas y vitaminas. Según las necesidades del organismo los minerales pueden dividirse en macronutrientes y micronutrientes, los macronutrientes se requieren en cantidades que oscilan entre 0,15 y el 2 % del peso seco de la dieta (Cl, Na, P, Mg, y S) que forman parte de las estructuras corporales o actúan en la regulación del metabolismo; los micronutrientes se necesitan en pocas cantidades hasta



trazas (0.008%) y se utilizan como activadores enzimáticos principalmente son Co, Fe, Mn, Se, Zn, etc (Coll 1993).

Tabla 4

Requerimientos de Minerales en la nutrición de la trucha arco iris

Mineral	mg/Kg
Calcio	5 000
Fosforo	8 000
Magnesio	500 - 1000
Potasio	5 000
Hierro	50 – 100
Manganeso	20 – 50
Cobre	1- 4
Zinc	20 – 120
Cobalto	0,1
Selenio	0,1
Yodo	0,6

Fuente: Coll, Morales (1993)

Aditivos alimentarios

Es toda sustancia que, sin constituir por sí misma un alimento, se agrega intencionadamente a los alimentos en cantidades traza con el objetivo de modificar sus caracteres organolépticos, facilitar su proceso de elaboración o conservación y mejorar la absorción de los nutrientes. Son sustancias que se vuelven parte de un producto alimenticio cuando son agregadas a éste (intencionalmente o no) durante su procesamiento o producción

Las categorías de aditivos son:

- Aditivos nutricionales
- Aditivos tecnológicos
- Aditivos sensoriales
- Aditivos zootécnicos



- Anticoccidianos (Codex Alimentarius, 1,999)

El uso de aditivos en el alimento es una tendencia en acuicultura que ha tenido beneficios en la producción. Como el uso de prebióticos, prebióticos y extractos vegetales como del ajo y ácidos orgánicos.

2.2.2 Conceptual

Promotor de crecimiento

Se les denomina promotores de crecimiento a los aditivos que forman parte integral de la ración compuesta, que cumplen con la función de mejorar el aumento de peso diario de los animales, así como la conversión de la ración consumida; también se le llaman estimulantes del crecimiento. (Loeza, 2010).

Los productos de origen vegetal como promotores de crecimiento y para el control y la prevención de enfermedades de organismos acuáticos, se han identificado como una alternativa barata y de efectos positivos. Sin embargo, las investigaciones en este campo y el empleo de los mismos por el sector productivo animal son aún insuficientes. (Silva, 2002).

Prebiotico

Gibson y Roberfroid (2004) definieron un prebiótico como “un ingrediente alimentario no digerible que afecta beneficiosamente al hospedador al estimular selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o de un limitado número de especies bacterianas acidas en el colon, y que por lo tanto mejora la salud”

Tras muchas investigaciones Roberfroid y Col (2010) revisaron de nuevo esta definición y especificaron que los prebióticos son “ingredientes que producen una estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad(es) de uno o de un limitado número de géneros/especies de microorganismos en la microbiota intestinal confiriendo beneficios para la salud del hospedador”.



Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos son compuestos oxigenados derivados de los hidrocarburos que se forman al sustituir un carbono primario y dos hidrógenos por un oxígeno que se une al carbono mediante un doble enlace, y el tercer hidrógeno por un grupo (OH) que se une mediante un enlace simple, el grupo formado por esta sustitución, se sitúa siempre en un extremo de la cadena y reciben el nombre de carboxilo. Los ácidos orgánicos son un grupo químico orgánico que están ampliamente distribuidos en la naturaleza como constituyente habituales de plantas y tejidos animales. (Requena, s.f.).

Los ácidos orgánicos, están presentes en los alimentos o pueden acumularse como resultado de procesos de fermentación o bien se añaden de forma intencionada en la formulación (Beuchat y Golden, 1989). El empleo de ácidos orgánicos de cadena corta (AOCC), como el ácido fórmico, el láctico o el ácido propiónico, éste último utilizado durante años como inhibidor de hongos en piensos, ha adquirido su mayor importancia en producción ganadera. (Shiva, 2007).

Ácidos orgánicos en la producción animal

Durante muchos años, en la dieta de los animales de producción se han incluido ácidos, tanto orgánicos como inorgánicos, con el fin de reducir el pH dentro del estómago, incrementar la proteólisis gástrica y la digestibilidad de los nutrientes. Los ácidos más utilizados en producción porcina son los ácidos orgánicos, especialmente los de cadena corta (AOCC) (Ibañez, 2003)).

Los ácidos orgánicos, que son poco dissociables, ejercen su efecto en moléculas intactas (sin dissociar), que penetran a la célula. El ácido benzoico y el ácido sórbico se usan ampliamente como conservantes alimentarios. Ciertos ácidos (como el acético, láctico, propiónico) aparecen en alimentos fermentados, actuando como conservantes naturales. Estos mismos, así como el cítrico se pueden añadir a otros tipos de alimentos, para prolongar el periodo de posible almacenamiento de los productos (Ibañez, 2003).

La acción antimicrobiana de los ácidos orgánicos está relacionada en primer lugar con la reducción del pH de la dieta. Sin embargo, su efecto más importante se debe a la capacidad de la forma no dissociada de difundirse



libremente a través de la membrana celular de los microorganismos hacia su citoplasma. Dentro de la célula, el ácido se disocia y altera el equilibrio de pH, suprimiendo sistemas enzimáticos y de transporte de nutrientes.

La eficacia de inhibición microbiana de un ácido depende de su valor pKa (fuerza que tienen las moléculas en disociarse) que es el pH al cual un 50% del ácido está disociado, mientras mayor sea el pKa de un ácido más fuerte es este. Ácidos orgánicos con elevado valor pKa son conservantes más efectivos, ya que en el rango habitual de pH de las dietas, una proporción más alta se encuentra en forma no disociada. (Roth, 2000).

Los ácidos orgánicos si se usan correctamente junto con medidas nutricionales de manejo y de bioseguridad, pueden ser una herramienta poderosa para mantener la salud del tracto gastrointestinal de los animales, mejorando así su rendimiento zootécnico. (Gauthier, 2002).

Cuando los ácidos orgánicos se utilizan como aditivos alimentarios, se debe tener en cuenta al formular la dieta su aporte de energía bruta, que varía considerablemente entre los diferentes compuestos. Se considera que en la mayoría de los casos la energía bruta es completamente metabolizada por el animal (Roth, 2000).

Los ácidos orgánicos administrados en el agua tienen el mismo destino que los ácidos no protegidos en la ración, por lo que se tienen que utilizar niveles de inclusión sumamente altos para observar resultados positivos. La reducción del pH del agua indica que el ácido se está disociando por lo que no tendrá utilidad alguna cuando llegue al intestino del organismo. (Gauthier, 2002).

Ácido propiónico

Ácido de origen natural presente en cantidades pequeñas en muchos alimentos. De fórmula $C_3H_6O_2$. Algunas veces es hallado en altas concentraciones a consecuencia de la actividad de las bacterias en los alimentos fermentados. También es producido en grandes cantidades por las bacterias del intestino grueso, siendo además, un componente natural del sudor. Tanto el ácido propiónico como los propionatos son utilizados como conservantes,



principalmente contra los hongos. Frecuentemente es usado en los productos para prevenir el deterioro bacteriano. (Aditivos alimentarios, s/f).

Ácido fumárico

Es un ácido de origen natural presente en muchas frutas y vegetales. Comercialmente se obtiene por síntesis química o a través de la fermentación del azúcar con hongos. Forma parte de las rutas metabólicas de todas las células vivas. Utilizado como ácido y estabilizador estructural en una amplia variedad de productos. (Aditivos alimentarios, s/f).



Ácido cítrico

ácido cítrico es un compuesto encontrado en todos los organismos vivos debido a que forma parte de las principales rutas metabólicas de todas las células corporales. Así mismo, se halla en grandes concentraciones en las frutas cítricas. El ácido cítrico cumple diversas funciones. Entre ellas, promueve la actividad de varios antioxidantes, pero no se desempeña como tal. Es utilizado principalmente como regulador de la acidez, disminuye el pardeamiento enzimático en las frutas y en los productos derivados de las mismas. El ácido cítrico es un componente normal de las células corporales y es degradado y utilizado por el organismo sin ocasionar efectos colaterales. Se han reportado ciertas reacciones pseudoalérgicas (intolerancia), pero han sido escasas. Las personas que sufren de tal intolerancia deben evitar todas las frutas tiernas y las bayas, así como los productos derivados de las mismas. No produce cáncer. (Aditivos alimentarios, s/f).

Acido fórmico

Es un ácido orgánico de un solo átomo de carbono, y por lo tanto el más simple de los ácidos orgánicos. Su fórmula es CH_2O_2 . De acuerdo con su elevada eficacia nutritiva, este ácido influye positivamente en la digestibilidad de los nutrientes. Las mejoras obtenidas son más claras para la proteína (hasta un 4%) que para la energía (hasta un 2%) y son más evidentes justo después del destete



en cerdos que a edades más avanzadas. Para la digestión óptima de la proteína en el intestino, se requiere la conversión de pepsinógeno en pepsina. Para ello, es necesario que el pH sea inferior a 5,0. Por otra parte, la pepsina alcanza su actividad máxima a un pH comprendido entre 2,0 y 3,5. La acidificación de la dieta reduce su capacidad tampón y puede facilitar la digestión gástrica de la proteína y aumentar su digestibilidad. (Roth, 2000).

Formiato cálcico

Es una fuente de aniones "formiato" con un marcado efecto bactericida y bacteriostático principalmente sobre enterobacterias. La presentación en forma de sal tiene la ventaja de proporcionar una liberación lenta del anión y por lo tanto un prolongado efecto antimicrobiano en el pienso así como una destacada resistencia a los tratamientos térmicos aplicados al mismo. Adicionalmente, constituye una fuente de calcio altamente digestible en la alimentación. (Aditivos alimentarios, s/f).

Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos son compuestos "generalmente considerados seguros" que a menudo contienen uno o más grupos carboxilo (-COOH) con propiedades antimicrobianas (Defoirdt et al., 2009). Algunos de los más comunes son aquellos con cadenas cortas (C1-C6) que incluyen ácidos fórmico, láctico, propiónico ,

Cítrico y sus sales. Se sabe que muchos de estos inhiben varias cepas de *Vibrio* in vitro, pero dependen en gran medida del tipo y nivel (da Silva et al., 2013) cuando se probó in vivo con varias especies de animales acuáticos. Se cree que la acción antimicrobiana primaria de los ácidos orgánicos es alterando el pH del citoplasma celular de las bacterias y las que son sensibles a tales cambios se inhiben, reduciendo así las bacterias dañinas en el tracto gastrointestinal del animal huésped (revisado por Booth y Stratford, 2003).

En general, los informes sobre ácidos orgánicos que mejoraron el rendimiento del crecimiento y la utilización de nutrientes en animales cultivados han sido positivos, pero parecen depender del tipo de ácidos orgánicos utilizados y de las especies hospedadoras. Por ejemplo, *Arctic Charr*, *Salvelinus alpinus*,



alimentado con dietas suplementadas con propionato de sodio, suprimió el crecimiento, mientras que el lactato de sodio en la dieta actuó como un promotor del crecimiento (Ringø, 1991).

uso de ácidos orgánicos en la producción porcina ha sido evidenciado a través de varios estudios principalmente en el destete de lechones. Las respuestas fisiológicas de los cerdos ante los ácidos orgánicos han sido principalmente de reducir el pH de los alimentos en el estómago lo que lleva a mejor absorción, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia con dosis de 1.2% de ácido fórmico, 1.6% de ácido láctico y 2.4% de ácido fumárico (Roth, 2000).

En España se realizaron estudios sobre el uso de ácidos orgánicos como alternativa a los antibióticos como promotores de crecimiento en cerdos. El recuento total de bacterias aerobias mesófilas a lo largo del tracto digestivo de cerdos del grupo tratado con la mezcla de ácidos orgánicos, es menor que el obtenido en el grupo de animales al que sólo se le suministró antibióticos, evidenciándose un mejor control de la microbiota intestinal.

Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos son compuestos “generalmente considerados seguros” que a menudo contienen uno o más grupos carboxilo (-COOH) con propiedades antimicrobianas (Defoirdt et al., 2011). Algunos de los más comunes son aquellos con cadenas cortas (C1-C6) que incluyen ácidos fórmico, láctico, propiónico ,

Cítrico y sus sales. Se sabe que muchos de estos inhiben varias cepas de *Vibrio* in vitro, pero dependen en gran medida del tipo y nivel (da Silva et al., 2013) cuando se probó in vivo con varias especies de animales acuáticos. Se cree que la acción antimicrobiana primaria de los ácidos orgánicos es alterando el pH del citoplasma celular de las bacterias y las que son sensibles a tales cambios se inhiben, reduciendo así las bacterias dañinas en el tracto gastrointestinal del animal huésped (revisado por Booth y Stratford, 2003).



En general, los informes sobre ácidos orgánicos que mejoraron el rendimiento del crecimiento y la utilización de nutrientes en animales cultivados han sido positivos, pero parecen depender del tipo de ácidos orgánicos utilizados y de las especies hospedadoras. Por ejemplo, *Arctic Charr*, *Salvelinus alpinus*, alimentado con dietas suplementadas con propionato de sodio, suprimió el crecimiento, mientras que el lactato de sodio en la dieta actuó como un promotor del crecimiento (Ringø, 1991).

El uso de ácidos orgánicos en la producción porcina ha sido evidenciado a través de varios estudios principalmente en el destete de lechones. Las respuestas fisiológicas de los cerdos ante los ácidos orgánicos han sido principalmente de reducir el pH de los alimentos en el estómago lo que lleva a mejor absorción, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia con dosis de 1.2% de ácido fórmico, 1.6% de ácido láctico y 2.4% de ácido fumárico (Roth, 2000).

Mecanismo de acción

actividad antibacteriana aumenta al disminuir el valor del pH. Orgánico Los ácidos son liposolubles en su forma no disociada; también pueden para entrar en la célula microbiana. Sin embargo, un mecanismo de transporte mediado por un portador parece estar involucrado en el transporte de membrana de estos ácidos orgánicos. Una vez en la célula, el ácido libera el protón en el ambiente más alcalino, disminuyendo así el pH intracelular (Figura 2). Esto influye en el metabolismo de los microbios que inhiben la acción de enzimas importantes y obliga a la célula bacteriana a utilizar energía para liberar protones, lo que lleva a una acumulación intracelular de aniones ácidos; esto depende del gradiente de pH a través de la membrana. (Defoirdt et al., 2009)

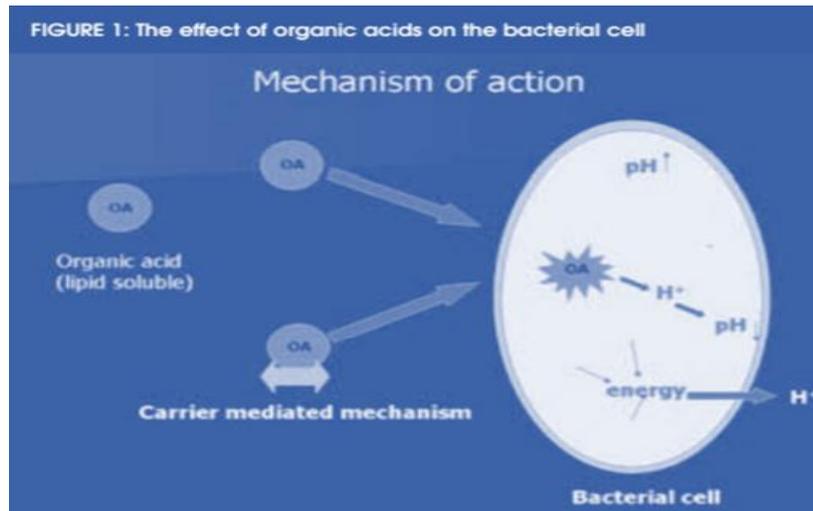


Figura 2: Efecto de ácido orgánico en la célula bacteria Fuente:
Defoirdt et al., 2009

El anión ácido parece ser muy importante con respecto al efecto antibacteriano de los ácidos orgánicos y sus sales. Varias investigaciones han demostrado un fuerte efecto bactericida del ácido orgánico sin disminuir significativamente el valor del pH en el tracto gastrointestinal.

En general, las bacterias del ácido láctico pueden crecer a un pH relativamente bajo, lo que significa que son más resistentes al ácido orgánico que otras especies de bacterias, por ejemplo, *E. coli*. Una explicación de esto puede ser que las bacterias grampositivas tienen una alta concentración intracelular de iones de potasio, lo que contrarresta el anión ácido (Figura 3).

El efecto antimicrobiano de los ácidos orgánicos aumenta al aumentar la concentración y la longitud de la cadena de carbono. Sin embargo, las bacterias gramnegativas pueden absorber y metabolizar ácidos orgánicos de cadena larga y media. Además, las células vegetativas son más sensibles a los ácidos orgánicos que las correspondientes formas de esporas.

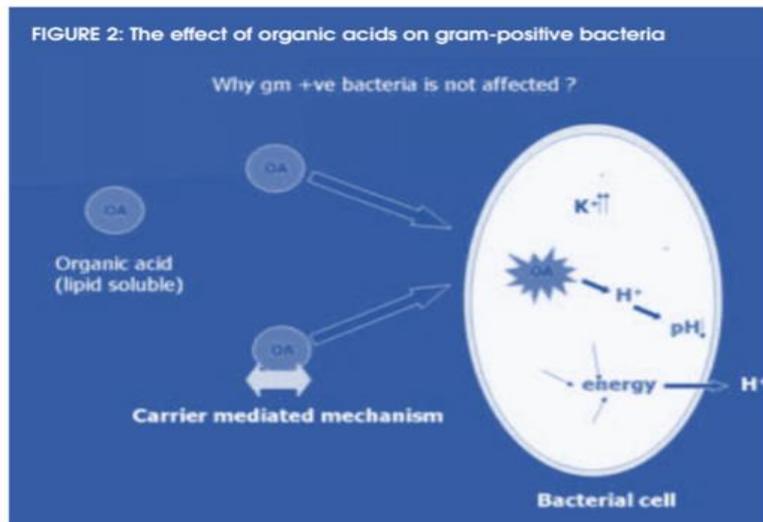


Figura 3 : Efecto del ácido orgánico en bacterias gran positivas (Fuente: Defoirdt et al., 2009)

Ácido cítrico (CA) Se ha demostrado que la suplementación dietética de CA influye en la disponibilidad de minerales en la trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* y rohu, *Labeo rohita*. Sin embargo, los estudios sobre otras especies de peces son limitados y los hallazgos sobre el pH del tracto gastrointestinal son inconsistentes. La adición de CA (1.5 por ciento) a la dieta de control no afectó significativamente el pH, la concentración de ácidos grasos volátiles o no volátiles o microflora (aerobios totales, lactobacilos, clostridios, *E. coli*) en el contenido del estómago, yeyuno, ciego o menos. colon de lechones destetados (Risley et al 1993). Hay informes sobre el uso de AC en la alimentación de los peces (Baruah et al 2005), pero no se ha estudiado su efecto sobre la microflora intestinal.

En resumen, la adición de ácido orgánico en los piensos para peces puede tener las siguientes ventajas. Puede:

- reducir la carga microbiana patógena no deseada en el pienso y el intestino de los peces
- reducir los metabolitos microbianos tóxicos al reducir los microbios patógenos
- mejorar la absorción de nutrientes debido a la proliferación del epitelio mucoso del intestino
- reducir la descarga de fósforo en el agua evitando así contaminación acuática, y



- reducir el riesgo de residuos de antibióticos en peces y langostinos en aquellas regiones donde se utilizan antibióticos.

2.3 Definición de términos básicos

Alevino (alevín): Etapa de la vida de los peces posterior a la absorción del saco vitelino hasta el estadio de juvenil, en el cual el pez presenta características de adulto. (FONDEPEZ, 2014, p.68)

Alimento: Cualquier sustancia que un organismo puede ingerir y emplear como fuente de nutrientes. (FONDEPEZ, 2014, p.68)

Alimento balanceado: Mezcla de ingredientes diseñada para cubrir el requerimiento nutricional de un animal, en función de su etapa metabólica, edad, peso y reproducción, que es sometida a procesos que facilitan la disponibilidad de los nutrientes (FONDEPEZ, 2014, p.68)

Biometría:

menciona que, se mide el peso y talla de la población de truchas por muestreo cada 15 días, resultado que apoya en diferenciar el crecimiento, alimento requerido, densidad en jaulas, conversión alimenticia, condición de pez, etc. Tomando como el 5 al 10 % de la población. (FONDEPEZ, 2014, p.69)

Campaña de producción: Período de tiempo transcurrido desde el inicio del cultivo de determinada especie hasta su cosecha. Comprende también, de ser el caso, el período transcurrido desde el inicio de la producción de larvas hasta la cosecha de semillas. (FONDEPEZ, 2014, p.69)

Cosecha: Recolección de los productos provenientes de un cultivo en cualquiera de sus modalidades. (FONDEPEZ, 2014, p. 69).



Cultivo: Proceso que abarca la reproducción y producción de especies hidrobiológicas en ambientes naturales o artificiales debidamente seleccionados y acondicionados. (FONDEPEZ, 2014, p.68).

Factor de conversión alimenticia (FCA): Es la relación entre la cantidad de alimento consumido y el incremento de peso en un período determinado. También se le denomina conversión alimenticia y tasa de conversión alimenticia. (FONDEPEZ, 2014,p.69).

Materia prima: se define como materia prima todos los elementos que se incluyen en la elaboración de un producto. (FONDEPEZ, 2014, p 69).

Mano de obra: Se entiende por mano de obra el costo total que representa el montante de trabajadores que tenga la empresa incluyendo los salarios y todo tipo de impuestos que van ligados a cada trabajador. (FONDEPEZ, 2018,p.70).

Tasa alimenticia

El suministro de los alimentos balanceados, depende del clima y de la edad del organismo; para la edad de cría es recomendable proporcionar del 3 al 8% de la biomasa con una frecuencia alimenticia de 2 a 4 veces/día; para la fase de engorde, la tasa de 2 a 7% de la biomasa, con una frecuencia alimenticia de 2 a 5 veces al día; y en la fase de reproducción la tasa de alimentación es de 2 a 3%, de la biomasa con una frecuencia alimenticia de 1 a 3 veces/día. (FONDEPEZ, 2018, p.68).

Índice de condición

El índice de condición expresa, en peces, la relación volumétrica en función del peso, dicho factor puede indicar el estado nutritivo de los organismos y, en cultivo, es útil para comparar y cuantificar numéricamente la condición o estado en que el pez se encuentra, permitiendo asociarse a una valoración de la contextura o estado de delgadez o gordura, siendo para tilapia un valor promedio ideal de 3.11 g/cm³ (Franco. et. al, 2011).





CAPITULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

La adición de prebióticos (ácidos orgánicos) en la alimentación influirá modificando en el crecimiento y parámetros productivos de la trucha arco iris.

3.1.2 Hipótesis específicas

- la inclusión de 0.0% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación no influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha.
- la inclusión de 0.5% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá aumentando el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha.
- la inclusión de 1.0% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá mejorando el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha.
- la inclusión de 1.5% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá mejorando el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha.





3.2 Definición conceptual de variables

Variables independientes: (Prebiótico)

definieron un prebiótico como “un ingrediente alimentario no digerible que afecta beneficiosamente al hospedador al estimular selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o de un limitado número de especies bacterianas en el colon, y que por lo tanto mejora la salud” . (Gibson y Roberfroid 2004)

Variables dependientes: (Crecimiento)

Ganancia de peso de peso y talla: incremento en talla y peso de un pez (FONDEPEZ 2014, p.54)

Conversión alimentaria: Cantidad de alimento que consume un pez por unidad de peso producida de pez (FONDEPEZ, 2014, p.68)

Coefficiente térmico de Crecimiento: es una constante que nos dice la productividad de un criadero (CHO C.Y. y BUREAU D. 1998)

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 5

Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	indicadores	Escala
Variables Independiente:	Mezcla de Ácidos orgánicos	% de Mezcla de ácidos orgánicos/tratamiento	T1=0,0 % T2=0,5;% T3=1,0;% T4=1,5 %
Promotores de crecimiento (Prebiotico)	(20% acido lactico,20% ácido citrico,20% de ácido propiónico, 40% de diformiato de potasio)		
Variable dependiente:	Ganancia de peso y talla	gramos y cm	5-200 g. 13- 20 cm
(cultivo) Rendimiento Productivo	Conversión alimentaria	Cantidad alimento consumido / peso de pez ganado	1- 2 (adimensional)
	Coefficiente térmico de crecimiento	Coefficiente de productividad	0.00100 – 0.00200

Fuente: Elaboración propia (2019)



CAPITULO IV DISEÑO METODOLOGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

4.1.1 tipo de Investigación

Investigación aplicada (Tam, J., G Vera y Oliveros. 2008.)

4.1.2. Diseño de investigación

El diseño experimental es un factorial **1x4X3**, (**1** variable independiente: mezcla de ácidos orgánicos MAO; **4** tratamientos: T1=0%MAO; T2=0,5% MAO; T3= 1.0% MAO; y T4= 1.5% MAO con **3** repeticiones/ tratamiento) = 12 pruebas experimentales Diseño experimental puro con pre prueba, post prueba y grupo control (Hernández *et al.*, 2006):

R G ₁	O ₁ X ₁	O ₂
R G ₂	O ₃ X ₂	O ₄
R G ₃	O ₅ X ₃	O ₆
R G ₄	O ₇ X ₄	O ₈

R = grupos escogidos aleatoriamente

G = Grupos (4 grupos)

O₁, O₃, O₅, O₇ = medición previa para cada grupo

X₁ = Alimento sin MAO tratamiento 1

X₂ = Alimento con 0,5% de MAO tratamiento 2

X₃ = Alimento con 1,0% de MAO tratamiento 3

X₄ = Alimento con 1,5% de MAO tratamiento 4

O₂, O₄, O₆, O₈ = medición final (Post pruebas)

MAO = Mezcla de ácidos orgánicos (20% ácido láctico, 20% ácido cítrico, 20% de ácido propiónico, 40% de diformiato de potasio)



Tabla 6
Fórmula experimental

Tratamientos	Repetición-1 R-1	Repetición 2 R-2	Repetición 3 R-3
T-1	N = 20	N = 20	N = 20
T-2	N = 20	N = 20	N = 20
T-3	N = 20	N = 20	N = 20
T-4	N = 20	N = 20	N = 20

Fuente: Elaboración propia (2019)

T-1 = 0% de MAO

T-2 = 0,5% de MAO

T-3 = 1.0% de MAO

T-4 = 1,5 % de MAO

MAO = Mezcla de ácidos orgánicos (20% ácido láctico, 20% ácido cítrico, 20% de ácido propiónico, 40% de diformiato de potasio)

R = réplicas de los tratamientos

N = número de ejemplares (20)/ unidad experimental

4.2 Método de investigación

Se aplicó el método experimental: (Tam, J., G. Vera y Oliveros. 2008.)

Es experimental por que Manipula en forma intencional Las variables independientes y se mide las variables dependientes, dos o más grupos de comparación, Asignación al azar, Control y validez. (Hernández *et al.*, 2006):



4.3 Población y muestra

4.3.1 La población

La población total está constituida los 1 500 alevines de truchas del tanque 2 de la piscigranja Obrajillo-Canta

4.3.2 La muestra

La muestra que se tomo fue de 250 alevines de truchas arco iris

se calculó con la siguiente formula: (Hernández *et al.*, 2006), Investigación científica Pacifico editores Lima – Perú 1994. Pp. 138 – 139)

$$N = \frac{p \times q}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{p \times q}{N}}$$

N= Tamaño de la Población

p= Proporción de la población que posee las características (cuando se desconoce esa proporción se asume p= 50

q = 1 – p

E = margen de error

Z = Desviación estándar para un intervalo e confianza de 95%

Estará constituida por 500 alevines de trucha de 2 g.

4.4 Lugar de estudio

El Lugar de estudio fue en el Laboratorio de Acuicultura (Chucuito) de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la UNAC en los meses de octubre, noviembre y Diciembre del 2019



4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

a) Instrumentos

- Potenciómetro digital marca Oakton modelo pH-30, impermeable, con una precisión para pH de ± 0.01
- Espectrofotómetro 20 Genesys® Spectronic Unicam, con un rango de longitud de onda de 325 a 1100 nm, exactitud de longitud de onda de 2.0 nm
- Oxímetro hatch LDA (medición oxígeno)
- Balanza eléctrica con aproximación ± 0.1 g hasta 2,000g
- Termómetro de 0 hasta 50°C
- 1 bomba de aireación /(blower) de 100 watt
- Mangueras para limpieza de 1 pulgada de diámetro
- Recipientes de plástico de 60 ml para las muestras de agua
- Pipetas de 20, 10, 5, 1 y 0.5 ml.
- Rejillas porta tubos, capacidad 12 unidades
- Tubos de ensayo de 50 y 20 ml
- Vasos de precipitados o Beakers (Tipo Griffin) de 150 y 200 ml

b) Técnica de recolección de datos

De acuerdo al diseño experimental se trabajó con 4 tratamientos, cada tratamiento constó con 3 réplicas haciendo un total de 12 unidades experimentales,

La técnica para contractar la hipótesis estuvo dada por los siguientes procesos: (La técnica es propia porque se puede trabajar en acuarios, en tanques en estanques con geomembrana. En estanque de madera forrada con geomembrana es un arte aprendido con la experiencia)

a). Instalación de las 12 unidades experimentales (tanques de 100 L de agua cada uno), se le instaló un sistema de recirculación de agua, con sistema de enfriamiento (ver figura 4 y anexos)



Figura 4: Tanques de cultivo con alevines de trucha arco iris.(Fuente Elaboración propia)

- b). Se sembró en cada tanque 20 truchas** con peso promedio de 2 g.
- c). Se les alimentó diariamente** con un alimento balanceado inicio de truchas de Nicovita que contenía un 45% de proteína 12 % de grasas y 15 % de carbohidratos al que se adiciono la mezcla de MAO con sus respectivos % para cada tratamiento diariamente con una ración de 3-6% de su peso corporal
- d). Se registró diariamente los parámetros** de Oxígeno disuelto (saturación), temperatura, Amonio, nitritos nitratos, y pH,
- e). Se tomo mediciones de peso y talla** cada 15 días (peso y talla).

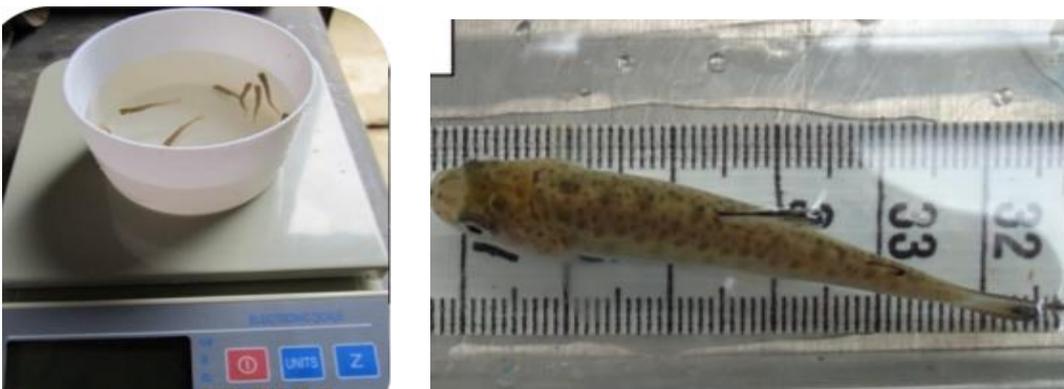


Figura 5: toma de datos biométricos (Fuente: Elaboración propia)

- f). Se hizo mantenimiento de los sistemas de recirculación** (limpieza)



g). Al final de la prueba experimental se calculó los datos biométricos (medición de peso y talla), tasa de crecimiento, conversión alimentara y coeficiente térmico de crecimiento.)

c)Técnica de recolección de datos

1). Cálculo de la ganancia de peso por tratamientos y por meses:

La ganancia de peso en gramos se obtuvo mediante la siguiente formula:

(Guillaume, 2004)

$$GP (g) = Pf - Pi$$

Pf= peso final promedio (por tratamiento)

Pi= peso inicial promedio (por tratamiento)

2). Cálculos de la predicción del peso final (g) Cho y Bureau (1998),

Predicción del peso final:

$$Pf = [Pi^{1/3} + (CTC * \sum Ce)]^3$$

3). Cálculos del factor de conversión alimenticia (FCA) : (FONDEPEZ ,2018)

El Factor de conversión alimenticia se calculó con la siguiente formula:

$$FCA = \text{Total del alimento consumido (TAC)} / \text{peso de pez ganado (PPG)}$$

$$TAC = Pi \times N^{\circ} \text{ peces} \times \text{tasa alimenticia} \times 30 \text{ días}$$

$$PPG = Pf - Pi \times N^{\circ} \text{ peces.}$$

4). Cálculo del coeficiente térmico de crecimiento (CTC) Cho y Bureau (1998),

El CTC, es una constante que nos indica la productividad de un sistema o criadero piscícola, cuando su valor es más alto es mayor la productividad y se calcula con la siguiente formula: Cho y Bureau (1998),

$$CTC = (Pf)^{1/3} - (Pi)^{1/3} / t \times \text{Días}$$



T = temperaturas promedio del agua

Pf = peso promedio final

Pi = peso promedio inicial.

4.6 Análisis y procesamiento de datos

A los valores obtenidos de ganancia de peso, tasa de crecimiento, conversión alimentaria y coeficiente térmico de crecimiento, se sometió a un análisis de varianza ANOVA para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos, si se encontrara diferencias significativas, se analizó con la prueba de tukey para comparación de promedios.



CAPITULO V: RESULTADOS

5.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS

5.1.1. Ganancia de peso de los peces del tratamiento 1 (0% MAO)

a) Resultados descriptivos

TABLA 7

Valores promedio proyectado de peso (g) por días de los tratamientos

DIAS	T1	T2	T3	T4
1	1,95 ± 0.12	1.72 ±0.31	2.05±0.34	2.05±0.34
15	4,62 ± 1.13	3.67 ± 1.44	5.56± 1.25	3.62 ± 1.27
30	5.10 ± 1.57	6.52 ± 2.21	8.31± 1.93	6.41 ± 2.11
45	13.20 ± 2.68	13.51 ± 3.36	18.23 ±2.59	14.33 ±4.32
60	27.54 ± 3.81	22.41 ± 6.54	38.49 ± 5.32	36.43 ±5.76
75	50.23 ± 5.44	53.29 ±7.13	75.12 ± 7.38	68.12 ±6.12
90*	85.76± 6.46	98,25 ± 7.04	106,23 ±8.32	95,42 ±6.45
105*	101,23±6.87	123,76 ± 8.29	123,41 ±8.45	110,65 ±7.10
120*	125,36±7.87	143,87 ± 9.23	143,76 ± 9.21	137,56 ±8,34
135*	154,12±8.4	176,21 ± 10.12	180,25 ± 9.32	165,87 ±9,02
150*	189,45±5.76b	201,76±10.56a	215,87± 9,23a	198,41±10,20a

***con CTC**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 y 8, gráficos 1 y 2 se puede observar los valores promedios de peso y talla proyectados a partir de la ecuación de estimación con valores del coeficiente térmico de crecimiento realizados con el muestreo inicial donde podemos apreciar que los promedios de peso en el tratamiento 1 a los 150 días fue 189,45 g con una talla promedio de 19.8 cm y que los tratamientos: T2, T3, y T4: 0,5, 1,00 y 1,5 % de MAO tienen mayor ganancia de peso,



el análisis de varianza nos permite determinar que existe diferencia significativa entre el T1 y los Tratamiento T2; T3.; y T4 ($p < 0,05$) ver anexo 1 los tratamientos con MAO mejoran la ganancia de peso y talla frente al control

5.1.2 Ganancia de peso de los peces del tratamiento 2 (0,5%) MAO

a) Resultados descriptivos

Tabla 8: Valores promedio proyectado de talla de truchas arco iris por días y por tratamientos

TABLA 8				
Valores promedio proyectado de talla (cm) por días de los tratamientos				
DIAS	T1	T2	T3	T4
1	5.4	5.3 ± 1.56	5.3 ± 1.56	5.70 ±1.75
15	6.52±1.75	7,39±1.75	8,10±1.75	7,34 ±2.45
30	6,76± 2.31	7,39± 2.31	10,80± 2.31	9,88 ± 2.05
45	9,50± 2.67	9,67± 3.11	8.73± 3.11	8.95 ±2.23
60	10.15± 3.74	10.785± 3.74	10.15± 3.74	10.51 ± 2.87
75	12,48± 3.21	11,65± 4.21	13,45± 4.21	12.54 ±3.79
90*	13.10± 3.76	14.10± 4.76	15.10± 4.76	14.10 ±4.33
105*	14.7 ± 4.02	15.6 ±4.23	17.3 ± 4.58	17.5 ± 4.56
120*	16.6 ± 4.21	17.2 ±5.32	19.6 ± 5.13	18.1 ± 5.12
135*	18.2 ± 4.35	19.3 ± 5.46	19.7 ± 5.59	19.6 ± 5.68
150*	19.8 ± 5.32b	21.5 ± 5.86a	21.4 ± 6.34a	20.4 ± 6.06a

***con CTC**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 y 8; grafico 3 y 4 se puede observar los valores promedios de peso y talla proyectado en el tratamiento 2 a los 150 días utilizando el CTC alcanza un promedio de peso de 201.76 gramos y 21,5 cm



El análisis de varianza demostró que existe diferencia significativa de ($p < 0,05$) del tratamiento 2 frente al control T1 (0%) demostrando que el tratamiento T2 presenta mayor crecimiento que el T1 en los alevines de truchas arco iris. (anexo 3)

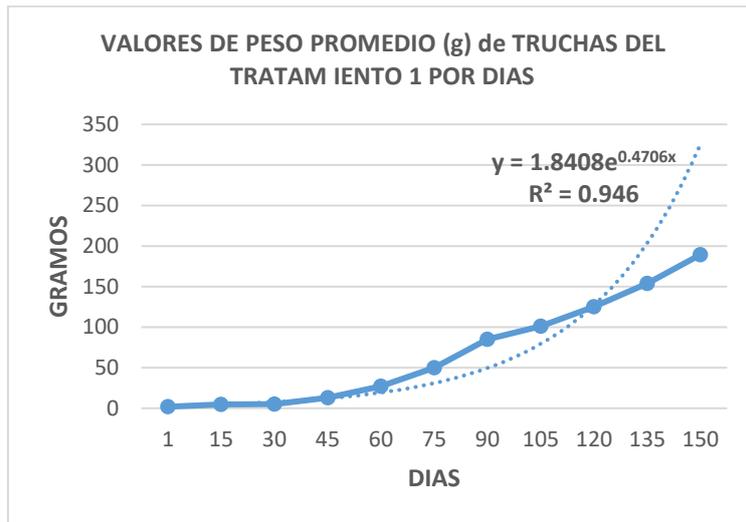


Gráfico 1: Valores Promedio proyectado de peso (g) truchas por días del tratamiento 1. (Fuente: propia)

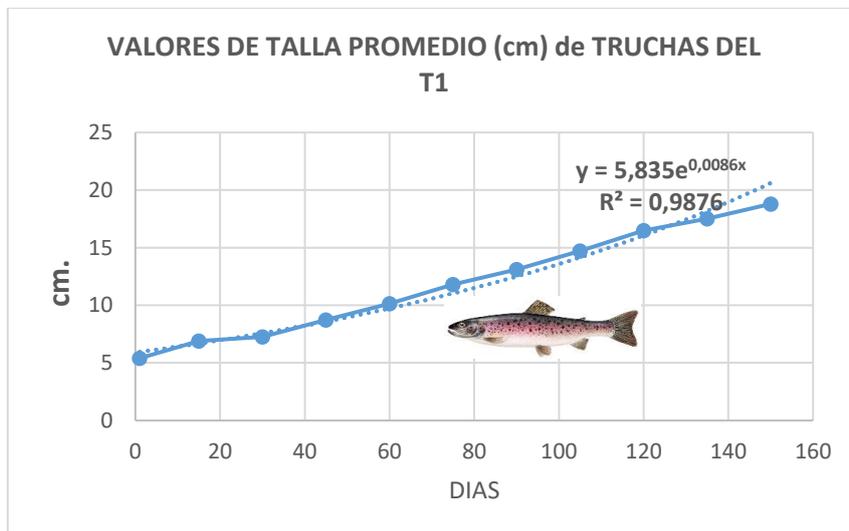


Gráfico 2: Valores Promedio proyectado de tallas (cm) truchas por días del tratamiento 1. (Fuente: propia)

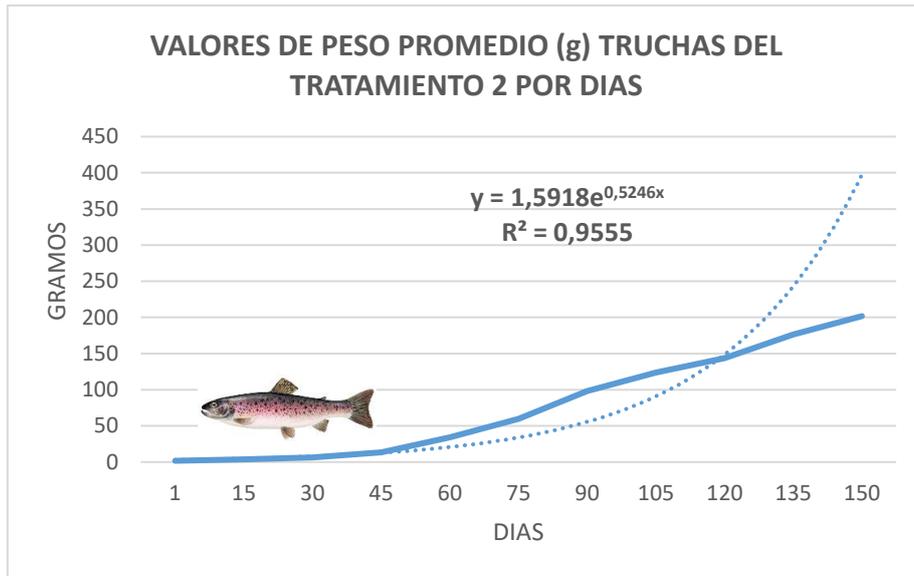


Gráfico 3: Valores Promedio proyectado de peso (g) truchas por días del tratamiento 2. (Fuente: propia,2020)

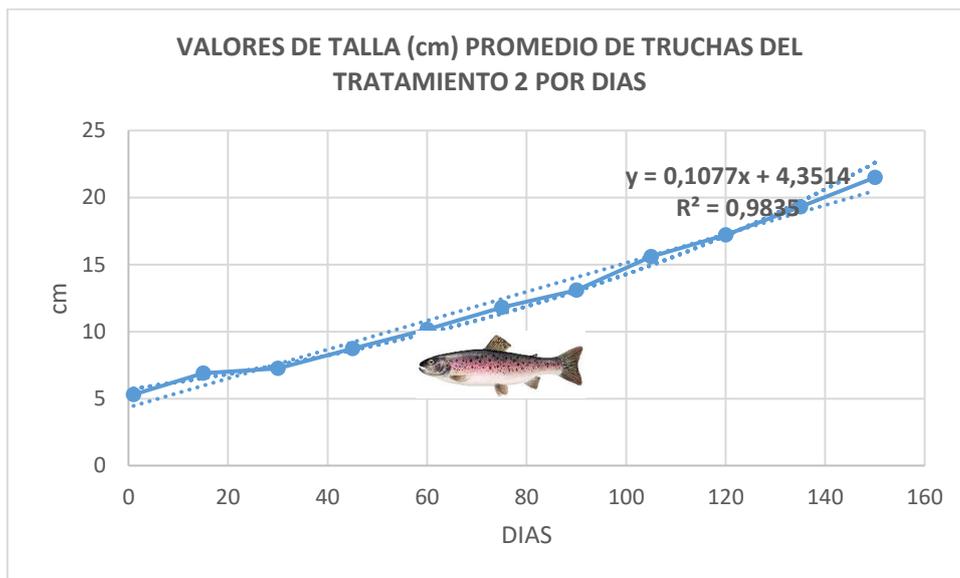


Gráfico 4: Valores Promedio de tallas en cm. de truchas por días del tratamiento 2. (Fuente: propia,2020)

5.1.3 ganancia en talla y peso Tratamiento 3 (1,0%) MAO

a) Resultados descriptivos

En la tabla 7y 8 ; gráfico 5 y 6 se puede observar los valores promedios de peso y talla proyectado donde podemos apreciar que los promedios de peso en el tratamiento T 3 a los 150 días utilizando el CTC alcanza un promedio de peso de 215.76 gramos y talla de 21.4 cm

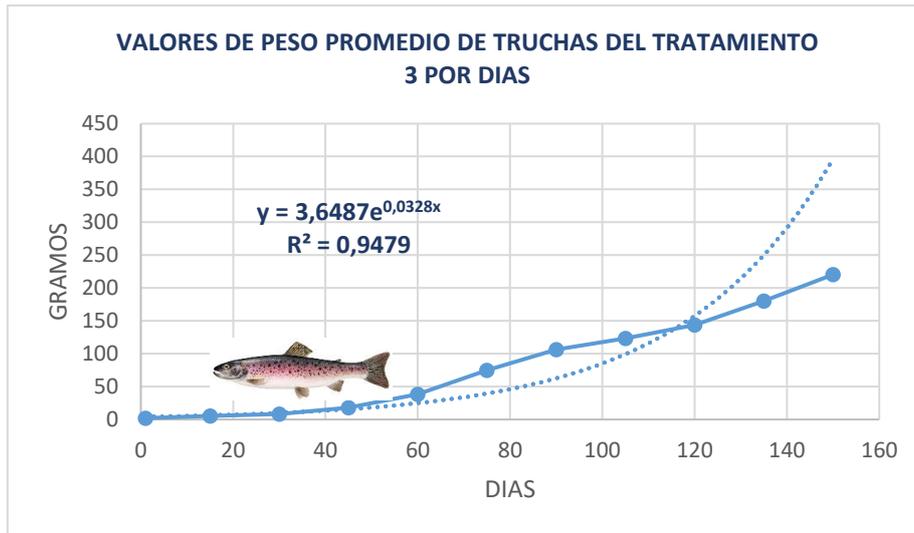


Gráfico 5: Valores Promedio proyectado de peso (g) truchas por días del tratamiento 3. (Fuente: propia,2020)

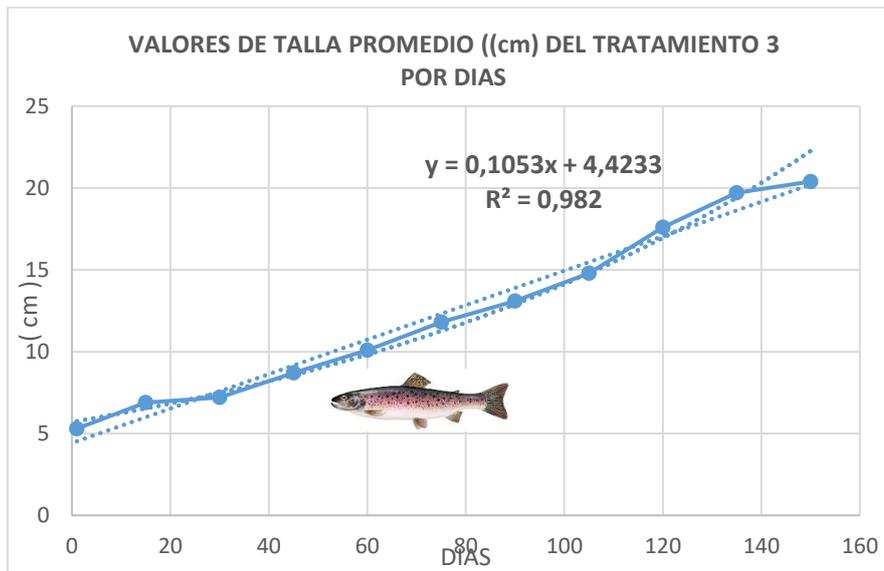


Gráfico 6: Valores Promedio proyectado de tallas (cm) truchas por días del tratamiento 3. (Fuente: propia)

El análisis de varianza demostró que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) de mayor crecimiento de peso y talla del tratamiento 3 frente al control T 1 (0%) concluyendo también el tratamiento T3 es mejor que el control

5.1.4 ganancia de peso talla y peso del Tratamiento 4 (1.5 %) MA0

a) Resultados descriptivos



En la tabla 7 y 8; gráfico 7 y 8 se puede observar los valores promedios de peso proyectado y talla proyectado del T 4 donde podemos apreciar a los 150 días utilizando el CTC alcanza un promedio de peso de 198,41 gramos y talla de 20,4 cm

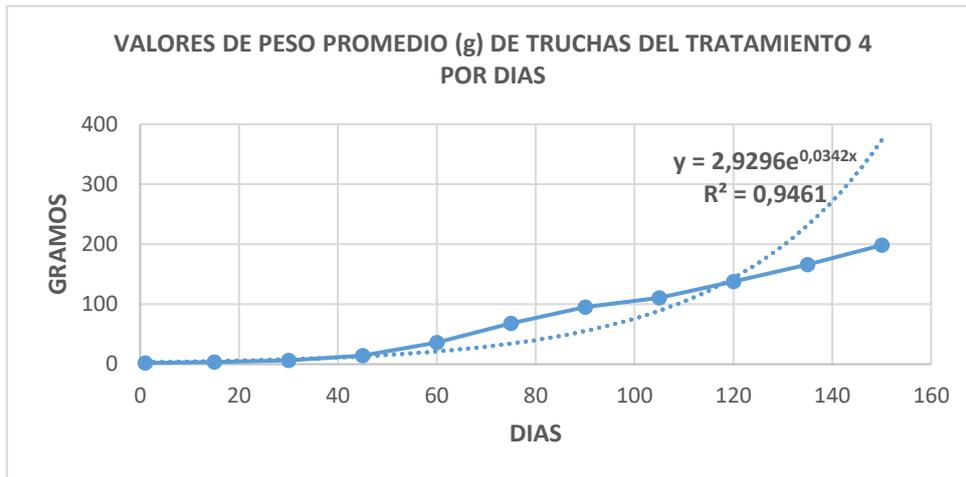


Gráfico 7: Valores promedios proyectado de peso truchas del tratamiento 4. Por días

(Fuente: propia, 2020)

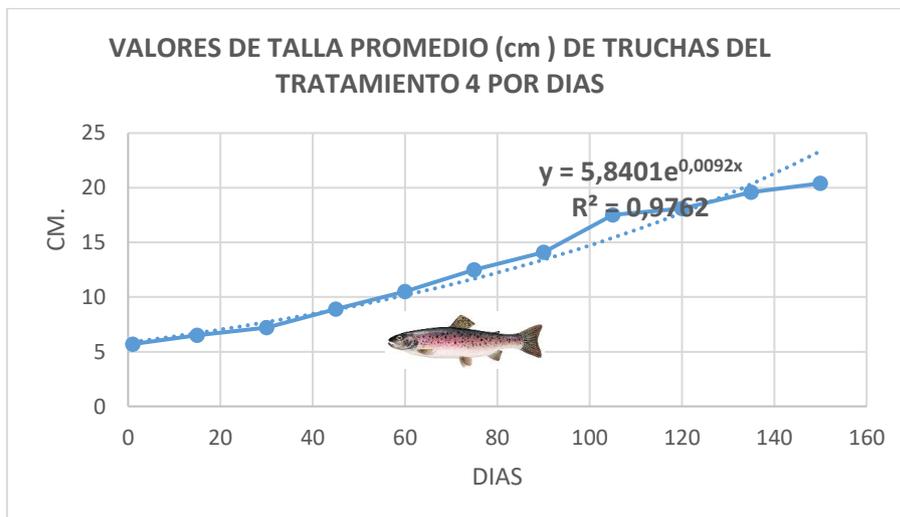


Gráfico 8: Valores promedios proyectado de talla truchas del tratamiento 4.

(Fuente: propia)

El análisis de varianza demostró que el tratamiento T4 (1,5%) presenta un mayor ganancia significativa de peso y talla ($p < 0,05$) frente al tratamiento control



T1 (0%) concluyendo también que el tratamiento T4 es mejor al tratamiento T1 como promotor de crecimiento

En el gráfico 9 y 10 se puede apreciar que el tratamiento T3 de (1.0% mezcla de ácidos orgánicos MAO), es el que dio mayores resultados de peso promedio 215 g frente a los otros tratamientos (Tratamiento 2 =0,5 % MAO; Tratamiento 4 =1,5% MAO) , el análisis de varianza no demostró diferencia significativa entre los tratamientos con prebióticos ,pero si todos los tratamientos fueron mejor que el control.

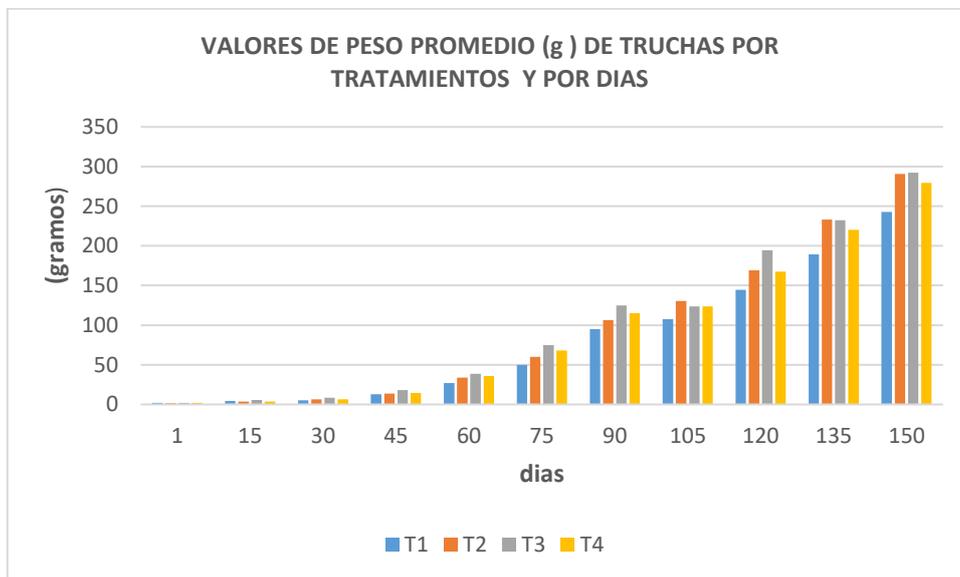


Gráfico 9: Valores promedios proyectado de peso truchas de todos los tratamientos por días

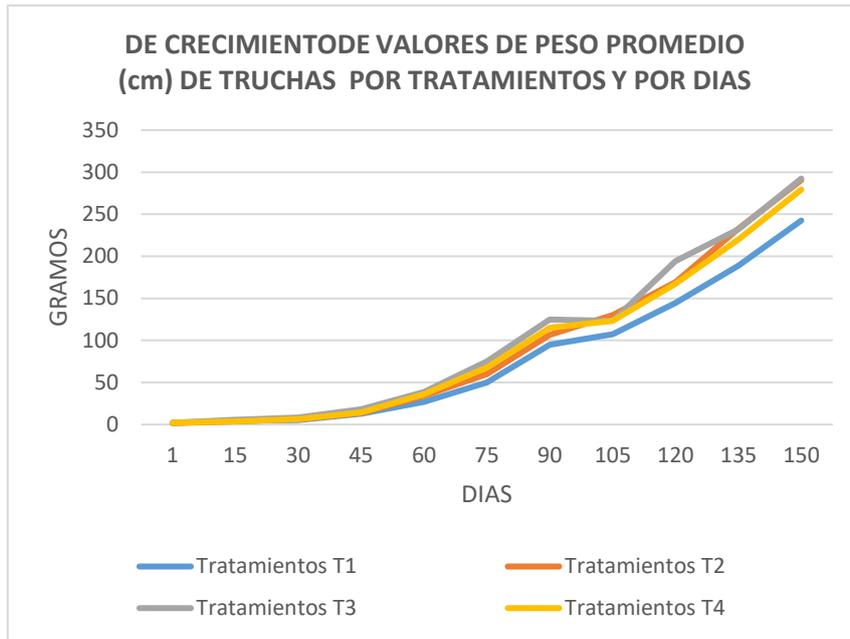


Gráfico 10: Valores promedios proyectado de peso de truchas y ecuaciones de regresión de los 4 tratamientos por días (Fuente:propia)

5.1.5. Cálculo del factor de conversión alimenticia (FCA) de los peces de los 4 tratamientos (T1, T2, T3, T4,)

a) Resultados descriptivos

En la tabla 9 y gráfico 11 nos muestra los valores promedio del factor de conversión alimentaria. El tratamiento 3, es el que presenta los mejores valores de conversión alimentaria (1.11) frente a los otros tratamientos (T1,=1,25; T2=1,14 15 y T4=1,15)

El análisis de varianza demostró que no existe diferencia significativa entre que los tratamientos ($p > 0,05$) que mostraron valores de: T1=, 1.25 ; T2=1.12 ; T3=1.11 y T4=1.15 respectivamente ; quiere decir que los peces alimentados con ácidos orgánicos obtuvieron menor conversión alimentaria es decir los peces consumieron menos alimento para convertirlo en peso de pez pero la diferencia no fue muy marcada



Tabla 9
Valores promedio de conversión alimentaria de truchas por tratamiento

Tratamientos	Conversión alimentaria
T1	1,25±0.09
T2	1.15±0,10
T3	1.11±0,09
T4	1,15±0,11

Fuente: Elaboración propia

b) Resultados inferenciales

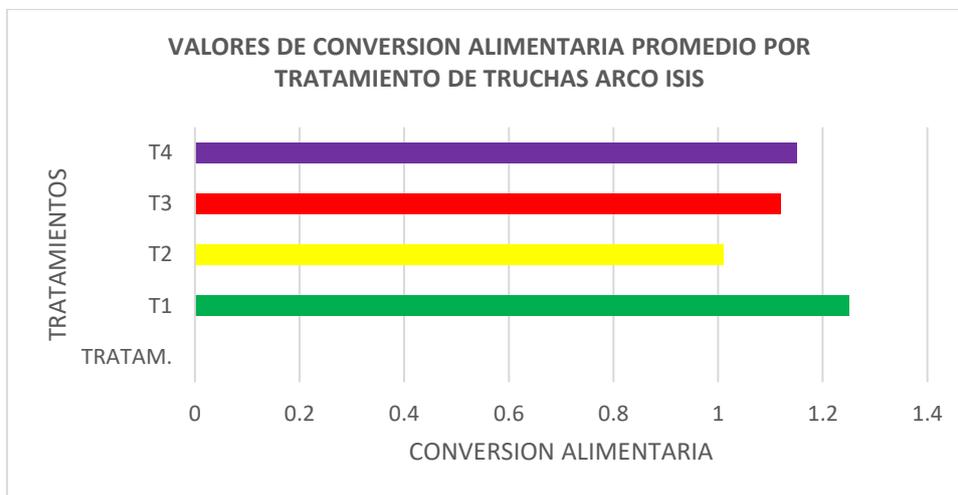


Gráfico 11: Valores promedios de conversión alimentaria de truchas por tratamientos
(Fuente:propia)

5.1.6. Cálculo del coeficiente térmico de crecimiento (CTC)

El CTC, es una constante que nos indica la productividad de un sistema o criadero piscícola, cuando su valor es más alto es mayor la productividad y se calcula con la siguiente fórmula:

$$CTC = (Pf)^{1/3} - (Pi)^{1/3} / t \times \text{Días}$$

T = temperaturas promedio del agua

Pf = peso promedio final

Pi = peso promedio inicial

a) Resultados descriptivos



En la tabla 10 se presenta los valores promedios del coeficiente térmico de crecimiento, el tratamiento N° 3 muestra los mejores valores de CTC de 0.001858 con respecto al T1, T2, y T4 que fueron 0,001613, 0,001742 y 0,001761 respectivamente

Tabla 10
Valores promedio de coeficiente térmico de crecimiento de truchas por tratamientos (CTC)

Tratamientos	CTC
T1	0.001613±0,00201
T2	0.001742±0,00030
T3	0,001858± 000199
T4	0,001761±0,00087

Fuente: Elaboración propia

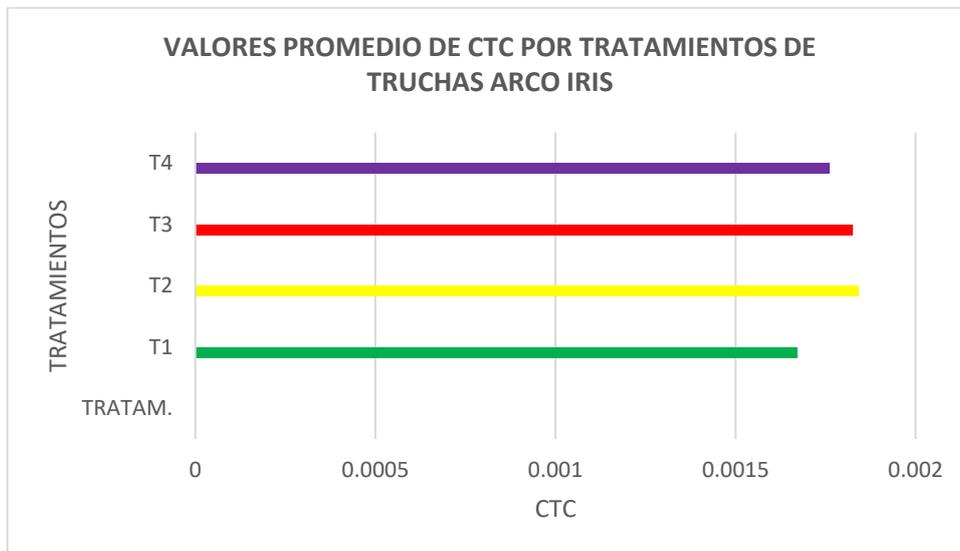


Gráfico 12: Valores promedio de CTC (Fuente: Elaboración propia)

El análisis de varianza ANOVA demostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos ver anexo 5 y que el CTC del tratamiento 3 fue mejor que los T 1, T2, y T4 tuvo un mejor coeficiente de productividad



5.1.7. Parámetros fisicoquímicos

a) Resultados descriptivos

En la tabla 11 se puede observar los valores promedios de la temperatura del agua en los 4 tratamientos durante los días de experimentación y como nosotros manipulamos las variables independientes en el laboratorio podemos considerar que estas se mantendrán constantes tal como al inicio, y que la proyección del crecimiento estará supeditada al tiempo por que con el CTC hemos calculado su coeficiente de productividad de cada tanque o cada tratamiento

Tabla 11: valores promedios de temperatura, oxígeno disuelto, pH, amonio y nitritos en los cultivos de alevines truchas arco iris. Durante el periodo experimental.

Tratamiento	Temp ^o c	OD mg/L	Amonio mg/L	Nitritos mg/L	PH
T1	17,30±0,40 ^a	7,73±0,14 ^a	0,21±0,01 ^a	0,33±0,02 ^a	7,25±0,06 ^a
T2	17,05±0,38 ^a	7,64±0,15 ^a	0,24±0,04 ^a	0,29±0,03 ^a	7,29±0,03 ^a
T3	16,98±0,59 ^a	7,53±0,20 ^a	0,27±0,03 ^a	0,28±0,03 ^a	7,23±0,04 ^a
T4	17,04±0,48 ^a	7,54±0,13 ^a	0,28±0,01 ^a	0,28±0,01 ^a	7,24±0,04 ^a
Intervalos óptimos	24 – 32	4 - 9	< 0,1	< 0,6	6,5 - 8,5

Fuente: Elaboración Propia

El Análisis de varianza ($p > 0,05$) mostro que no existe diferencia significativa entre tratamientos por lo que se considera que cualquier efecto diferente como respuesta en los tratamientos se deba a la

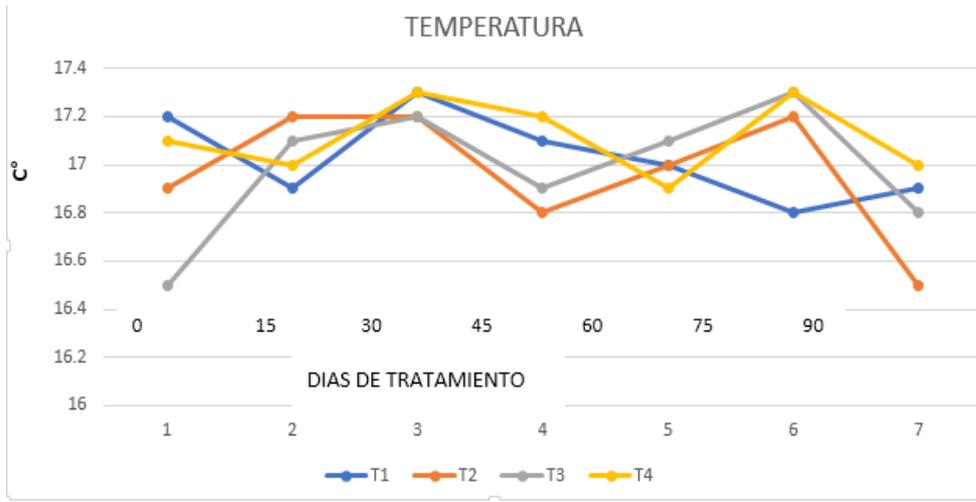


Grafico 13: valores promedios de las temperaturas °C del agua en los cultivos de truchas arco iris por tratamientos y por días. Fuente: elaboración propia

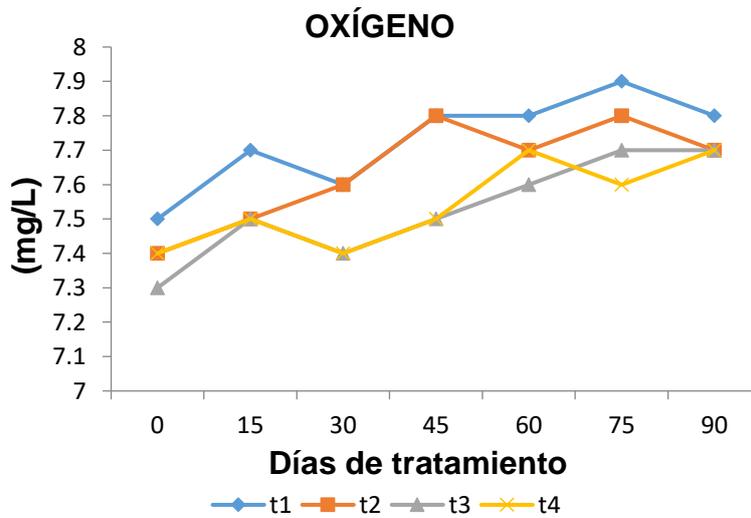


grafico 14: valores promedios del oxígeno disuelto (mg/L), en los cultivos de truchas arco iris por tratamientos y por días.(Fuente Elaboración propia)



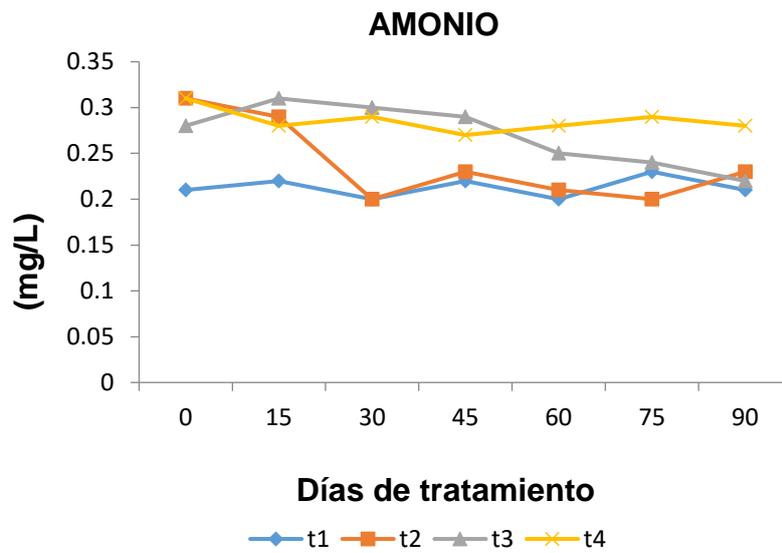


Grafico 15: valores promedios de amonio (mg/L) en los cultivos de truchas por tratamientos y por días. Fuente: Elaboración propia

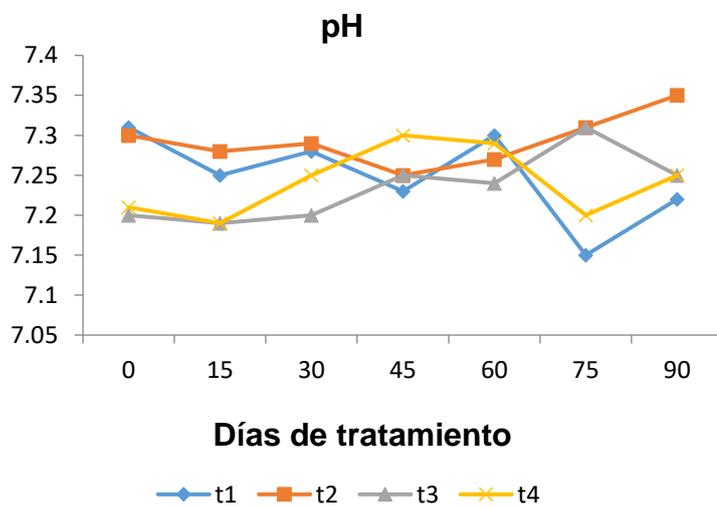


Figura 16: valores promedio de pH en los cultivos de truchas arco iris por tratamientos y por días. Fuente: Elaboración propia





5.2 Resultados inferenciales

5.2.1 De la ganancia de peso y tallas

tratamiento 1

el análisis de varianza nos permite determinar que existe diferencia significativa entre el T1 y los Tratamiento T2; T3-; y T4 ($p < 0,05$) ver anexo 1 los tratamientos con MAO mejoran la ganancia de peso y talla frente al control

tratamiento 2

El análisis de varianza demostró que existe diferencia significativa de ($p < 0,05$) del tratamiento 2 frente al control T1 (0%) demostrando que el tratamiento T2 presenta mayor crecimiento que el T1 en los alevines de truchas arco iris.(anexo 3)

Tratamiento 3:

El análisis de varianza (ANOVA) demostró que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) de mayor crecimiento de peso y talla del tratamiento 3 frente al control T 1 (0%) concluyendo también el tratamiento T3 es mejor que el control

Tratamiento 4

El análisis de varianza ANOVA demostró que el tratamiento T4 (1,5%) presenta un mayor ganancia significativa de peso y talla ($p < 0,05$) frente al tratamiento control T1 (0%) concluyendo también que el tratamiento T4 es mejor al tratamiento T1 como promotor de crecimiento

5.2.2 del factor de conversión alimenticia (FCA) de los peces de los 4 tratamientos (T1, T2, T3, T4,)

El análisis de varianza ANOVA demostró que no existe diferencia significativa entre que los tratamientos ($p > 0,05$) que mostraron valores de: T1=, 1.25 ; T2=1.12 ; T3=1.11 y T4=1.15 respectivamente ; quiere decir que los peces alimentados con ácidos orgánicos obtuvieron menor conversión



alimentaria es decir los peces consumieron menos alimento para convertirlo en peso de pez pero la diferencia no fue muy marcada

5.2.3 del coeficiente térmico de crecimiento (CTC) de los peces de los 4 tratamientos (T1, T2, T3, T4,)

El análisis de varianza ANOVA demostró que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos ver anexo 5 y que el CTC del tratamiento 3 fue mejor que los T 1, T2, y T4 tuvo un mejor coeficiente de productividad

5.2.4 de los parámetros físicos químicos del agua

El Análisis de varianza ANOVA ($p > 0,05$) mostro que no existe diferencia significativa entre tratamientos por lo que se considera que cualquier efecto diferente como respuesta en los tratamientos se deba a la aplicación de estos y no como consecuencia de los factores ambientales



CAPITULO VI: DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis

Se midieron el peso y la talla cada 15 días durante 150 días, obteniéndose los siguientes resultados de pesos finales; T1=189,45 g, T2 = 201,76±10,56 T3 = 215,87±9,23 T4 =198,41±10,20 gramos respectivamente encontrándose diferencia significativa ($P<0,05$) de mayor peso final entre el T3 (1.0%) y el T1 (0%), pero no así los T2 (0,5%) y T4 (1,5%). La conversión alimentaria mostró diferencia significativa ($p<0,05$) entre el tratamiento T3 mejor que el tratamiento T1 (1,12). Los tratamientos T2 y T4 no mostraron diferencia significativa, pero si un menor valor que el T3. El coeficiente térmico de crecimiento también el tratamiento T3 fue mejor que los demás tratamientos. Concluyéndose que para lograr mejores parámetros productivos en el cultivo de truchas los ácidos orgánicos constituyen un buen promotor de crecimiento. Esto esta de acuerdo a lo hipótesis planteada de que la adición de ácidos orgánicos mejora la ganancia de pesos y otros parámetros productivos

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

Los resultados actuales revelaron que la suplementación de ácidos orgánicos (MAO) en las dietas tuvo un efecto significativo ($P\leq 0.05$) en la ganancia de peso, relación de conversión alimenticia (FCR), frente al control. En la presente investigación después de 150 días de seguimiento sobre el crecimiento en peso y talla se puede evidenciar una mejora del crecimiento tal como lo podemos observar en los gráficos 1 al grafico 8. esto esta de acuerdo a los resultados obtenidos por Petkam R, et,al 2008, quien determinó los efectos de un mezcla de ácido / sales orgánicas (que contiene formiato de calcio, calcio propionato, lactato de calcio, fosfato de calcio y cítrico ácido) a diferentes niveles (0.5, 1.0 y 1.5%) en el crecimiento mejoraron el rendimiento productivo de la tilapia.

Los peces fueron alimentados dos veces al día durante 8 semanas, usando una dieta granulada que contiene 31% proteína cruda. El modo de acción de los ácidos orgánicos en el tracto intestinal. implica dos mecanismos diferentes: por



un lado, reducir el nivel de pH en el estómago, particularmente en el intestino delgado, a través de la entrega de iones H^+ , y Por otro lado, inhiben el crecimiento de bacterias gramnegativas a través de la disociación de los ácidos y la producción de aniones dentro de las células bacterianas.

Está claro que los restos de alimento en el medio de agua podrían cambiar la calidad del agua. Los resultados actuales indicaron que los parámetros de calidad del agua durante los ensayos no mostraron efectos sobre el cultivo de peces durante el presente estudio. Estos hallazgos son consistentes con un estudio pasado, indicando que los parámetros de calidad del agua, como la temperatura, el oxígeno disuelto y el pH medido en configuraciones experimentales similares, están dentro del rango aceptado para el cultivo de peces de aleta en regiones tropicales, como recomienda el Consejo Nacional de Investigación (EE.UU.) .

Hernández Sagastume (2012) **en su investigación de** comportamiento productivo en tilapia *Oreochromis niloticus* suplementada con ácidos orgánicos Las variables zootécnicas evaluadas fueron ganancia de peso (g), longitud total (cm), índice de condición, conversión alimenticia y tasa de supervivencia. Los resultados fueron analizados estadísticamente aplicando Pruebas T al 95% de confianza. Las variables como peso (g), longitud (cm), y tasa de supervivencia (%) fueron afectadas positivamente por la adición de ácidos orgánicos al final de los períodos de cultivo, tanto de alevinaje como de engorde. Ácidos orgánicos al final de los períodos de cultivo, tanto de alevinaje como de engorde. Esto esta de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente proyecto

De acuerdo con Da Silva et al. 2014, el ácido butirato en las dietas de camarones podría ser atrayente de alimento para peces, lo que mejora la ingesta de alimento. Los ácidos orgánicos como el ácido butírico mejoran la ingesta de alimento, el intestino y la actividad del tracto gastrointestinal y ganancia de peso

de una tilapia híbrida roja, *Oreochromis sp.*, Por la reducción del pH 3, 20. Los otros beneficios del ácido butírico para mejorar el crecimiento se atribuyen al aroma que actúa como un atrayente en la dieta del camarón, esto está de acuerdo a los resultados en la presente investigación de los efectos benéficos



del uso de ácidos orgánicos en la alimentación y productividad de los peces y camarones

Efectos positivos de los ácidos orgánicos se ha demostrado en la hidrólisis de proteínas. (Mroz Z, et al 2009) Del mismo modo, la suplementación con piensos orgánicos se ha demostrado que los ácidos conducen a un pH duodenal más bajo, retención de nitrógeno mejorada y aumento de nutrientes digestibilidad. (Overland M, et al. 2000).

Kühlmann KJ (2013). encontró que el ácido cítrico (3%) aumenta el peso ganancia y tasa de crecimiento específica mientras ha disminuido la tasa de conversión de alimentación. En otra prueba, una mezcla de ácidos orgánicos (ácido acético, ácido láctico y CA) se utilizó para evaluar el crecimiento actuación en trucha arcoíris. mejor conversión alimenticia, longitud total y consumo de alimento se encontraron con ácido orgánico mejora el crecimiento y parámetros productivos en truchas arco iris estando de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente proyecto

Kühlmann K-J, (2011), probó el diformiato de potasio como un promotor del crecimiento de tilapia en Indonesia. En esto estudio, los peces fueron alimentados seis veces al día con dietas que contenían diferentes concentraciones de diformiato de potasio (0, 0.2, 0.3 y 0.5%) durante un período total de 85 días. Desde el día 1 hasta el día 85, el diformato de potasio mejora significativamente de la ingesta de alimento ($P < 0.01$), aumento de peso vivo (LWG) ($P < 0.01$), FCR ($P < 0.01$) y relación de eficiencia de proteínas (PER) ($P < 0.05$). Además, PER también mejoró significativamente debido a la adición de la sal de ácido fórmico ($P < 0.05$). los la mejora fue mayor para la adición de 0.2 y 0.5% de formiato esto esta de acuerdo a lo obtenido en la presente investigación

Un ensayo más reciente Petkam R, et,al 2008, determinó los efectos de un mezcla de ácido / sales (que contiene formiato de calcio, calcio propionato, lactato de calcio, fosfato de calcio y cítrico ácido) a diferentes niveles (0.5, 1.0 y 1.5%) en el crecimiento mejoraron el rendimiento productivo de la tilapia. Los peces fueron alimentados con apetito dos veces al día durante 8 semanas, usando una dieta granulada que contiene 31% proteína cruda.



6.3. Responsabilidad ética

Yo A. Antonio Mariluz Fernández Profesor adscrito a la facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la UNAC con código 0861, autor del trabajo de Investigación “Uso de prebióticos como promotores de crecimiento de alevines de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*”, me responsabilizo de la originalidad y autenticidad de los datos emitidos en este trabajo de investigación son de mi autoría y no constituye plagio de ningún otro trabajo de investigación respetando las normas éticas de propiedad intelectual



CONCLUSIONES

1. La adición de 0.0 % de una mezcla de ácidos orgánicos en el alimento (T 0) la ganancia de peso fue de 187.05 g. el incremento de talla fue de 14.4 cm la conversión alimentaria 1.25 el coeficiente térmico de crecimiento fue de 0.001613 de los alevines de truchas cultivo bajo las condiciones de experimentación aplicada en este estudio.
2. La adición de 0.5 % de una mezcla de ácidos orgánicos (20% ácido láctico, 20% ácido cítrico, 20% de ácido propiónico, 40% de diformiato de potasio) en el alimento (T 2) , la ganancia de peso fue 199 g representando un 8 % más que el control , el incremento de talla fue de 16.2 cm, representando un 11% más que el control; la conversión alimentaria 1.15, el coeficiente térmico de crecimiento fue de 0.001742 representando incrementos de 8 y 7 % respectivamente frente al control en los alevines de truchas cultivadas bajo las condiciones de experimentación aplicada en este estudio.
3. La adición de 1.0 % de una mezcla de ácidos orgánicos (20% ácido láctico, 20% ácido cítrico, 20% de ácido propiónico, 40% de diformiato de potasio) en el alimento (T 3), la ganancia de peso fue de 212 g representando un 15 % más que el control , el incremento de talla fue de 16.1 cm representando un incremento de 11 % más que el control; la conversión alimentaria fue de 1.11, el coeficiente térmico de crecimiento fue de 0.001858 representando un incremento de 13 y 15 % respectivamente frente al control en los alevines de truchas cultivadas bajo las condiciones de experimentación aplicada en este estudio.
4. La adición de 1.5 % de una mezcla de ácidos orgánicos ((20% ácido láctico, 20% ácido cítrico, 20% de ácido propiónico, 40% de diformiato de



potasio) en el alimento (T 4), la ganancia de peso fue 196 gramos representado un incremento de 10% más que el control, el incremento de talla fue de 14.7 cm representando un 10% más que el control; la conversión alimentaria fue 1.15, el coeficiente térmico de crecimiento fue de 0.001761 representando un incremento de 8 y 7% respectivamente frente al control de los alevines de truchas cultivados bajo las condiciones de experimentación aplicada en este estudio.

5. Concluyendo que el mejor tratamiento es el 3 con adición de 1 % de esta mezcla de ácidos orgánicos por tener mejores rendimientos en los parámetros productivos de los alevines de truchas cultivados bajo las condiciones de experimentación aplicada en este estudio.



RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar más investigaciones para evaluar los efectos de la suplementación con ácido orgánico en la dieta de los peces sobre la actividad de las enzimas digestivas, la población de bacterias intestinales y el análisis aproximado de filetes.
- Llevar a cabo este estudio a un nivel comercial para poder validar sus resultados
- De los resultados obtenidos se recomienda utilizar el tratamiento 3 es decir una inclusión de 1.0% de están mezcla de ácidos orgánicos en los alimentos para mejorar el crecimiento en alevines de trucha.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Atapattu, N.S.B.M. y T.S.M.S. Senevirathne (2013). Efectos del aumento de los niveles de harina de banano cocida y cruda en la dieta sobre el rendimiento del crecimiento y los parámetros de la canal de pollos de engorde. Pak. Veterinario. J., 33: 179-182
- Blanco C., M. (1994). La Trucha, cría industrial. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 503p.
- Baruah K., Pal AK, Sahu NP, Jain KK, Mukherjee y Debnath D (2005). Nivel de proteína en la dieta, fitasa microbiana, ácido cítrico y sus interacciones en la mineralización ósea de juveniles de *Labeo rohita* (Hamilton). Investigación en acuicultura 36. Pp 803-812
- Baruah K., Sahu NP, Pal AK, Jain KK, Debnath D y Mukherjee SC (2006). La fitasa microbiana dietética y el ácido cítrico mejoran sinérgicamente la digestibilidad de nutrientes y el rendimiento de crecimiento de los juveniles de *Labeo rohita* (Hamilton) a un nivel de proteína subóptimo. Investigación en acuicultura 38. pp109-120
- Baruah, K., Pal AK, Sahu NP, Debnath D., Yengkokpam S y Mukherjee SC (2007). Interacciones de fitasa microbiana, ácido cítrico y nivel de proteína cruda en la utilización de minerales por juveniles de rohu, *Labeo rohita*. Revista de la Sociedad Mundial de Acuicultura 38. Pag. 238-249
- Codex Alimentarius CAC/RCP 1-1969, Rev (1997) - FAO. (s.f.). Obtenido de Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias.:
http://www.fao.org/ag/agn/cdfruits_es/others/docs/CAC-RCP1-1969.PDF
- Coll Morales Julio (1993): Acuicultura Marina Animal Ediciones Mundi Prensa Madrid.19 Pág. 275 – 454



- Camacho B., Moreno R., M. Rodríguez G., C. Luna Romo y M. Vásquez. (2000). Guía para el cultivo de trucha. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México DF. 135p. Atapattu, N.S.B.M. y T.S.M.S.
- Cho C.Y. & Bureau D. (1998). Development of bioenergetic models and the Fish-PRFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. *Aquat. Living Resour.*, 11(4): 199-210.
- Defoirdt, T., Sorgeloos, P., Bossier, P., (2011). Alternativas a los antibióticos para el control de enfermedades bacterianas en acuicultura. *Opinión actual en microbiología* 14, 251-258.
- Díaz-Cruz, M.S.; López de Alda, M. J. And Barceló, D. (2003). Environmental behavior and Analysis of veterinary and human drugs in soils, sediments and sludge. *Trends Analytical. Chemistry.* 22, 340 e 351.
- Espinoza Rivero José santos (2018). "uso del ácido propiónico en la alimentación de cuyes (*cavia porcellus*) en crecimiento-engorde" trabajo monográfico para optar el título de: ingeniero zootecnista 2018 universidad nacional agraria la molina facultad de zootecnia departamento académico de nutrición.
- Franco, LF., Iturbide, K., Nájera, A., Rivas, G. (2011). Evaluación de la productividad de la tilapia *Oreochromis niloticus* alimentada con extracto de ajo *Allium sativum*. Guatemala, CONCYT. 106 p.
- [FONDEPES] Fondo Nacional de desarrollo Pesquero. (2014). Manual de crianza de truchas en ambientes convencionales. Lima-Perú. 57p.
- Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P., Métailler, R., (2004). Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Ediciones Mundi Prensa, España.
- Gauthier, R. (2002). La salud intestinal: clave de la productividad (el caso de los ácidos orgánicos) (en línea). México, Engormix. Consultado 25 mar. 2011. Disponible en <http://www.engormix>.



avicultura/nutricion/articulos/salud-intestinal-clave-productividad-t518/p0.htm

Gedek B., Roth, FX., Kirchgessner M., Wiehler S., Bott A y Eidelsburger, U. (1992). Influencia del ácido fumárico, ácido clorhídrico, formiato de sodio, tilosina y toyocerina en la microflora en diferentes segmentos del tracto gastrointestinal. en la cría de lechones. Revista de fisiología animal y nutrición animal 68. pp209-217

Gibson, G. R., Probert, H. M., Loo, J. V., Rastall, R. A. y Roberfroid, M. B. (2004). Modulación dietética de la microbiota colónica humana: actualización del concepto de prebióticos. Nutr. Res. Rev. 17, 259-275 (2004).

González Sergio A., Eliana Icochea D., Pablo Reyna S., John Guzmán G., Fernando Cazorla M., Julia Lúcar , Fernando Carcelén C. y Viviana San Martín.(2013). efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en pollos de engorde rev inv vet Perú 2013; 24 (1): 32-37

HernándezSampieri. R. Metodología de la Investigación Editorial McGraw-Hill (2006).

Hernández Sagastume (2012), comportamiento productivo en tilapia *Oreochromis niloticus* suplementada con ácidos orgánicos tesis para otorgarle el título de: licenciado en acuicultura de la Universidad de San Carlos de Guatemala centro de estudios del mar y acuicultura Guatemala, noviembre 2012

Ibáñez, E. (2003). *Acción de los agentes químicos sobre las bacterias* (en línea). Argentina, FAI. Consultado 18 mar. 2011. Disponible en http://fai.unne.edu.ar/biologia/microgeneral/19_micro.html#desinantisep

Kartik Baruah y Narottam Sahu (2007), en su investigación sobre La fitasa microbiana y el ácido cítrico de la dieta mejoran sinérgicamente la digestibilidad de los nutrientes y el rendimiento del crecimiento de los juveniles de *Labeo rohita*(Hamilton) a un nivel de proteína subóptimo



- Kühlmann, K.J., Jintasataporn, O., & Lückstadt, C. (2011). Efecto del diformiato de potasio en la dieta (KDF) sobre la supervivencia de camarones de patas blancas juveniles, *Litopenaeus vannamei*, desafiados con *Vibrio harveyi* en condiciones controladas. *Internacional Aquafeed*, marzo-abril, 19-22.
- Koelz, H. (1992). Gastric acid in vertebrates. *Scan. J. Gastroenterol.*, 27: 2-6
- Loeza, D. (2010). Promotores de crecimiento (en línea). México, Universidad Veracruzana. Consultado 25 mar. 2011. Disponible en <http://www.buenastareas.com/ensayos/Promotores-de-Crecimiento/857240.html>
- Luckstadt, C., (2006). Use of organic acids as feed additives sustainable aquaculture production the non-antibiotic way. *Int. Aquafeed*, 9: 21-26
- Marshad Hossain; Abhed pandey y Shuichi Satoh: Efectos de los ácidos orgánicos sobre el crecimiento y utilización del fósforo en dorada roja *Pagrus major*. Publicado en la revista *fisheries science* 2007; 73: 1309-1317.
- Mroz, Z., Moeser, A.J., Vreman, K., van Diepen, J.T.M., Van Kempen, T., Canh, T.T. and Jongbloed, A.W. 2000. Effects of dietary carbohydrates and buffering capacity on nutrient digestibility and manure characteristics in finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 78: 3096-3106.
- National Research Council (NRC). (1993). *Nutrient Requirements of Fish*. National Academy Press, Washington D. C., U.S.A.
- Overland, M., Granli, T., Kjos, N. P. , Fjetland, O ., Steien, S. H ., Stokstad, M. , (2000). Efecto de los formiatos dietéticos sobre el rendimiento del crecimiento, los rasgos de la canal, la calidad sensorial, la microflora intestinal y las alteraciones del estómago en cerdos en crecimiento y finalización. *Revista de ciencia animal*, v. 78, n. 7, pág. 1875-1884, 2000.



Pankaj Kumar; K. K. Jain; P. Sardar; N. P. Sahu; y S. Gupta. (2017) En un estudio realizado sobre efecto de la suplementación acidificante sobre el crecimiento y los parámetros hemo-bioquímicos en la dieta de *Cirrhinus mrigala* juvenile, en la revista, Springer International Publishing AG 2017,

Petkam R, Luckstadt C, Nittayachit P, Sadao S, Encarnacao P. (2008) Evaluación de una mezcla de ácidos orgánicos dietéticos en el rendimiento de crecimiento de la tilapia *Oreochromis niloticus*. Busan, Corea: Acuicultura mundial; 2008 [Resumen].

Requena, L. s.f. (2011) Ácidos orgánicos (en línea). Cuba, EcuRed. Consultado 19 feb. 2011. En http://www.ecured.cu/index.php/%C3%81cidos_org%C3%A1nicos

Ringø E. (1994). Efecto del lactato dietético sobre el crecimiento y la composición química de la salchicha ártica *Salvelinus alpinus*. Revista de la Sociedad Mundial de Acuicultura, 25: 483-486

Rivero Espinoza José S. (2018). uso del ácido propiónico en la alimentación de cuyes (*cavia porcellus*) en crecimiento-engorde” trabajo monográfico para optar el título de: ingeniero zootecnista 2018 universidad nacional agraria la molina facultad de zootecnia departamento académico de nutrición.,

Roth, F.X., Eckel, B., Kirchgessner, M. y Eidelsburger, U. (1992). Influencia del ácido fórmico en el valor del pH, contenido de materia seca, concentraciones de ácidos grasos volátiles y ácido láctico en el tracto gastrointestinal. Revista de fisiología animal y nutrición animal, 67: 148-156.

Roberfroid, M., Gibson, GR., Hoyles, L., McCartney, AL., Rastall, RA., Rowland I, Wolvers D., Watzl B, Szajewska H, Stahl B, Guarner F, Respondek F, Whelan K, Coxam V, Davicco MJ, Leotoing L, Wittrant Y , Delzenne NM,



- Cani PD, Neyrinck AM, Meheust A.(2010). Efectos de los prebióticos: beneficios metabólicos y para la salud. *Brit J Nutr* 2010; 104 (2): S1-S63.
- Sánchez, Silva., Milena, G., Fernando Carcelén C., Miguel Ara G. , Rosa Gonzáles V., William Quevedo G.,Ronald Jiménez A. Efecto de suplementación de ácidos orgánicos sobre parámetros productivos del cuy (*cavia porcellus*)
- Silva, M. da C. (2002). Ácidos orgânicos e suas combinações em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade. 2002. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 64 p.
- Scipioni R., Zaghini, RG. y Biavati A (1978). Dietas acidificadas en lechones destetados temprano. *Zootecnica E Nutrizione Animale* 4. pp201
- Sugiura, S.H. and R.P. Ferraris, (2004). Contributions of different Na Pi cotransporter isoforms to dietary regulation of P transport in the pyloric caeca and intestine of rainbow trout. *J. Exp. Biol.*, 207: 2055–2064
- Syed Zakir, Hussain Shah, Muhammad Afzal, y Shafaat Yar K. (2015). En un artículo científico: perspectivas de usar ácido cítrico como suplemento de alimento para peces publicado en la revista *Journal Agric.Biol.*, (2015), 17: 1–8.
- Sutton AL, Mathew AG., Scheidt AB., Patterson JA y Kelly DT (1991). Efectos de las fuentes de carbohidratos y ácidos orgánicos sobre la microflora intestinal y el rendimiento del cerdo destetado. pp422-427.
- Vielma J. y Lall SP. (1997). El ácido fórmico dietético mejora la digestibilidad aparente de los minerales en la trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*. *Nutrición de la acuicultura* 3. pp265-268
- Tam Málaga Jorge, Vera Giovanna y Oliveros R. (2008) “Tipos, Métodos y Estrategias de Investigación”. *Revista de la escuela de posgrado, Pensamiento y Acción*. Universidad Ricardo Palma. Perú.



ANEXOS

Handwritten signature

Handwritten signature



ANEXO A MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION
<p>Problema general ¿De qué manera la adición de prebióticos (ácidos orgánicos) en la alimentación influirán en el crecimiento y parámetros productivos de alevines de trucha arco iris?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>1) De qué manera la inclusión de 0,5% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de alevines de trucha arco iris.</p> <p>2) De qué manera la inclusión 1.0 % de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de alevines de trucha.</p> <p>3) De qué manera la inclusión de 1.5 % de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de alevines de trucha arco iris.</p>	<p>Objetivo General Evaluar de qué manera la adición de prebióticos (ácidos orgánicos) en la alimentación influirá en el crecimiento y parámetros productivos de alevines de trucha arco iris.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>1) Evaluar de qué manera la inclusión de 0.5% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de alevines de trucha arco iris.</p> <p>2) Evaluar de qué manera la inclusión de 1.0% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha arco iris.</p> <p>3) Evaluar de qué manera la inclusión de 1.5% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha arco iris.</p>	<p>Hipótesis general La adición de prebióticos (ácidos orgánicos) en la alimentación influirá en el crecimiento y parámetros productivos de alevines de trucha arco iris.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>1) La inclusión de 0,5% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha</p> <p>2) La inclusión de 1,0% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá aumentando el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de crecimiento de los alevines de trucha arco iris.</p> <p>3). La inclusión de 1.5% de una mezcla de ácidos orgánicos en la alimentación influirá en el crecimiento en peso y talla, conversión alimentaria, coeficiente térmico de alevines de trucha arco iris.</p>	<p>Variables independientes: Prebióticos (ácidos orgánicos)</p> <p>Variables dependientes: Ganancia de peso, tasa de crecimiento, conversión alimentaria, coeficiente térmico</p>	<p>Tipo de diseño de la investigación</p> <p>Es una investigación experimental, aplicada y correlacional Diseño experimental El diseño experimental es unifactorial 1x4x3 1variable Independiente 3 tratamientos y 3 repeticiones</p> <p>Diseño experimental puro con pre prueba, post prueba y grupo control (Hernández <i>et al.</i>, 2006):</p>	<p>Determinación del Universo</p> <p>La población total está constituida por los alevines de los estanques de crianza de la Piscigranja Obrajillo-Canta</p> <p>Muestra La muestra estará constituida 250 alevines de truchas de 2 g procedentes de la piscigranja Obrajillo en Canta.</p>

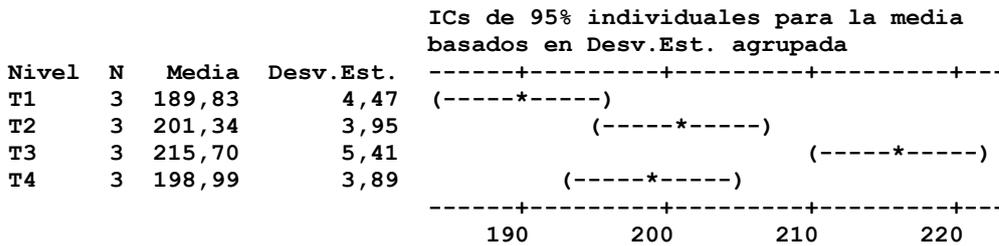


ANEXO B

ANOVA DE LOS VALORES DE PROMEDIO DE PESO (G) DE TRUCHAS ARCO IRIS DE LOS 4 TRATAMIENTOS: T1; T2; T3; T4

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	1032,2	344,1	17,24	0,001
Error	8	159,7	20,0		
Total	11	1191,9			

S = 4,467 R-cuad. = 86,60% R-cuad. (ajustado) = 81,58%



Desv.Est. agrupada = 4,47

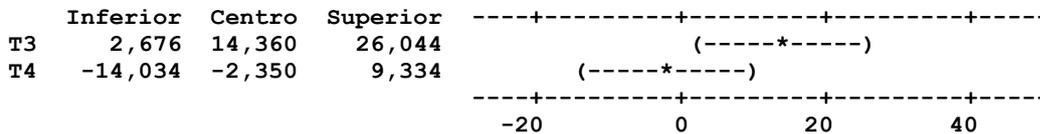
Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98,74%

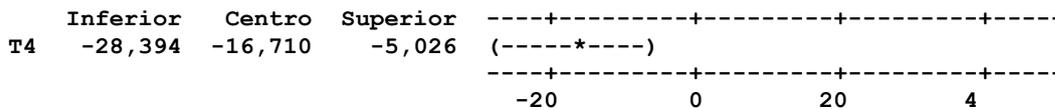
Se restó T1 a:



Se restó T2 a:



Se restó T3 a:





ANEXO C

ANOVA DE LOS VALORES DE TALLA DE CRECIMIENTO (cm) DE TRUCHAS por TRATAMIENTO : T1; T2; T3; T4

ANOVA unidireccional: T1; T2; T3; T4

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	5,24	1,75	0,74	0,556
Error	8	18,78	2,35		
Total	11	24,02			

S = 1,532 R-cuad. = 21,80% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
T1	3	19,800	2,100
T2	3	20,533	0,950
T3	3	21,533	1,050
T4	3	20,067	1,724

-----+-----+-----+-----+-----+-----
 (------*-----)
 (------*-----)
 (------*-----)
 (------*-----)
 -----+-----+-----+-----+-----+-----
 18,0 19,5 21,0 22,5

Desv.Est. agrupada = 1,532

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
 Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98,74%

Se restó T1 a:

	Inferior	Centro	Superior
T2	-3,274	0,733	4,741
T3	-2,274	1,733	5,741
T4	-3,741	0,267	4,274

-----+-----+-----+-----+-----+-----
 (------*-----)
 (------*-----)
 (------*-----)
 -----+-----+-----+-----+-----+-----
 -3,0 0,0 3,0 6,0

Se restó T2 a:

	Inferior	Centro	Superior
T3	-3,007	1,000	5,007
T4	-4,474	-0,467	3,541

-----+-----+-----+-----+-----+-----
 (------*-----)
 (------*-----)
 -----+-----+-----+-----+-----+-----
 -3,0 0,0 3,0 6,0

Se restó T3 a:

	Inferior	Centro	Superior
T4	-5,474	-1,467	2,541

-----+-----+-----+-----+-----+-----
 (------*-----)
 -----+-----+-----+-----+-----+-----
 -3,0 0,0 3,0 6,0

Gráfica de caja de T1; T2; T3; T4



ANEXO D

ANOVA de los valores del factor de conversión alimentaria de las truchas de los: T1; T2; T3; T4

ANOVA: T1; T2; T3; T4

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	0,03749	0,01250	1,53	0,280
Error	8	0,06540	0,00817		
Total	11	0,10289			

S = 0,09042 R-cuad. = 36,44% R-cuad. (ajustado) = 12,60%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
T1	3	1,2467	0,0950
T2	3	1,1067	0,0950
T3	3	1,1133	0,1102
T4	3	1,1500	0,0500

1,00 1,10 1,20 1,30

Desv.Est. agrupada = 0,0904

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98,74%

Se restó T1 a:

	Inferior	Centro	Superior
T2	-0,37647	-0,14000	0,09647
T3	-0,36981	-0,13333	0,10314
T4	-0,33314	-0,09667	0,13981

-0,20 0,00 0,20 0,40

Se restó T2 a:

	Inferior	Centro	Superior
T3	-0,22981	0,00667	0,24314
T4	-0,19314	0,04333	0,27981

-0,20 0,00 0,20 0,40

Se restó T3 a:

	Inferior	Centro	Superior
T4	-0,19981	0,03667	0,27314

-0,20 0,00 0,20 0,40



ANEXO E

ANOVA DE LOS VALORES DEL COEFICIENTE TERMICO DE CRECIMIENTO DE TRUCHAS DE LOS TRATAMIENTOS : T1; T2; T3; T4

ANOVA unidireccional: T1; T2; T3; T4

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	0,0000007	0,0000002	4,18	0,047
Error	8	0,0000005	0,0000001		
Total	11	0,0000012			

S = 0,0002443 R-cuad. = 61,05% R-cuad.(ajustado) = 46,45%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	
T1	3	0,0015487	0,0001287	(-----*-----)
T2	3	0,0018200	0,0001353	(-----*-----)
T3	3	0,0022464	0,0004494	(-----*-----)
T4	3	0,0019241	0,0000429	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				0,00140 0,00175 0,00210 0,00245

Desv.Est. agrupada = 0,0002443

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 98,74%

Se restó T1 a:

	Inferior	Centro	Superior	
T2	-0,0003676	0,0002713	0,0009103	(-----*-----)
T3	0,0000588	0,0006978	0,0013367	(-----*-----)
T4	-0,0002636	0,0003754	0,0010144	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				-0,00070 0,00000 0,00070 0,00140

Se restó T2 a:

	Inferior	Centro	Superior	
T3	-0,0002125	0,0004264	0,0010654	(-----*-----)
T4	-0,0005349	0,0001041	0,0007430	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				-0,00070 0,00000 0,00070 0,00140

Se restó T3 a:

	Inferior	Centro	Superior	
T4	-0,0009613	-0,0003224	0,0003166	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----+-----
				-0,00070 0,00000 0,00070
				0,00140



ANEXO F

-Instrumentos validados

Validez de los instrumentos para análisis de agua

Compuestos nitrogenados y pH, Oxígeno

La validez de cada uno de los instrumentos

Para hallar la concentración de amonio, se realizó el siguiente procedimiento:

Se preparó una solución de 250 ml de NH_4 a una concentración de 8 ppm partiendo de 0,00595 mg de NH_4Cl y 250 ml de Agua destilada. La solución de 8 ppm de NH_4 sirvió para preparar 6 muestras patrón adicionales las cuales se muestran a continuación con sus respectivas concentraciones y una en blanco (muestra de 0 ppm de NH_4).

Cuadro 1 anexo 8

Soluciones patrón de amonio

Fiola	Concentración de amonio NH_4	Volumen de 8ppm solución madre (ml)	Volumen de agua destilada (ml.)
1	0	0	50
2	1	6.25	43.75
3	2	12.5	37.5
4	3	18.75	31.75
5	4	25	25
6	5	31.75	18.75
7	6	37.5	12.5
8	7	43.75	6.25
9	8	50	0

Fuente: Elaboración Propia (2019)



Se tomó muestras de 5 ml de cada una de las soluciones patrón y se vertió en tubos de ensayo con tapa. Luego se agregó los reactivos presentes en el test amonio. En cada una de las muestras se agregó 8 gotas de solución de prueba de amonio de API botella N°1. Se procedió a tapar el tubo de ensayo para mezclar el primer reactivo luego se agregó 8 gotas de solución de prueba de amonio API, botella N°2 se tapó el tubo de ensayo para luego mezclar y se agitó bien para mezclar. Se esperó entre 5 a 10 minutos para que el color se desarrolle por completo.

Luego se procedió a la lectura de cada una de las soluciones patrón con los colores desarrollados para esto se configuró el espectrofotómetro en 625 nm se inició desde la solución patrón de 0 ppm hasta llegar a la solución patrón de 8 ppm utilizando la misma cubeta en la cual se añadieron las soluciones con el color desarrollado para obtener todas las lecturas en las cuales se obtuvieron los siguientes datos de absorbancia.

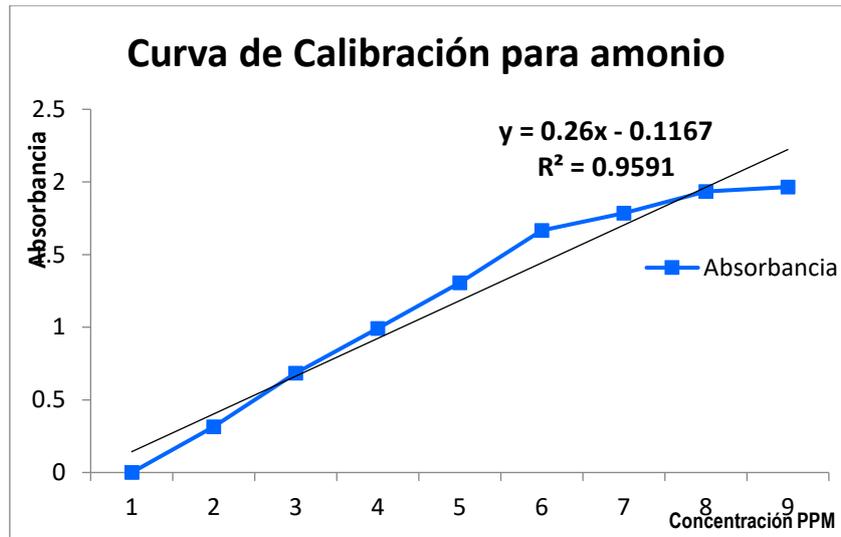
Cuadro2 anexo 8.
Soluciones patrón con los datos de absorbancia.

ppm	Absorbancia
0	0
1	0.315
2	0.683
3	0.993
4	1.306
5	1.667
6	1.785
7	1.935
8	1.945

Fuente: Elaboración propia (2019)



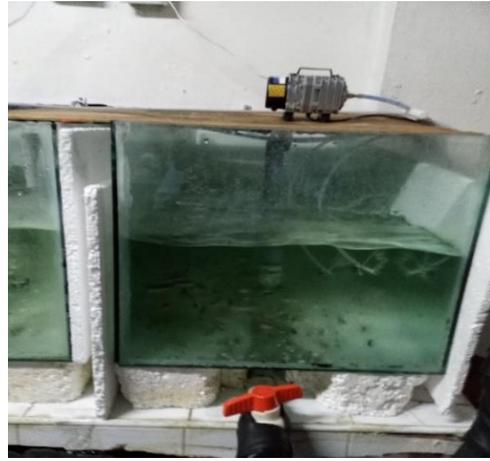
Curva de Calibración de Amonio.



Fuente: Elaboración propia (2019)



USO DE PREBIÓTICOS COMO PROMOTORES DEL CRECIMIENTO EN EL CULTIVO DE ALEVINES DE TRUCHAS ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) (Laboratorio Acuicultura) (anexo H)



Fuente: Elaboración propia