



Evaluación de complementos alimenticios en base a levadura *Saccharomyces cerevisiae* y selenio orgánico en dietas balanceadas para alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

Sanmartín Cabrera, Darwin Xavier

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Juan Cristóbal Ortiz Tirado, Ph. D.

03 de agosto del 2023



INTRODUCCIÓN



El manejo de alevines es una etapa importante para obtener una buena producción (Recalde, 2014), se debe considerar:



- No debe existir la presencia de hongos
- La compra de alevines con una coloración oscura
- El tamaño, alevines entre 3-5 cm y 1 - 2 gramos

La producción de trucha en el país está en auge puesto que es una actividad productiva muy rentable con el manejo adecuado (Morillo, 2019).



La alimentación es un factor importante para garantizar la supervivencia de los peces

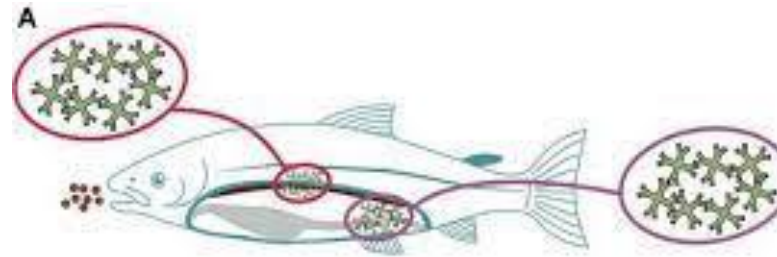
Un mineral importante que se está empleando es el selenio orgánico que tiene una mejor biodisponibilidad y biodigestibilidad (Rodríguez & Rojas, 2014)

Para lograr una mejor nutrición una alternativa que se pone en práctica es el uso de probióticos (Rodríguez, 2014)



JUSTIFICACIÓN

Una producción eficiente de especies acuícolas en sistemas de cultivos intensivos y semi-intensivos necesita de una buena alimentación



La levadura *Saccharomyces cerevisiae* se menciona que contiene una variedad de compuestos inmunoestimulantes como β -glucano, ácidos nucleicos, manano oligosacáridos y quitina (Gharekhani *et al.*, 2015)

El medio acuático también es importante puesto que aquí los peces van a desarrollarse y las corrientes de agua transportan materiales como sólidos disueltos (Yucra, 2016)



En producciones piscícolas la suplementación con selenio en el alimento balanceado ayuda a disminuir los problemas generados por la carencia de este mineral (Pacitti *et al.*, 2016)



Requerimiento se encuentra entre 0,1 y 0,5 mg Kg⁻¹ de Se

- Materia orgánica
- Sólidos suspendidos
- Organismos planctónicos



OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y selenio orgánico como complementos alimenticios en dietas balanceadas para alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

Objetivos específicos

Evaluar los parámetros morfométricos en alevines de Trucha arco iris suplementados con diferentes dosis de levadura y selenio.

Analizar el desempeño productivo de Trucha arco iris suministrados con levadura y selenio a la dieta en fase de alevinaje.

Valorar parámetros inmunológicos en alevines de Trucha arco iris sometidos a un cierto nivel de estrés físico.



HIPÓTESIS

Ho: “La levadura *S. cerevisiae* y selenio como complementos alimenticios en dietas balanceadas para truchas, mantienen los parámetros morfométricos, productivos e inmunológicos en la etapa de alevinaje y comparativamente diferentes a las dietas balanceadas de uso diario”.

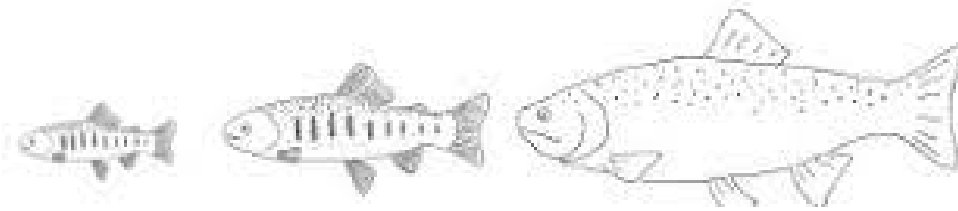
H1: “La levadura *S. cerevisiae* y selenio como complementos alimenticios en dietas balanceadas para truchas, mejoran los parámetros morfométricos, productivos e inmunológicos en la etapa de alevinaje y comparativamente diferentes a las dietas balanceadas de uso diario”.



REVISIÓN DE LITERATURA

TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

- Naturaleza anádroma
- Cuerpo alargado y fusiforme
- Cavidad bucal puntiaguda (hembras)
- Mandíbula inferior más alargada que mandíbula superior (machos)

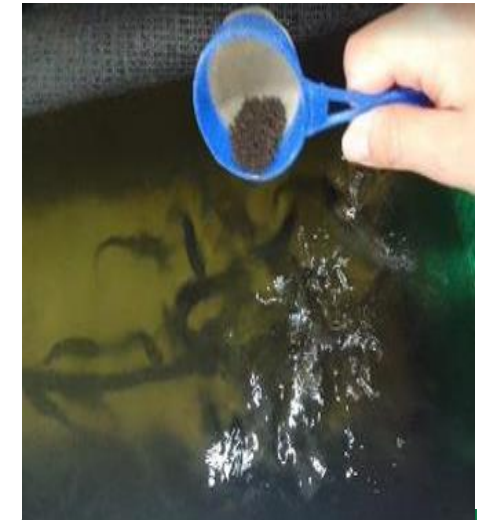


Es un producto que ha tenido una gran acogida en el mercado por su valor nutricional (Muyulema, 2022).

Su aparato digestivo está diseñado para desdoblar las proteínas animales y solo una pequeña parte de productos vegetales pueden ser digeridos (Orna, 2010)

Parámetros para el cultivo

- Temperatura: 6 - 20 °C
- pH: 6.3-8.3
- Oxígeno Disuelto: 200 y 500 mg O₂/Kg trucha/hora
- Nitrógeno: 0,001 - 0.012 ppm como NH₃
- Recambio de agua



REVISIÓN DE LITERATURA

LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae*

Es usada en la panificación y elaboración de bebidas alcohólicas (Suárez *et al.*, 2016)



Es considerada un probiótico



Promueve el recambio del revestimiento del intestino y producción de mucosidad (Quevedo *et al.*, 2020)

Componente %	S. cerevisiae	Aminoácidos %	S. cerevisiae
Materia seca	90	Lisina	5,0
Proteínas	45	Histidina	1,0
Fibra	2	Arginina	4,3
Grasa	0,5	Treonina	3,5
Cenizas	5	Cisteína	0,4
Minerales	39	Valina	4,5
Calcio	0,2	Metionina	1,6
Fósforo	1	Isoleucina	3,0
Magnesio	0,2	Leucina	8,0



También resalta su capacidad para transformar el selenio inorgánico a selenio orgánico (Sánchez, 2014)



Rodríguez *et al.* (2019) menciona que el mayor valor de biomasa y velocidad de crecimiento se logra con una concentración de 2 mg Se/L en el medio de cultivo YEPD



REVISIÓN DE LITERATURA

SELENIO (Se)

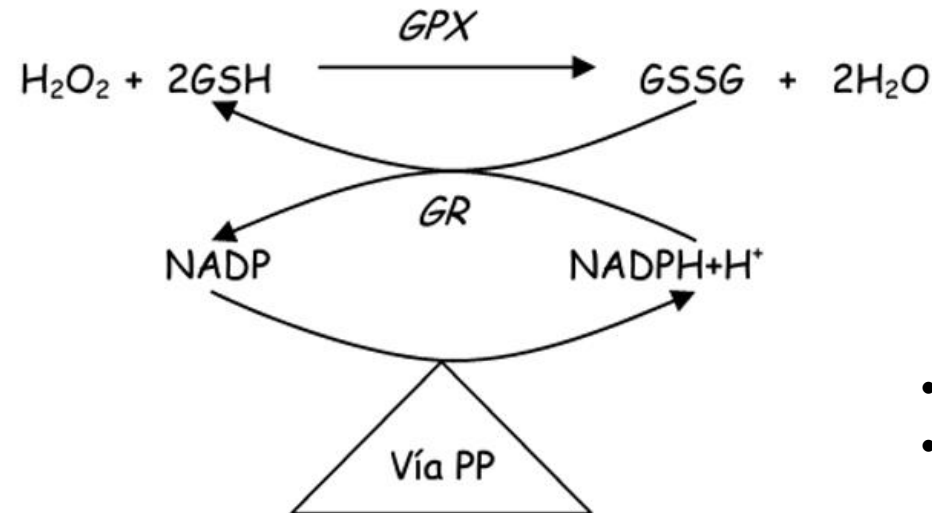
Es una parte esencial de la enzima glutatión peroxidasa que tiene una función protectora en las células (Kohshahi et al., 2019)

Está presente en proteínas y enzimas que participan en variadas funciones fisiológicas como:



- Defensa antioxidante
- Reducción de la inflamación
- Síntesis de ADN
- Fertilidad y la reproducción

- Glutatión peroxidasa (GPX)
- Glutatión reducido (GSH)
- Glutatión oxidado (GSSG)
- Glutatión reductasa (GR)



Nota. Recuperado de (Furné, 2008)

Formas de Selenio

- Selenito
- Selenato
- Selenocisteína
- Selenometionina



METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio fue realizado en el proyecto acuícola Pailones de la Carrera Agropecuaria IASA I, hacienda “El Prado” y en el Laboratorio de Acuicultura que se ubican en el sector San Fernando, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha



Se encuentra a una Latitud de $0^{\circ}23'20''$ S, Longitud de $78^{\circ}24'44''$ O y a una altitud de 2 940 m; en cambio el Laboratorio de Acuicultura se encuentra ubicado a una latitud de $0^{\circ}23'15.66''$ S, longitud de $78^{\circ}24'51.40''$ O y altitud de 2723 m.



DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el experimento se utilizaron 480 alevines de trucha arco iris, los cuales se distribuyeron en 4 tanques circulares y se trabajó con 30 alevines para cada tratamiento y repetición

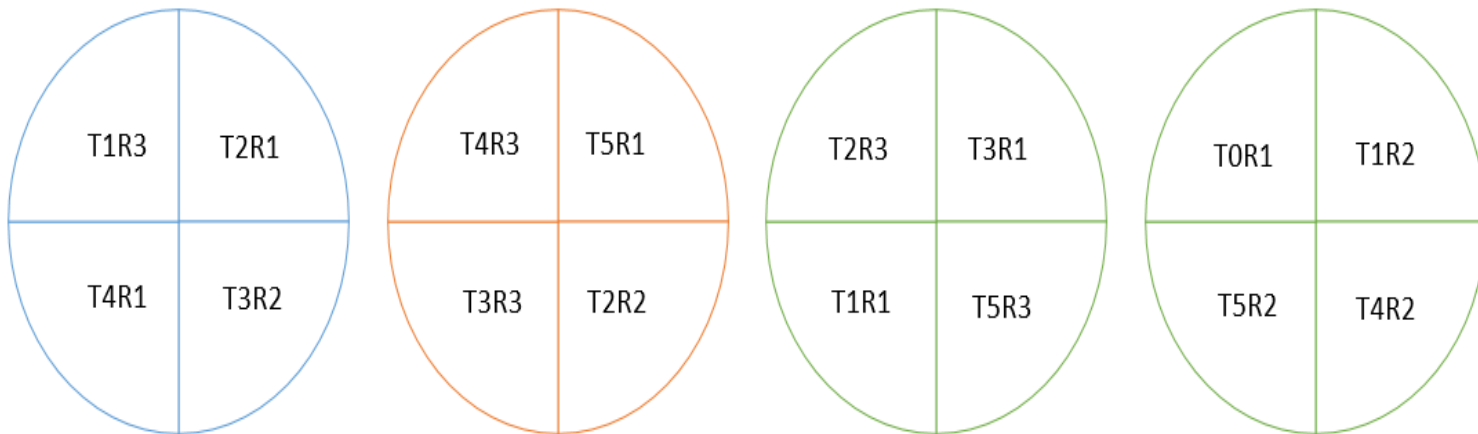
Tratamientos para la alimentación con levadura y nucleótidos

Tratamiento	Características
T0	Alimentación solamente con balanceado
T1	1 mg/kg de selenio añadido al AB
T2	2 mg/kg de selenio añadido al AB
T3	2,5% de levadura añadido al AB
T4	2,5% de levadura y 1 mg/kg de selenio añadidos al AB
T5	2,5% de levadura y 2 mg/kg de selenio añadidos al AB

Nota. AB=Alimento Balanceado. Elaboración Propia

El ensaño se dispuso bajo un Diseño completamente al azar bifactorial (2x3), con tres repeticiones.

Se manejó dos niveles de levadura (0 y 2,5%) y tres niveles de selenio orgánico (0, 1 y 2 mg/Kg)



FASE DE CAMPO



Limpieza y desinfección de piscinas

Adecuación del proyecto

Preparación de tratamientos



Preparación de aglutinante y disolución de levadura y selenio

Rociado de solución al alimento y secado

Tratamientos preventivos



PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

Los valores se obtuvieron con una frecuencia de 10 días, los cuales se tomaron con la ayuda de una balanza y un ictiómetro

Las variables obtenidas fueron:

- Masa corporal (g)
- Longitud total (cm)
- Longitud parcial (cm)
- Ancho (cm)



PARÁMETROS PRODUCTIVOS

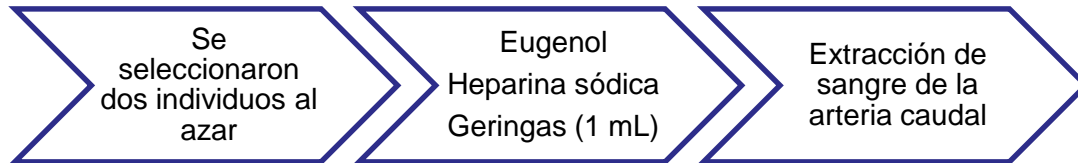
Los parámetros productivos se calcularon una vez terminada la fase de campo.

- **Ganancia de Peso (g)** = $\frac{\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}}{\text{Tiempo (días)}}$
- **Tasa de crecimiento Específico (T.C.E)** = $\frac{(\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso Inicial})}{\text{Tiempo (días)}} \times 100$
Donde ln = Logaritmo Natural
- **Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A)** = $\frac{\text{Total de alimento consumido (g)}}{\text{Peso ganado (g)}}$
- **Eficiencia Alimenticia (E.A)** = $\frac{\text{Peso ganado (g)}}{\text{Alimento ingerido}} \times 100$
- **Índice de Condición Corporal** = $\frac{\text{Peso corporal (g)}}{(\text{Longitud total})^3} \times 100$
- **Mortalidad (%)** = $\frac{\text{Número de peces muertos}}{\text{Número de peces vivos}} \times 100$

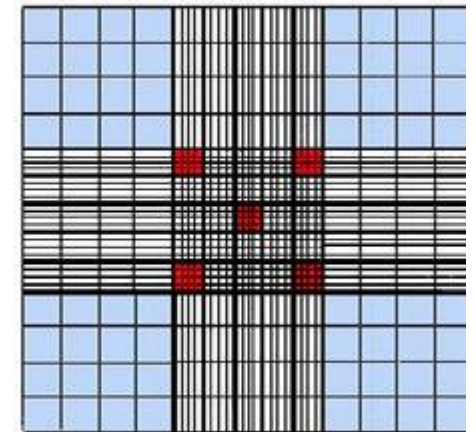
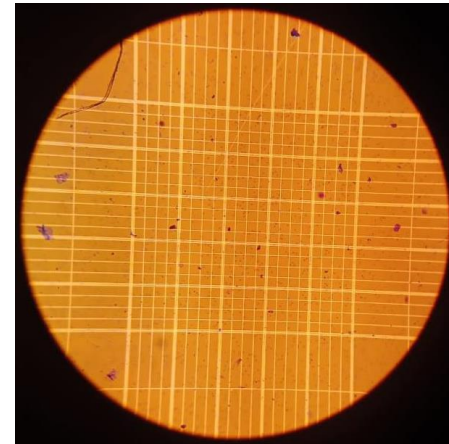
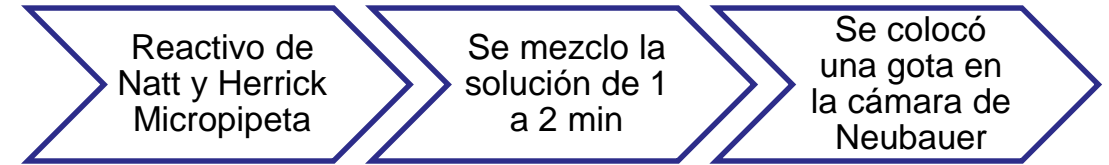


VARIABLES INMUNOLÓGICAS

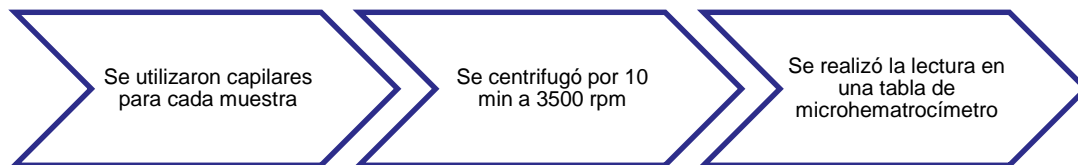
Toma de muestras



Conteo de eritrocitos y leucocitos

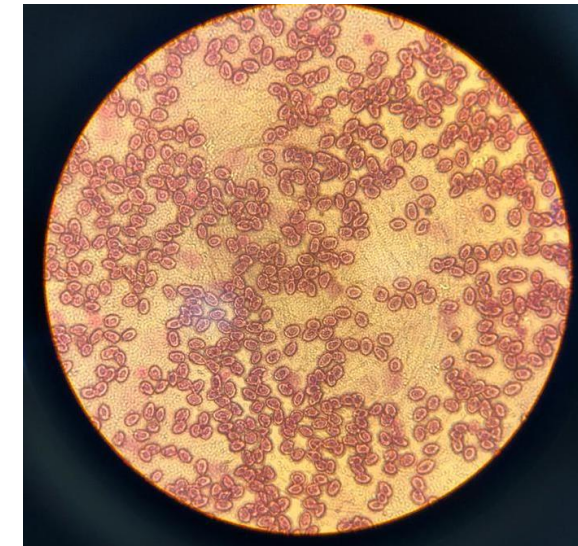
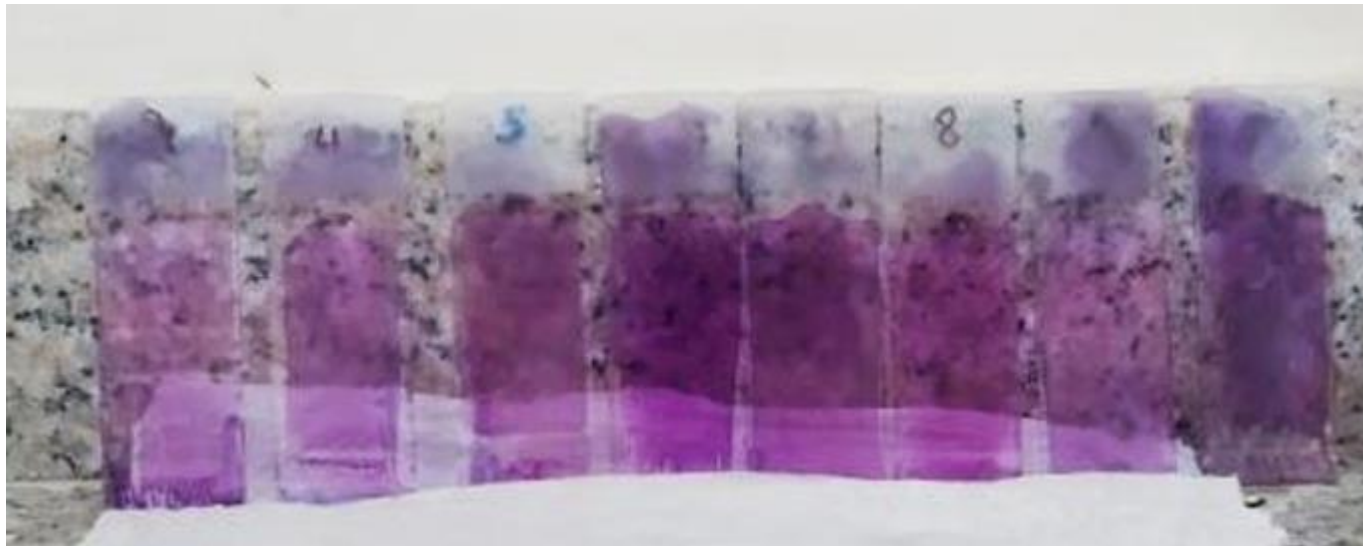
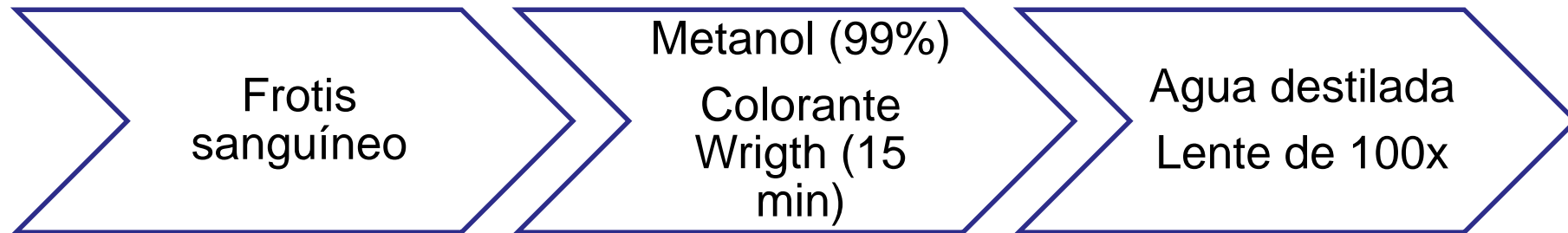


Hematocrito



VARIABLES INMUNOLÓGICAS

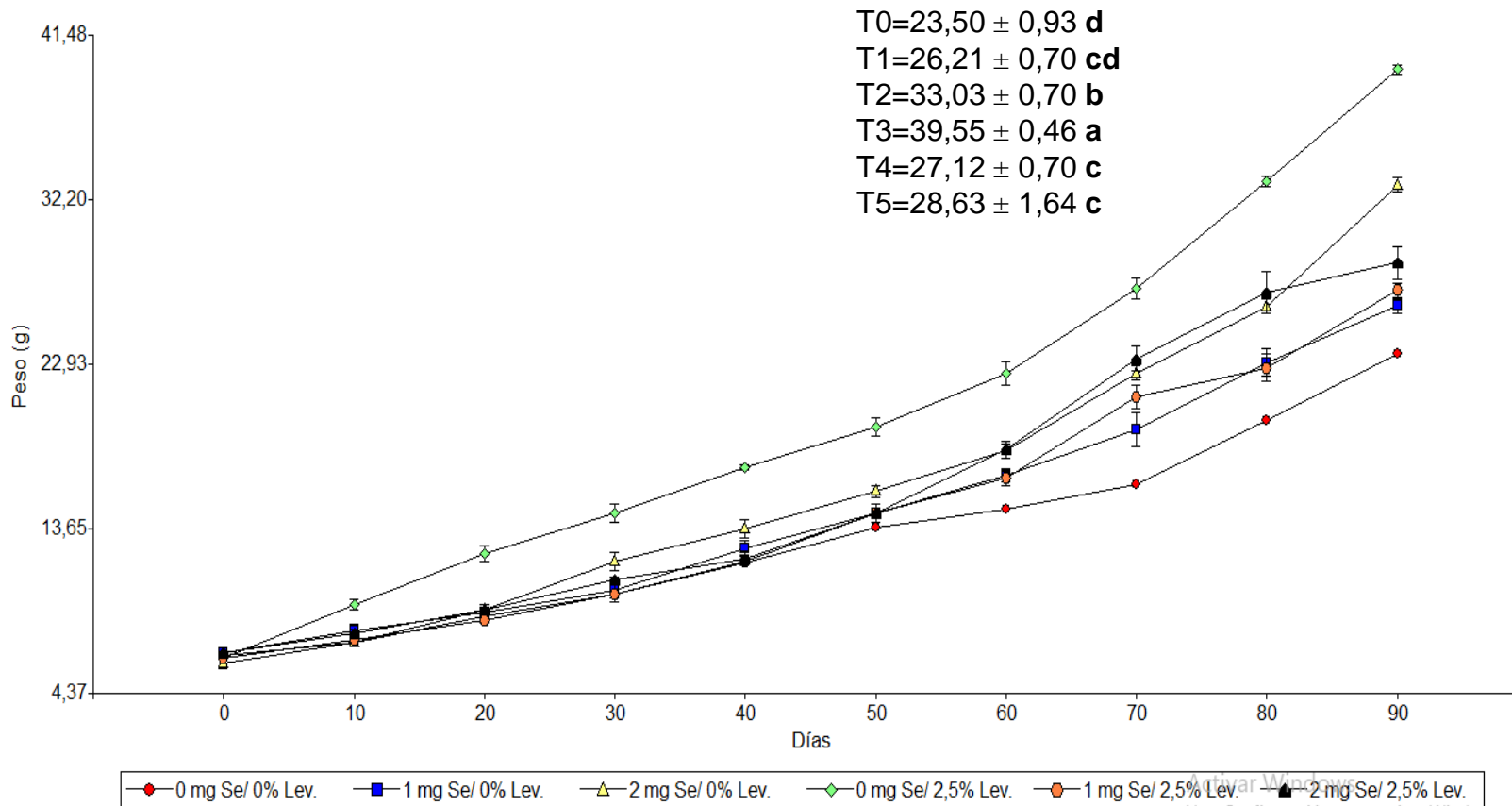
Identificación de leucocitos



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VARIABLES MORFOMÉTRICAS

PESO



Tukmechi *et al.* (2011) menciona que la levadura contiene una serie de compuestos benéficos que mejoran el crecimiento

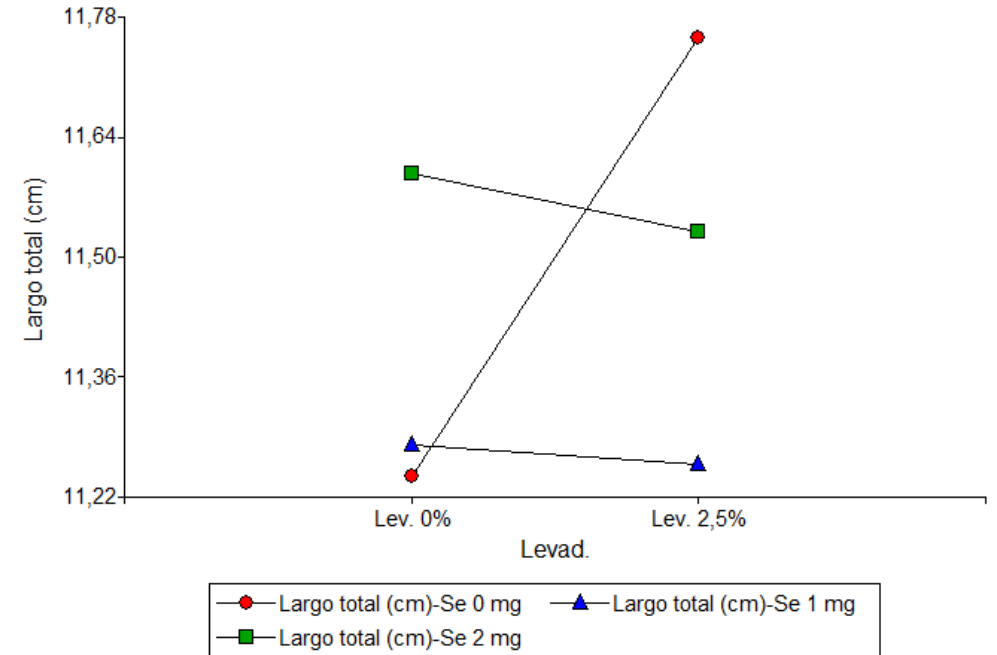
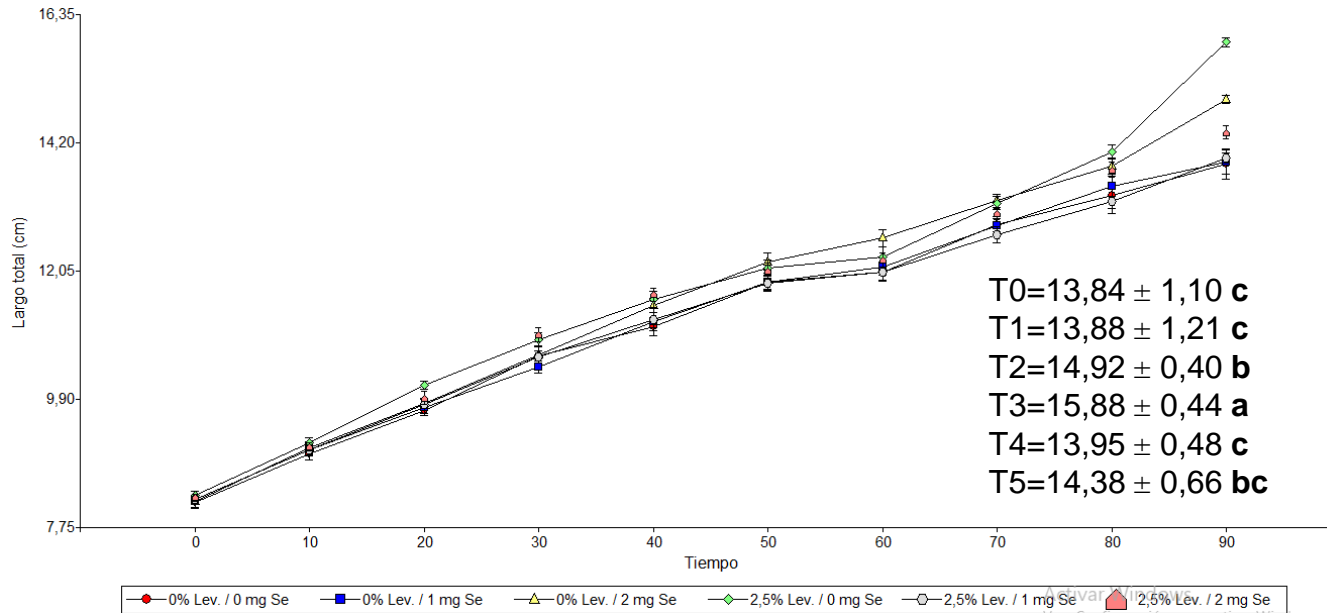
Adel *et al.* (2017) Tratamiento=2% de levadura, peso=74.9±6.45

Nazari *et al.* (2017) determinó que el peso promedio obtuvo mejores resultados con una dosis de 0,6 mg de selenio orgánico (168.54± 25.56 g)



VARIABLES MORFOMÉTRICAS

LONGITUD TOTAL



Mortazavi *et al.* (2012) tratamiento con levadura (0,2%) obtiene el valor más alto en cuanto la longitud total de la trucha (28.26 ± 0.02)

Nazari *et al.* (2017) determinó que la longitud total obtuvo mejores resultados con una dosis de 0,6 mg de selenio orgánico (22.46 ± 1.25 cm)

Vidakovic *et al.* (2020) menciona que la levadura se puede utilizar como alternativa sostenible al uso de harina de pescado



VARIABLES PRODUCTIVAS

GANANCIA DE PESO

Promedio \pm desviación estándar de la variable ganancia de peso (g/día) durante los 100 días

de ensayo

Tiempo (Días)	Tratamientos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
10	0,08 \pm 0,01	0,12 \pm 0,03	0,12 \pm 0,03	0,30 \pm 0,05	0,11 \pm 0,03	0,11 \pm 0,03
20	0,15 \pm 0,01	0,11 \pm 0,03	0,18 \pm 0,05	0,29 \pm 0,03	0,11 \pm 0,03	0,14 \pm 0,01
30	0,13 \pm 0,03	0,12 \pm 0,03	0,27 \pm 0,05	0,23 \pm 0,12	0,15 \pm 0,09	0,17 \pm 0,02
40	0,18 \pm 0,03	0,24 \pm 0,02	0,18 \pm 0,01	0,26 \pm 0,09	0,18 \pm 0,05	0,12 \pm 0,07
50	0,20 \pm 0,01	0,20 \pm 0,03	0,21 \pm 0,05	0,23 \pm 0,08	0,27 \pm 0,01	0,26 \pm 0,02
60	0,10 \pm 0,01	0,21 \pm 0,03	0,23 \pm 0,05	0,30 \pm 0,07	0,20 \pm 0,03	0,36 \pm 0,06
70	0,14 \pm 0,03	0,26 \pm 0,09	0,44 \pm 0,09	0,47 \pm 0,12	0,46 \pm 0,07	0,51 \pm 0,11
80	0,36 \pm 0,03	0,38 \pm 0,08	0,38 \pm 0,03	0,61 \pm 0,10	0,16 \pm 0,09	0,37 \pm 0,11
90	0,38 \pm 0,01	0,32 \pm 0,12	0,68 \pm 0,01	0,63 \pm 0,07	0,44 \pm 0,07	0,17 \pm 0,05
100	0,29 \pm 0,01 ab	0,28 \pm 0,01 b	0,84 \pm 0,03 a	0,87 \pm 0,03 a	0,42 \pm 0,05 ab	0,31 \pm 0,11 b
p-valor	<0,05					

Küçükbay *et al.* (2009) determinó que las altas densidades de carga provocan estrés en los animales induciendo una disminución en la ganancia de peso, el consumo de alimento y el factor de conversión alimenticia

Abdel *et al.* (2008) la ganancia de peso aumentaron significativamente con los niveles de inclusión entre 1,0 – 5,0 g de levadura por kg de alimento

Mansour *et al.* (2017) mejoraron la ganancia de peso con niveles de 2 y 3 mg de selenio (328.88 \pm 27.97 y 374.40 \pm 33.35)

Naiel *et al.*, (2021) mejoraron la ganancia de peso con dosis de 0,3 mg/kg de selenio orgánico (16.80)



VARIABLES PRODUCTIVAS

TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO

Promedio \pm desviación estándar de la variable tasa de crecimiento específico (%) durante los 100 días de ensayo

Tiempo (Días)	Tratamientos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
10	1,09 \pm 0,42	1,67 \pm 0,30	1,84 \pm 0,45	3,89 \pm 0,55	1,54 \pm 0,35	1,49 \pm 0,40
20	1,88 \pm 0,34	1,28 \pm 0,39	2,24 \pm 0,56	2,67 \pm 0,08	1,34 \pm 0,33	1,63 \pm 0,09
30	1,34 \pm 0,63	1,27 \pm 0,24	2,61 \pm 0,27	1,70 \pm 0,88	1,62 \pm 1,00	1,69 \pm 0,31
40	1,61 \pm 0,47	2,15 \pm 0,26	1,44 \pm 0,10	1,64 \pm 0,65	1,69 \pm 0,51	1,06 \pm 0,58
50	1,57 \pm 0,29	1,45 \pm 0,13	1,46 \pm 0,42	1,24 \pm 0,39	2,08 \pm 0,07	1,96 \pm 0,28
60	0,71 \pm 0,26	1,37 \pm 0,23	1,35 \pm 0,26	1,45 \pm 0,33	1,27 \pm 0,13	2,19 \pm 0,30
70	0,89 \pm 0,45	1,41 \pm 0,47	2,19 \pm 0,43	1,92 \pm 0,48	2,45 \pm 0,30	2,49 \pm 0,52
80	2,02 \pm 0,37	1,82 \pm 0,46	1,55 \pm 0,25	2,02 \pm 0,36	0,74 \pm 0,38	1,48 \pm 0,36
90	1,74 \pm 0,31	1,30 \pm 0,52	2,32 \pm 0,06	1,74 \pm 0,21	1,78 \pm 0,35	0,61 \pm 0,23
100	1,16 \pm 0,20 c	1,01 \pm 0,04 c	2,28 \pm 0,03 a	1,99 \pm 0,05ab	1,45 \pm 0,19 bc	1,05 \pm 0,40 c

p-valor <0,001

- La flora intestinal cumple funciones como la digestión y metabolismo de nutrientes.
- Constantes cambios por el entorno en donde se desarrollan (Gonçalves y Gallardo, 2017)

Abdel *et al.* (2008) TCE aumentaron significativamente con los niveles de inclusión entre 1,0 – 5,0 g de levadura por kg de alimento

Naiel *et al.* (2021) obtuvo mejores resultados en TCE con una dosis de 0,3 mg/kg de selenio orgánico (2.47)



VARIABLES PRODUCTIVAS

FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Promedio \pm desviación estándar de la variable factor de conversión alimenticia al término de la fase de campo

Tratamiento	TCE Promedio
T0 0% Lev. / 0 mg Se	2,23 \pm 0,68 d
T1 0% Lev. / 1 mg Se	1,84 \pm 0,56 cd
T2 0% Lev. / 2 mg Se	1,53 \pm 0,34 ab
T3 2,5% Lev. / 0 mg Se	1,46 \pm 0,42 a
T4 2,5% Lev. / 1 mg Se	2,12 \pm 1,32 cd
T5 2,5% Lev. / 2 mg Se	1,91 \pm 1,58 bc
p-valor	<0,001

La levadura contiene una serie de compuestos benéficos y se ha demostrado que su implementación en peces mejora el crecimiento (Tukmechi *et al.*, 2011)

El Se es absorbido en el intestino en donde las proteínas plasmáticas transportan el selenio al torrente sanguíneo para la elaboración de las selenoproteínas (Hoya *et al.*, 2022)

Iwashita *et al.* (2015) la mezcla de 10 g/kg de los probióticos presento el mejor FCA con un valor de 1,07

Naiel *et al.*, (2021) mejoraron FCA con dosis de 0,3 y 0,4 mg/kg de selenio orgánico (1,53 y 1,60 respectivamente)



VARIABLES PRODUCTIVAS

ÍNDICE DE CONDICION CORPORAL

Promedio \pm desviación estándar de la variable índice de condición corporal al término de la fase de campo

Tratamiento	ICC Promedio
T0 0% Lev. / 0 mg Se	0,90 \pm 0,12 b
T1 0% Lev. / 1 mg Se	0,97 \pm 0,11 b
T2 0% Lev. / 2 mg Se	0,96 \pm 0,08 b
T3 2,5% Lev. / 0 mg Se	1,14 \pm 0,09 a
T4 2,5% Lev. / 1 mg Se	0,96 \pm 0,11 b
T5 2,5% Lev. / 2 mg Se	0,96 \pm 0,13 b
p-valor	<0,0001

Levadura aporta con 0,5% de grasa (Gutiérrez y Gómez, 2008)

Farzad *et al.* (2021) ICC, el tratamiento con 0,5% de Se orgánico demostró los mejores resultados con 1.4 \pm 0.02

Mansour *et al.* (2017) se obtuvo mejor resultado con un nivel de 1 mg de selenio (ICC=1.04 \pm 0.03)



VARIABLES PRODUCTIVAS

EFICIENCIA ALIMENTICIA

Promedio \pm desviación estándar de la variable eficiencia alimenticia durante los 100 días de ensayo.

Tiempo (Días)	Tratamientos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
10	35,61 \pm 12,90	56,03 \pm 11,14	62,46 \pm 16,84	83,72 \pm 7,00	51,44 \pm 12,73	49,60 \pm 14,58
20	63,86 \pm 12,69	42,22 \pm 13,68	77,74 \pm 21,36	94,46 \pm 3,24	44,25 \pm 11,85	54,59 \pm 3,22
30	44,09 \pm 22,07	41,77 \pm 8,36	81,75 \pm 10,59	61,37 \pm 29,25	55,65 \pm 35,67	56,93 \pm 11,24
40	54,01 \pm 14,74	73,99 \pm 9,95	52,14 \pm 5,05	34,85 \pm 14,79	57,03 \pm 18,68	34,85 \pm 19,85
50	52,53 \pm 13,70	58,13 \pm 10,98	63,42 \pm 19,86	53,35 \pm 18,03	78,25 \pm 9,81	72,40 \pm 1,49
60	29,63 \pm 13,52	59,12 \pm 10,40	58,10 \pm 11,99	63,03 \pm 15,31	54,42 \pm 5,75	87,66 \pm 19,85
70	37,58 \pm 12,25	61,28 \pm 21,27	84,32 \pm 11,98	83,49 \pm 6,45	88,51 \pm 10,60	93,51 \pm 0,81
80	52,63 \pm 17,96	80,70 \pm 22,08	72,64 \pm 5,00	86,04 \pm 12,43	31,11 \pm 16,23	76,81 \pm 26,13
90	35,71 \pm 9,66	59,22 \pm 18,49	65,29 \pm 4,52	71,34 \pm 5,19	50,09 \pm 2,66	40,43 \pm 8,39
100	51,55 \pm 7,42 b	55,37 \pm 2,07 ab	67,45 \pm 1,85 ab	75,47 \pm 5,78 a	63,39 \pm 4,38 ab	61,61 \pm 14,66 ab

p-valor <0,05

Optimiza Costos de producción, generando un impacto positivo en la rentabilidad y factibilidad del proyecto piscícola. (Yapuchura *et al.*, 2018).

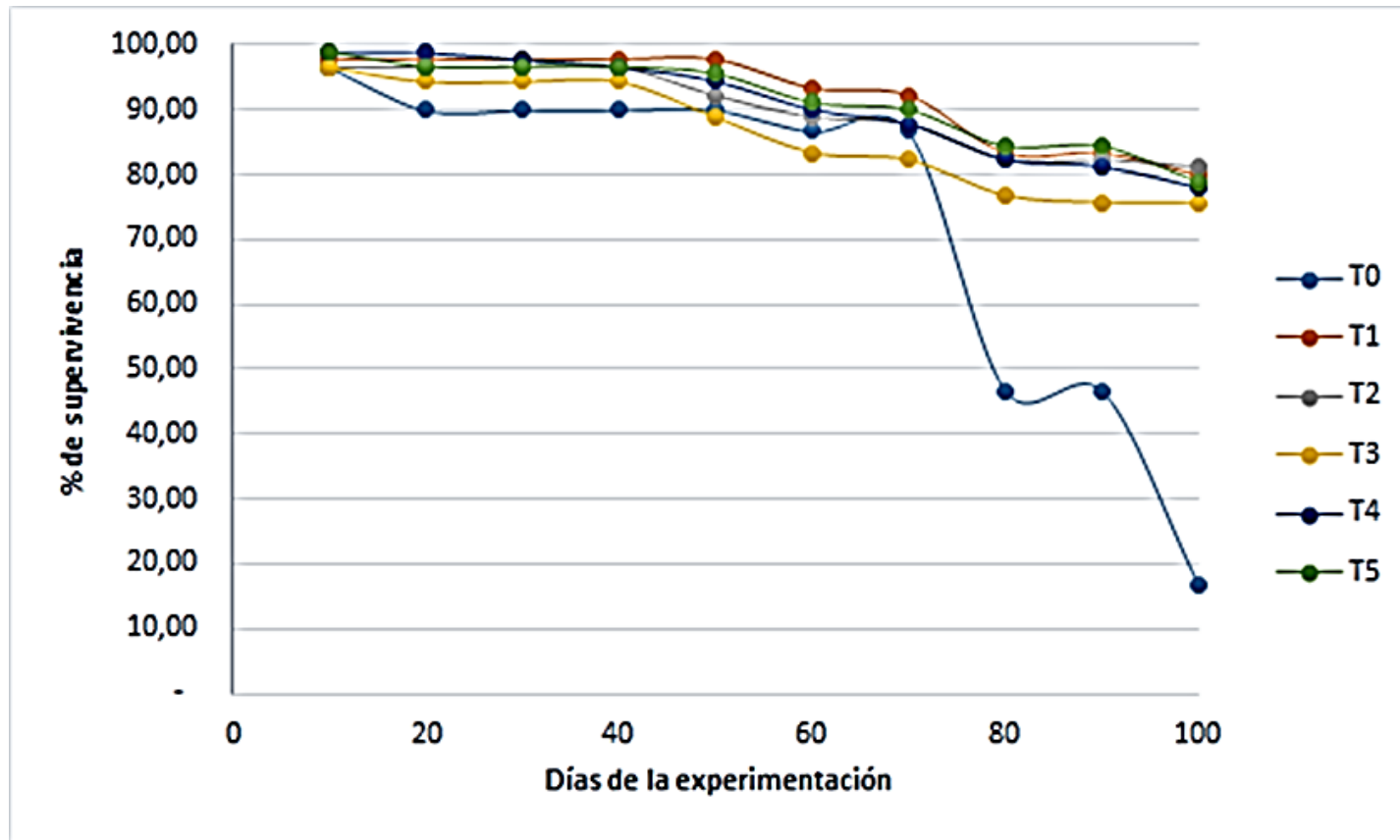
Mortazavi *et al.* (2012) tratamiento con levadura (0,2%) obtiene mejores resultados en EA

Nazari *et al.*, (2017) mejor EA con una dosis de 0,45 mg/kg de selenio orgánico



VARIABLES PRODUCTIVAS

TASA DE MORTALIDAD



- Densidad de carga
- Manipulación
- Nitrógeno amoniacal



VARIABLES INMUNOLÓGICAS

HEMATOCRITO

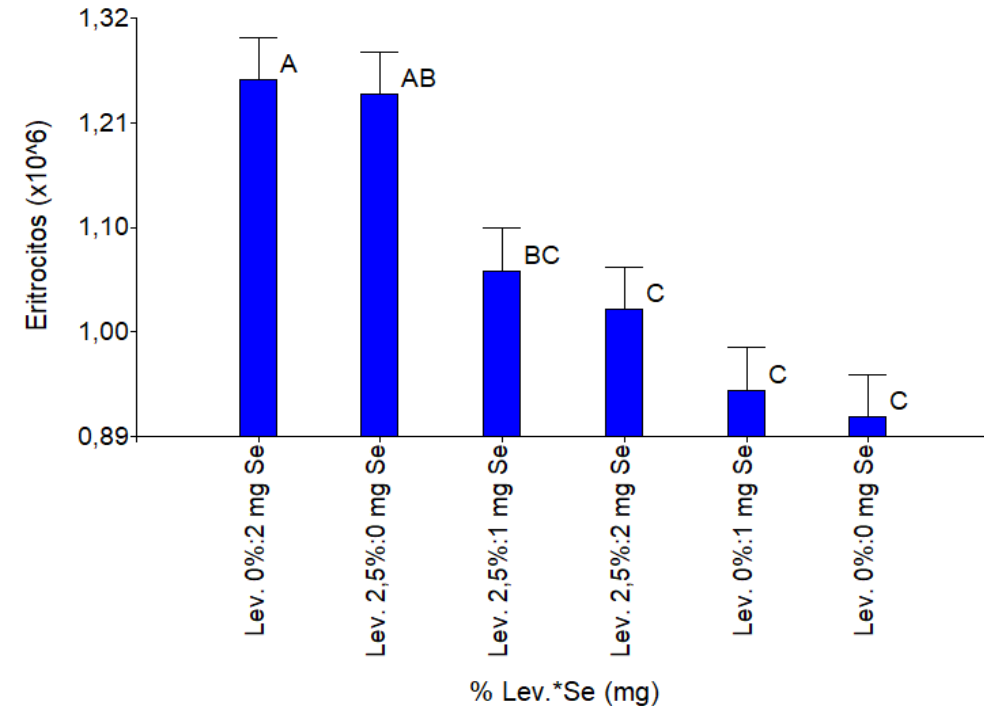
Promedio \pm desviación estándar de la variable hematocrito (%) evaluado con diferentes dosis de levadura y selenio.

Tratamiento	% Hematocrito Promedio
T0 0% Lev. / 0 mg Se	42,5 \pm 5,09 b
T1 0% Lev. / 1 mg Se	49,83 \pm 3,76 b
T2 0% Lev. / 2 mg Se	59,17 \pm 2,23 a
T3 2,5% Lev. / 0 mg Se	59,33 \pm 2,16 a
T4 2,5% Lev. / 1 mg Se	50,33 \pm 7,15 b
T5 2,5% Lev. / 2 mg Se	50,50 \pm 3,78 b
p-valor	<0,0001

Coroian *et al.* (2019) 1,5% de levadura aumento en el porcentaje de hematocrito y en la cantidad de eritrocitos (43.2 \pm 3.94)

Takahashi *et al.* (2017) glóbulos rojos y hematocrito es mayor con una dosis de 0,6 mg de selenio orgánico obteniendo valores de 3,27*10⁶/mm³ y 42% respectivamente

CONTEO DE ERITROCITOS

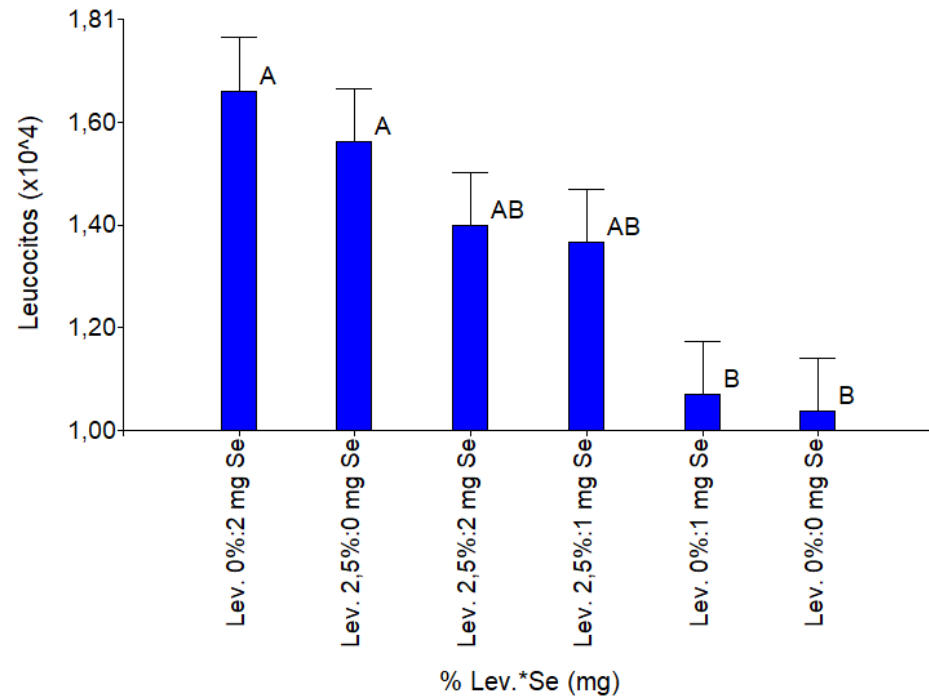


- Los eritrocitos intervienen en la oxigenación del organismo.
- Valores altos dentro de los rangos fisiológicos (Coroian *et al.*, 2019)



VARIABLES INMUNOLÓGICAS

CONTEO DE LEUCOCITOS



Promedio \pm desviación estándar para cada tipo de glóbulo blanco evaluados con diferentes dosis de levadura y selenio.

Tratamiento	Glóbulos blancos		
	Linfocitos	Neutrófilos	Eosinófilos
T0 0% Lev. / 0 mg Se	95,03 \pm 0,26 c	2,75 \pm 0,07 a	2,22 \pm 0,25 a
T1 0% Lev. / 1 mg Se	96,29 \pm 0,45 bc	2,37 \pm 0,17 ab	1,34 \pm 0,30 ab
T2 0% Lev. / 2 mg Se	98,64 \pm 0,51 a	0,98 \pm 0,15 c	0,38 \pm 0,37 bc
T3 2,5% Lev. / 0 mg Se	98,62 \pm 0,22 a	1,18 \pm 0,27 c	0,20 \pm 0,19 c
T4 2,5% Lev. / 1 mg Se	96,65 \pm 0,97 b	2,10 \pm 0,31 b	1,25 \pm 0,66 ab
T5 2,5% Lev. / 2 mg Se	97,13 \pm 0,57 ab	2,03 \pm 0,34 b	0,84 \pm 0,34 bc
p-valor	0,0001	0,0001	0,0003
F-valor	32,3	45,9	17,49

- El Boshy *et al.* (2010) conteo de leucocitos (28.85 ± 2.28), linfocitos (17.96 ± 1.64) y neutrófilos (9.05 ± 0.78)
- Eosinófilos el grupo control tiene ligeramente una mayor cantidad (0.46 ± 0.04) que el tratamiento con levadura *S. cerevisiae* (0.44 ± 0.03)

Takahashi *et al.* (2017) cantidad de linfocitos es mayor con una dosis de 0,9 mg de selenio ($42,5 \times 10^3/\text{mm}^3$)

El selenio interviene en funciones relacionadas con la defensa antioxidante del sistema inmunológico (Amirkolaie *et al.*, 2014)



CONCLUSIONES

- Los alevines que fueron alimentados con un nivel de 2,5% de inclusión de levadura obtuvieron los mejores resultados en los parámetros morfométricos, con valores de masa corporal= $39,55 \pm 0,46$ g y LT= $15,88 \pm 0,44$ cm en los 100 días que duró la evaluación, seguido del T2 (2 mg de Se orgánico) mientras que el tratamiento testigo obtuvo los resultados más bajos para estos parámetros.
- En cuanto a los parámetros productivos los alevines alimentados con 2,5% de levadura tuvieron los mejores resultados, en los parámetros GP= $0,42 \pm 0,22$ g; TCE= $2,03 \pm 0,83$; FCA= $1,46 \pm 0,42$; %EA= $73,47 \pm 17,31$; ICC= $1,14 \pm 0,09$; a comparación del testigo que solamente se suministró alimento balanceado sin aditivos, y presentó valores bajos GP= $0,20 \pm 0,11$ g; TCE= $1,40 \pm 0,19$; FCA= $2,23 \pm 0,68$; %EA= $49,46 \pm 5,82$; ICC= $0,90 \pm 0,03$), sin embargo en la tasa de mortalidad no se evidenció diferencias significativas entre los tratamientos.
- En cambio, en los parámetros inmunológicos los tratamientos T2 y T3 presentan los mejores resultados en hematocrito con $59,17 \pm 2,23\%$ y $59,33 \pm 2,16\%$ respectivamente, el tratamiento T3 la mayor cantidad de eritrocitos ($1,26 \pm 0,10 \times 10^6$) mientras que el tratamiento T2 con una mayor cantidad de leucocitos ($1,67 \pm 0,30 \times 10^4$). En la identificación de leucocitos el T2 muestra una mayor cantidad de linfocitos ($98,64 \pm 0,51$) mientras que el tratamiento T0 presentó mayor cantidad de neutrófilos y eosinófilos con valores de $2,75 \pm 0,07$ y $2,22 \pm 0,25$ respectivamente.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el Tratamiento 3 (2,5% de levadura *S. cerevisiae*) como complemento alimenticio para mejorar los parámetros productivos e inmunológicos con la finalidad de que los alevines no se encuentren vulnerables frente a situaciones de estrés provocada por la turbidez del agua, especialmente en época de lluvias.
- Evaluar los niveles de inclusión de levadura y selenio orgánico en etapas de juveniles y engorde para trucha arcoíris con el propósito de evaluar su influencia en parámetros productivos e inmunológicos en piscifactorías ya sea de pequeña o mediana escala.
- Realizar una investigación evaluando la metagenómica del microbioma intestinal donde se pueda obtener información sobre el proceso de desarrollo de la levadura en el intestino, además de variables como la digestibilidad de dietas y la tasa de ingesta de alimento.
- Evaluar la levadura y selenio orgánico frente a otros factores de estrés como el aumento de temperatura, disminución de oxígeno e incluso frente a enfermedades causadas por hongos o bacterias que son problemas comunes en las piscifactorías.



AGRADECIMIENTOS



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA