



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Efecto del noni (*Morinda citrifolia* Linn) sobre el desarrollo del sistema inmune de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de alevinaje

Mora Aguirre, Robetsy Del Cisne

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal PhD.

10 de febrero 2022



INTRODUCCIÓN

Producción acuícola

1'138.557 T
(FAO, 2018)



6.000 T

Sistema de producción intensiva



Sistema inmune vulnerable

- Estrés generado por:
- Desinfecciones frecuentes
 - **Uso de antibióticos**
 - **Productos químicos**
 - Densidad animal alta

(Penagos el al., 2008)

Igbinosa el al. (2017)
26 especies de *Aeromonas* fueron resistentes a penicilina, ertapenem y tetraciclina en un 100%.

Alternativa

Fortalecer el sistema inmune

- Prevenir enfermedades
- Atenuar el impacto ambiental
- Reducción de costos

Morinda citrifolia Linn

Contiene alcaloides, polifenoles, flavonoides, fenoles, vitaminas y además de que posee otras moléculas, que contribuyen en la nutrición de animales (Singh, 2012)

Efectos nutraceuticos y terapeuticos

- antifúngico,
- antibacteriano,
- antiinflamatorio,
- anticanceroso,
- antiparasitario,
- analgésico.



- 73.720 células.mm³
- linfocitos 66,33%,
- Monocitos 29,33%,
- neutrófilos 4,33%,
- tasa de supervivencia de 91,67%,

Ilmayati et al. (2016)

Cevallos et al. (2007)

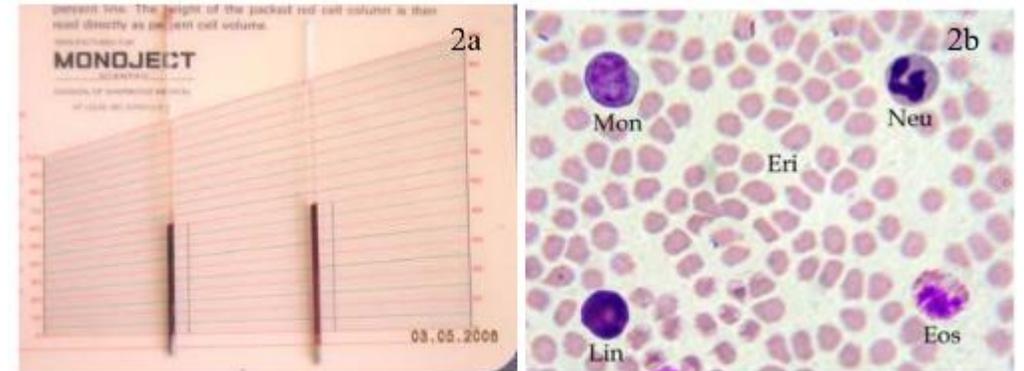


Figura 2. a) Determinación del hematocrito capilar. b) Diferentes tipos de células sanguíneas del cerdo

Sus scrofa, desde los 15 kg hasta alcanzar 35 kg, se evidenció la acción fitoquímica de noni sobre el sistema inmunológico.

Objetivos generales

- Evaluar el efecto del noni (*Morinda citrifolia* Linn) sobre el desarrollo del sistema inmune de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de alevinaje

Objetivos específicos

- Evaluar parámetros productivos y morfométricos en etapas de alevinaje de trucha arcoíris bajo la acción de diferentes niveles de inclusión de *Morinda citrifolia* Linn en dietas balanceadas.
- Determinar el estado sanitario de los peces, capacidad antiinflamatoria de *Morinda citrifolia* Linn mediante el comportamiento de células circulantes en el perfil hematológico y la restauración de tejidos hepáticos y respiratorios en pruebas de estrés controlado.

H0: La inclusión del noni (*Morinda citrifolia* Linn) en dietas balanceadas para alevines de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) mantiene el bienestar animal, sin cambios significativos en el sistema inmune, representado por células circulantes y de complemento, así como las estructuras fisiológicas en el hígado y branquias.

H1: La inclusión del noni (*Morinda citrifolia* Linn) en dietas balanceadas para alevines de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) mantiene el bienestar animal, con una evidente respuesta del sistema inmune, representado por el incremento de células circulantes y de complemento, así como el mantenimiento funcional de estructuras fisiológicas en el hígado y branquias

MARCO TEÓRICO

Conservante natural

Jugo

Fuente natural de medicamentos

Asia, Australia e Islas del Pacífico

Familia de las Rubiaceae, es un arbusto perenne

Su fruto se produce durante todo el año

Generalidades

Composición fisicoquímica

El fruto contiene

- 90% de agua
- 11,3% de proteínas
- 8,4% minerales

Principios bioactivos como las antraquinonas, polifenoles, flavonoides

Morinda citrifolia Linn

Usos industriales

Vitaminas y ácidos grasos

Activación de los receptores CB2 y la supresión de la IL-4

presentó un aumento en la producción de citoquinas IFN-gamma

Actividad inmunológica

Sustancias bioactivas como alcaloides, flavonoides, carotenoides

Extrato de metanol de *Morinda citrifolia* Linn

Actividad antibacteriana

Zonas de inhibición en un rango de 7,7 a 26 mm

Actividad antioxidante

Flavonoides, fenoles y ciertos ácidos grasos

Inhiben la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad

MARCO TEÓRICO



Oncorhynchus mykiss

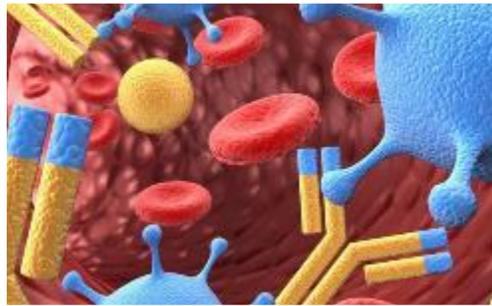
- Oxígeno 7,5 a 12 ppm
- Temperatura de 10 a 22°C
- pH 6,5 a 8,5



Alevines

Se alimentan de las reservas nutricionales del saco vitelino, posterior a la absorción del saco vitelino empieza la búsqueda de alimento.

- Proteína
- Carbohidratos
- Vitaminas y minerales



Sistema inmune

Inmunidad innata:

- Barreras físicas y químicas
- Células fagocíticas, dendríticas y linfocitos citolíticos naturales (NK) y otras células linfocíticas innatas
- Proteínas sanguíneas



Monocito



Linfocito



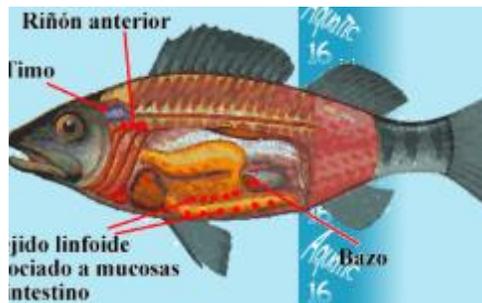
Neutrófilo



Eosinófilo



Basófilo



Órganos linfoides

- Timo
- Riñón
- Bazo

Su principal función es la proliferación de células T

Produce principalmente eritrocitos y células granulocíticas
La región media y distal contienen ambas funciones: la función hematopoyética y renal

Paredes del bazo se hallan macrófagos que contribuyen en la fagocitosis de antígenos, mayormente en el complejo antígeno – anticuerpo



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Estrés generado por contaminantes ambientales

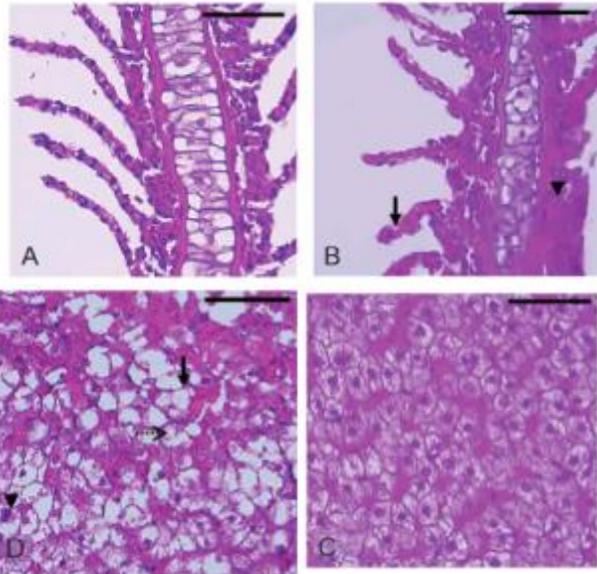
Contaminantes de origen xenobiótico pueden presentarse en una amplia gama y son causantes de estrés.

- Metales de transición,
- hidrocarburos aromáticos policíclicos,
- pesticidas organoclorados y organofosforados,
- piretroides,
- policlorinados,
- bifenílicos y dioxinas

Muy utilizado en la agricultura por su efectividad contra una amplia gama de insectos perjudiciales para los cultivos

entonces

Debido a su potencial y efecto peligroso es un producto de preocupación ambiental



Holguín et al. (2019)

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de investigación



(Google Earth, 2021)

Hacienda “El Prado”, provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui en la parroquia San Fernando. Geográficamente se ubica a 78°24′44″ E, 0°23′20″ S y 2 748 m.s.n.m.

- Zona de vida bosque húmedo
- piso altitudinal montano bajo,
- temperatura de 12°C
- precipitación anual que presenta es de 1531 mm
- humedad relativa de 64,11%.

Se realizó en las instalaciones de producción del proyecto de acuicultura (Pailones) y en los laboratorios de Recursos Acuáticos de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria – IASA I de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.



(Google Earth, 2021)

MATERIALES Y MÉTODOS

Liofilización del noni *Morinda citrifolia* Linn



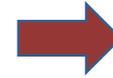
Calibración de niquelinas



Liofilización



Producto liofilizado



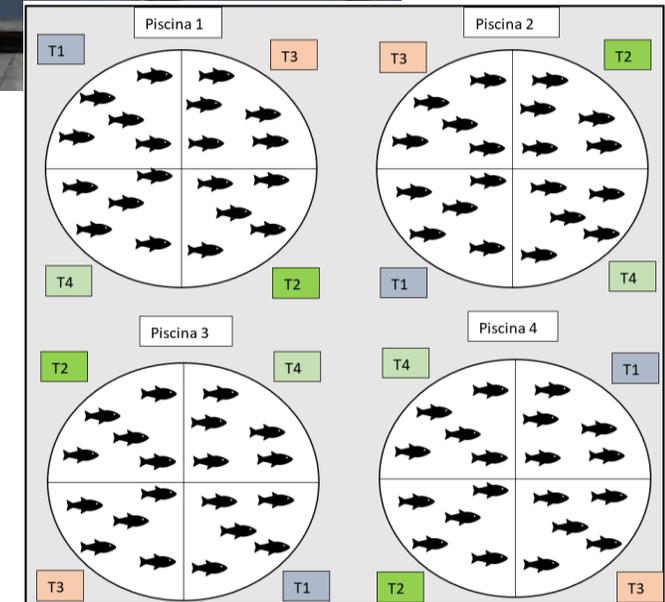
Instalación del proyecto



Análisis bromatológico

Tratamiento	Proteína %	Cenizas %	Humedad %	Fibra %	Grasa %
T1	43,47	11,46	2,84	3,62	17,46
T2	43,56	11,38	2,88	3,64	17,49
T3	44,73	11,26	3,15	3,54	14,01
T4	44,01	11,26	3,02	3,44	13,77

Preparación del alimento



MATERIALES Y MÉTODOS

Inducción a estrés oxidativo

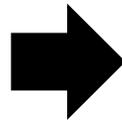


Toma de datos

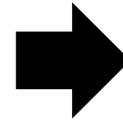


Toma de muestras y evaluación de variables en laboratorio

Extracción de sangre



Hematocrito



Análisis de glucosa, proteína y albúmina

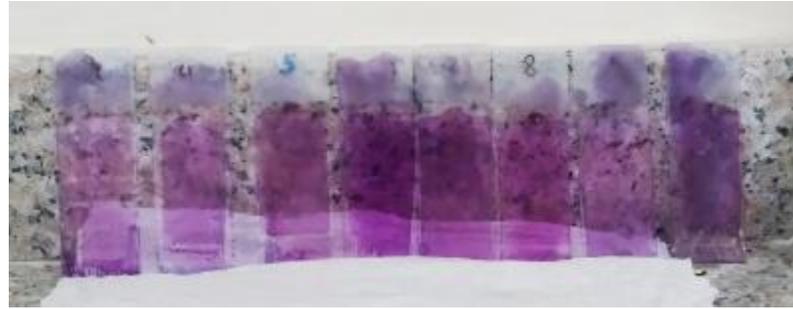
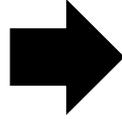


MATERIALES Y MÉTODOS

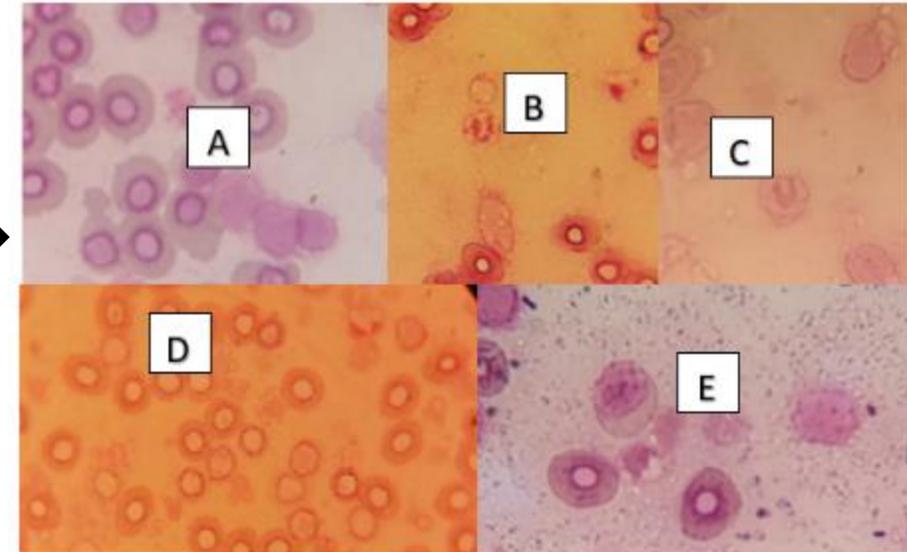
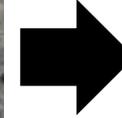
Recuento leucocitario



Frotis sanguíneo

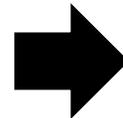


Placas teñidas con la solución Wrigh



A) Linfocito, B) Neutrófilo, C) Monocito, D) Eosinófilo y E) Basófilo

Evaluación de cortes histológicos



Análisis estadístico



Tabla 1

Promedio \pm desviación estándar del peso, longitud total, parcial y ancho de *Oncorhynchus mykiss* suplementados con 4 dietas a base de *Morinda citrifolia* Linn

Tiempo (días)	% Noni	Peso (g)	Largo Total (cm)	Largo Parcial (cm)	Ancho (cm)
0	0	3,12 \pm 0,27	6,51 \pm 0,19	5,58 \pm 0,08	1,36 \pm 0,06
	2,5	3,31 \pm 0,09	6,64 \pm 0,07	5,74 \pm 0,13	1,41 \pm 0,03
	5	3,07 \pm 0,16	6,46 \pm 0,12	5,52 \pm 0,10	1,29 \pm 0,13
	7,5	3,08 \pm 0,27	6,48 \pm 0,18	5,53 \pm 0,10	1,31 \pm 0,04
10	0	6,38 \pm 0,46	8,27 \pm 0,19	7,25 \pm 0,14	1,56 \pm 0,05
	2,5	6,50 \pm 0,21	8,33 \pm 0,09	7,32 \pm 0,10	1,57 \pm 0,01
	5	6,40 \pm 0,35	8,28 \pm 0,15	7,30 \pm 0,15	1,62 \pm 0,03
	7,5	6,13 \pm 0,15	8,17 \pm 0,07	7,19 \pm 0,06	1,57 \pm 0,01
20	0	8,32 \pm 0,09	9,04 \pm 0,04	8,01 \pm 0,03	1,73 \pm 0,02
	2,5	8,07 \pm 0,31	8,96 \pm 0,11	7,94 \pm 0,11	1,73 \pm 0,05
	5	8,14 \pm 0,22	8,99 \pm 0,08	7,98 \pm 0,08	1,99 \pm 0,48
	7,5	8,12 \pm 0,21	8,98 \pm 0,08	7,93 \pm 0,10	1,70 \pm 0,03
30	0	9,37 \pm 0,15	9,41 \pm 0,06	8,36 \pm 0,09	1,78 \pm 0,05
	2,5	9,21 \pm 0,35	9,36 \pm 0,12	8,35 \pm 0,12	1,75 \pm 0,03
	5	9,23 \pm 0,23	9,37 \pm 0,08	8,36 \pm 0,08	1,84 \pm 0,21
	7,5	9,10 \pm 0,23	9,32 \pm 0,08	8,28 \pm 0,06	1,74 \pm 0,02
40	0	14,18 \pm 0,43	10,78 \pm 0,10	9,74 \pm 0,14	2,04 \pm 0,07
	2,5	14,03 \pm 0,62	10,77 \pm 0,16	9,72 \pm 0,14	1,91 \pm 0,11
	5	14,16 \pm 0,66	10,79 \pm 0,17	9,78 \pm 0,19	2,00 \pm 0,04
	7,5	13,55 \pm 0,79	10,64 \pm 0,21	9,44 \pm 0,41	1,95 \pm 0,05
50	0	17,10 \pm 0,97	11,48 \pm 0,23	10,24 \pm 0,24	2,14 \pm 0,06
	2,5	16,66 \pm 1,09	11,39 \pm 0,26	10,33 \pm 0,20	2,08 \pm 0,02
	5	17,19 \pm 0,94	11,52 \pm 0,21	10,37 \pm 0,22	2,12 \pm 0,04
	7,5	15,94 \pm 0,64	11,24 \pm 0,15	10,20 \pm 0,13	2,08 \pm 0,04
60	0	20,51 \pm 0,96	12,20 \pm 0,20	11,06 \pm 0,17	2,29 \pm 0,08
	2,5	20,08 \pm 1,96	12,10 \pm 0,40	10,95 \pm 0,28	2,28 \pm 0,05
	5	20,06 \pm 1,51	12,12 \pm 0,30	10,78 \pm 0,37	2,27 \pm 0,04
	7,5	19,43 \pm 1,19	12,00 \pm 0,24	10,84 \pm 0,25	2,24 \pm 0,02

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros morfométricos

Morinda citrifolia Linn posee propiedades organolépticas poco agradables

58%

Ácido octanoico

19%

hexanoico

(Farine et al., 1996; Pino et al., 2010; Rivera et al., 2012)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2

Promedio \pm desviación estándar de la ganancia del peso, tasa de crecimiento específico e índice de condición corporal de *Oncorhynchus mykiss* suplementados con 4 dietas a base de *Morinda citrifolia* Linn

Tiempo (días)	% Noni	Ganancia de peso (g/día)	TCE (%)	ICC
10	0	0,33 \pm 0,06	7,19 \pm 1,29	1,12 \pm 0,00
	2,5	0,32 \pm 0,12	6,80 \pm 0,37	1,12 \pm 0,00
	5	0,33 \pm 0,05	7,49 \pm 0,92	1,12 \pm 0,00
	7,5	0,33 \pm 0,03	7,00 \pm 0,85	1,12 \pm 0,00
20	0	0,20 \pm 0,04	2,69 \pm 0,60	1,12 \pm 0,00
	2,5	0,16 \pm 0,02	2,21 \pm 0,28	1,12 \pm 0,00
	5	0,18 \pm 0,03	2,47 \pm 0,42	1,12 \pm 0,00
	7,5	0,20 \pm 0,02	2,85 \pm 0,35	1,12 \pm 0,00
30	0	0,11 \pm 0,01	1,23 \pm 0,11	1,12 \pm 0,00
	2,5	0,11 \pm 0,02	1,33 \pm 0,20	1,12 \pm 0,00
	5	0,11 \pm 0,00	1,26 \pm 0,02	1,12 \pm 0,00
	7,5	0,10 \pm 0,01	1,15 \pm 0,07	1,12 \pm 0,00
40	0	0,48 \pm 0,05	4,03 \pm 0,29	1,12 \pm 0,00
	2,5	0,48 \pm 0,06	4,17 \pm 0,43	1,12 \pm 0,00
	5	0,49 \pm 0,04	4,19 \pm 0,26	1,12 \pm 0,00
	7,5	0,45 \pm 0,09	3,95 \pm 0,68	1,12 \pm 0,00
50	0	0,29 \pm 0,12	1,88 \pm 0,70	1,12 \pm 0,00
	2,5	0,26 \pm 0,07	1,69 \pm 0,38	1,12 \pm 0,00
	5	0,30 \pm 0,06	1,97 \pm 0,38	1,12 \pm 0,00
	7,5	0,24 \pm 0,02	1,64 \pm 0,19	1,12 \pm 0,00
60	0	0,34 \pm 0,04	1,84 \pm 0,21	1,12 \pm 0,00
	2,5	0,34 \pm 0,08	1,78 \pm 0,32	1,12 \pm 0,00
	5	0,29 \pm 0,07	1,51 \pm 0,20	1,12 \pm 0,00
	7,5	0,35 \pm 0,35	1,94 \pm 0,22	1,12 \pm 0,00

Parámetros productivos

Presencia de erosiones cutáneas severas muy profundas afectado por *flavobacterium* (A y C), lesiones cutáneas caracterizadas por despigmentación o manchas de color gris (C), se observa estructuras fúngicas en la aleta caudal, además de pérdida y erosión de aleta anal afectada por saprolegnia (B).

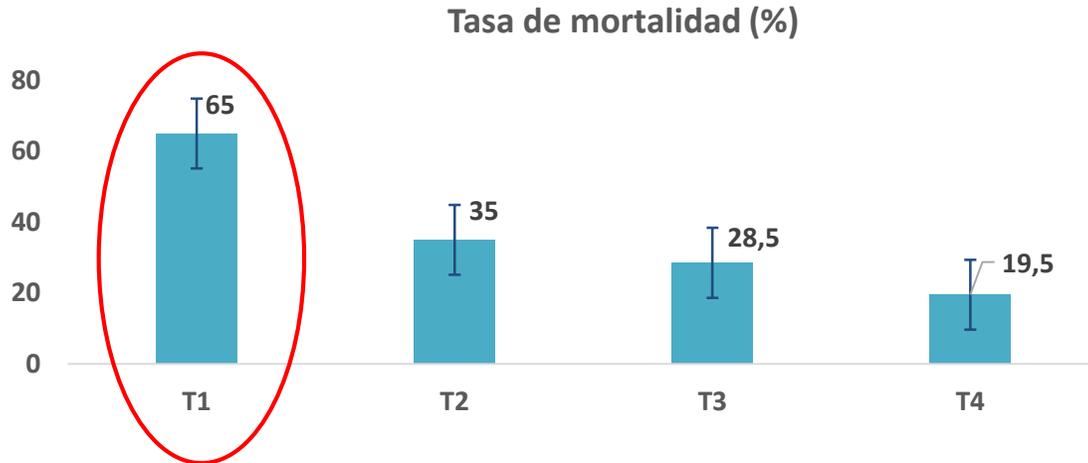


(Sandoval et al., 2014; Nilsen et al., 2011)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 1.

Tasa de mortalidad acumulada (%) de *Oncorhynchus mykiss* para los distintos tratamientos al culminar la experimentación



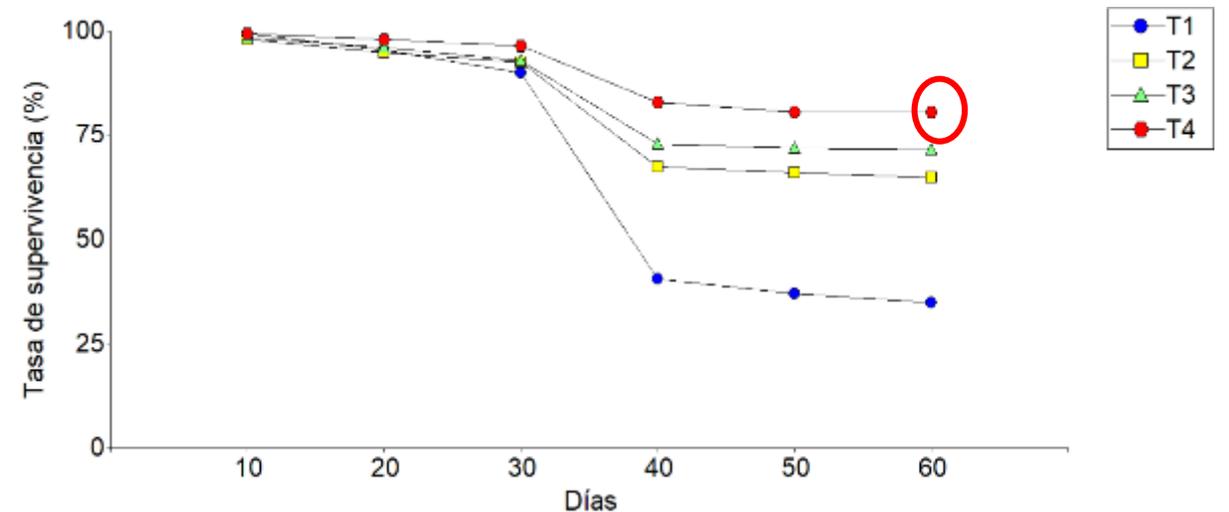
Compuestos fenólicos que posee, como: flavonoides, los cuales tienen características antioxidantes, antibióticas y antiinflamatorias que asisten al sistema inmune (Hong et al., 2019; Serafini et al., 2011)

Palu et al. (2008), mostro una tasa de supervivencia de 91.67% tras haber suministrado 9g. Kg-1 de *Morinda citrifolia* Linn en la dieta de *Oreochromis niloticus*.

Parámetros productivos

Figura 2.

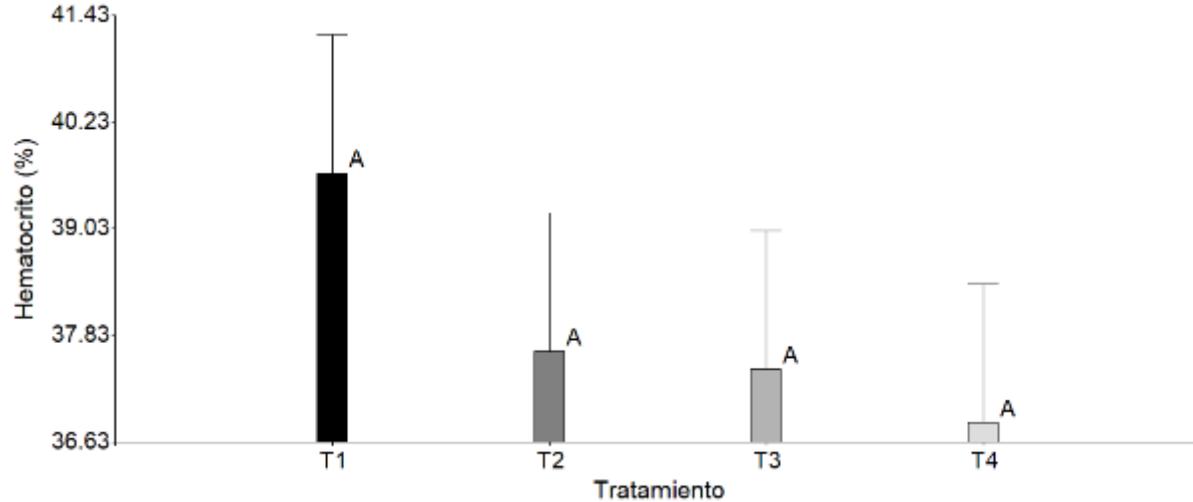
Comportamiento de la tasa de supervivencia (%) de *Oncorhynchus mykiss* suplementados con 4 dietas a base de *Morinda citrifolia* Linn a través del tiempo



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 3

Promedio \pm desviación estándar del porcentaje de hematocrito de *Oncorhynchus mykiss* suplementados con 4 dietas a base de *Morinda citrifolia* Linn



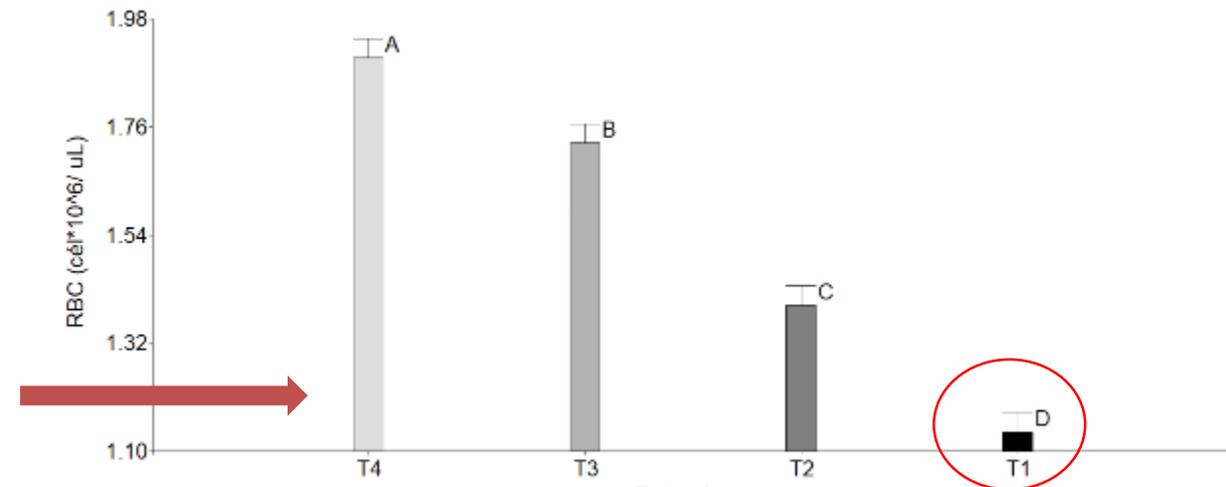
Morinda citrifolia Linn posee polifenoles, vitaminas C y E que posee el noni, tienen actividad antioxidante fortaleciendo a los eritrocitos en situaciones de estrés oxidativo

Parámetros hematológicos

Estudios previos en *Oncorhynchus mykiss* mostraron que no hay diferencias significativas con la inclusión de extractos de plantas medicinales, manifestando valores del porcentaje de hematocrito de 38,66 en relación con el control con un porcentaje de 36% (Haghighi et al., 2014).

Figura 4

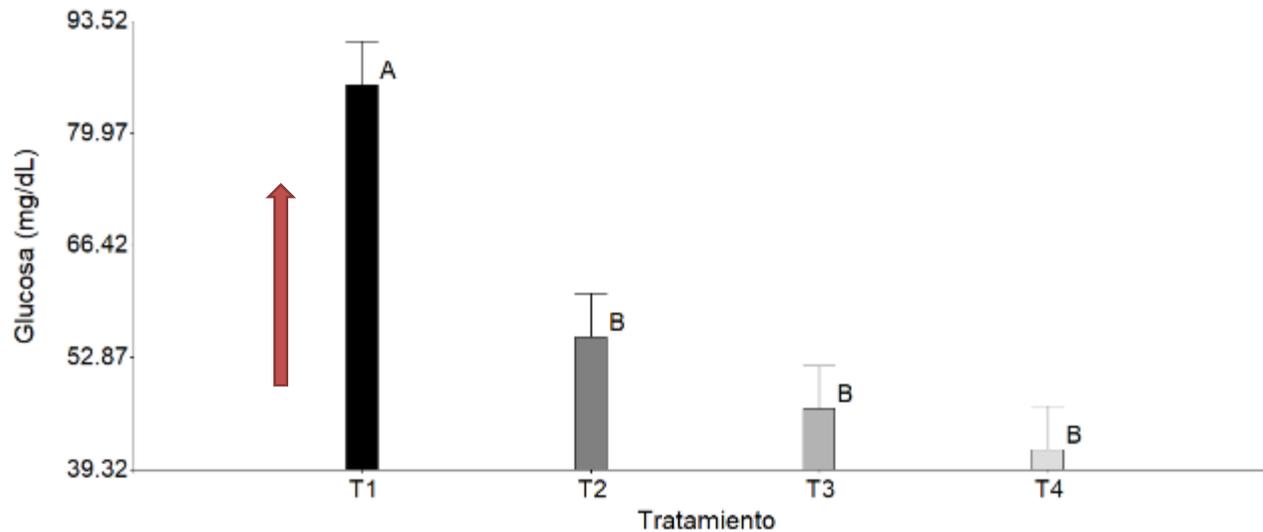
Promedio \pm desviación estándar del RBC de *Oncorhynchus mykiss* suplementados con 4 dietas a base de *Morinda citrifolia* Linn



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 5

Promedio \pm desviación estándar de la glucosa de *Oncorhynchus mykiss* suplementados con 4 dietas a base de *Morinda citrifolia* Linn tras 60 días de evaluación



Parámetros hematológicos

La glucosa es un indicador metabólico como respuesta secundaria del estrés, los niveles de glucosa aumentan, liberando las reservas de glúcidos en corto tiempo.

(Barandica & Tort, 2008).

Por lo tanto, se puede afirmar que *Morinda citrifolia* Linn contiene antioxidantes con la capacidad de reducir niveles de estrés oxidativo.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros hematológicos

Tabla 3

Promedio \pm desviación estándar de la proteína, albúmina y globulina g. dL-1 de *Oncorhynchus mykiss* suplementados con 4 dietas a base de *Morinda citrifolia* Linn

Tratamiento	n	Proteína g. dL-1	Albúmina g. dL-1	Globulina g. dL-1
T1	20	2,21 \pm 0,78 b	0,95 \pm 0,39 b	1,26 \pm 0,78 a
T2	20	2,68 \pm 0,56 ab	1,26 \pm 0,78 a	1,42 \pm 0,64 a
T3	20	2,69 \pm 0,59 ab	1,16 \pm 0,21 ab	1,53 \pm 0,57 a
T4	20	2,77 \pm 0,43 a	1,22 \pm 0,18 a	1,56 \pm 0,43 a

Estudios anteriores coinciden con los valores obtenidos en la investigación, al evaluar en *Oncorhynchus mykiss* extractos de plantas medicinales incrementan los valores totales de proteína sérica 4,45 g. dL-1 en relación con el tratamiento control (4,03 g. dL-1) (Haghighi et al., 2014)



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros hematológicos

Tabla 4

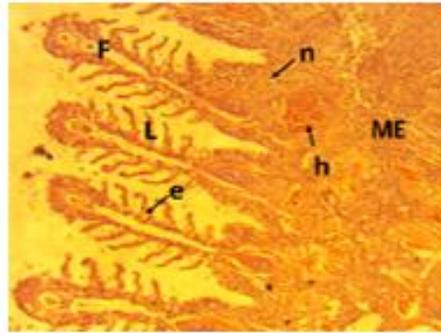
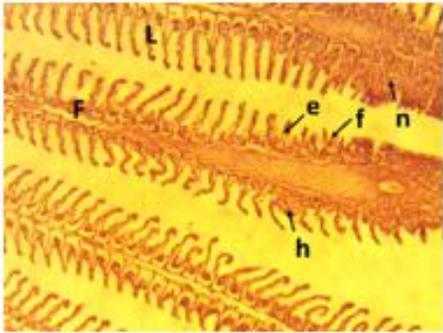
Promedio \pm desviación estándar de la WBC, linfocitos, neutrófilos, monocitos, eosinófilos y basófilos de *Oncorhynchus mykiss* suplementados con 4 dietas a base de *Morinda citrifolia* Linn $n=20$

Variables (cél x 10 ⁴ . μ L ⁻¹)	WBC	Linfocitos	Neutrófilos	Monocitos	Eosinófilos	Basófilos
Tratamiento						
0% de noni	3,05 \pm 0,68 c	2,83 \pm 0,064 b	0,13 \pm 0,08 b	0,06 \pm 0,05 c	0,03 \pm 0,04	0,21 \pm 0,95
2,5% de noni	4,80 \pm 0,88 b	4,39 \pm 0,79 a	0,26 \pm 0,11 b	0,11 \pm 0,07 bc	0,02 \pm 0,03	0,02 \pm 0,07
5% de noni	5,18 \pm 1,18 ab	4,55 \pm 0,97 a	0,40 \pm 0,25 a	0,20 \pm 0,25 ab	0,03 \pm 0,04	0,002 \pm 0,01
7,5% de noni	5,73 \pm 0,88 a	4,95 \pm 0,81 a	0,45 \pm 0,15 a	0,30 \pm 0,17 a	0,03 \pm 0,03	0,01 \pm 0,01

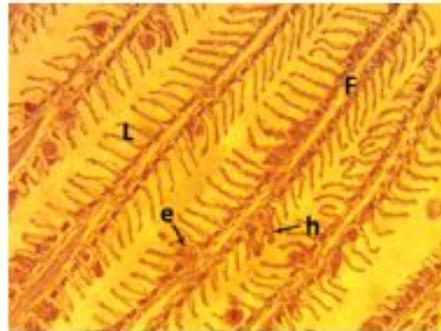
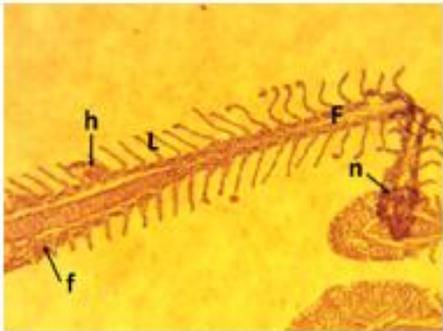
Morinda citrifolia Linn tiene la capacidad de activar el receptor cannabinoide 2 (CB2) de los alevines, este receptor se localiza principalmente en las células del sistema inmune de los peces y se encuentra ligado en el control de la neuroinflamación a través de las células T y monocitos (Palazuelos et al., 2008).

Varios compuestos fenólicos que posee *Morinda citrifolia* Linn como la quercetina, rutina, cafeína, el ácido elágico, gálico, rosmarínico, y clorogénico, son antioxidantes NOX, es decir, altamente potentes (Jeyaprakash et al., 2020).

T1 (40X)

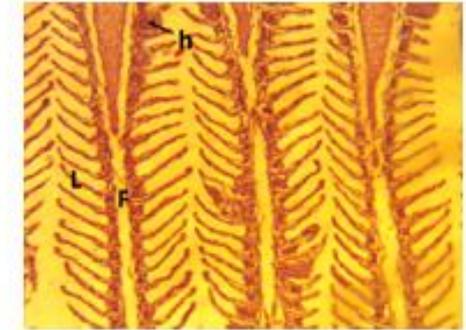
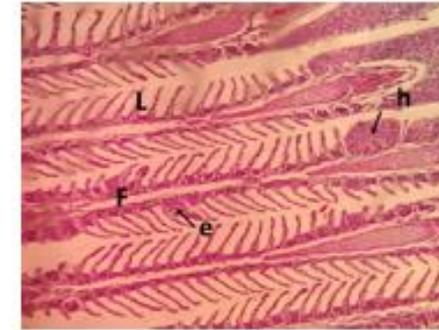


T2 (40X)

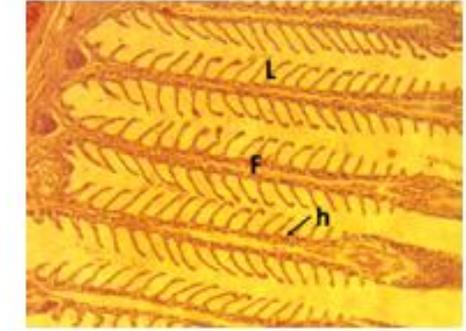
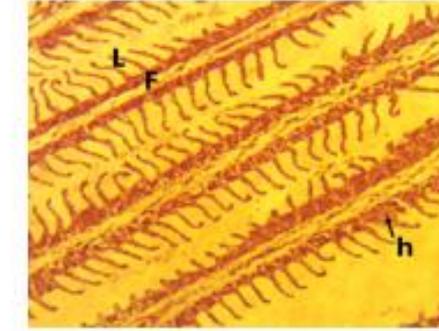


Histología branquial

T3 (40X)



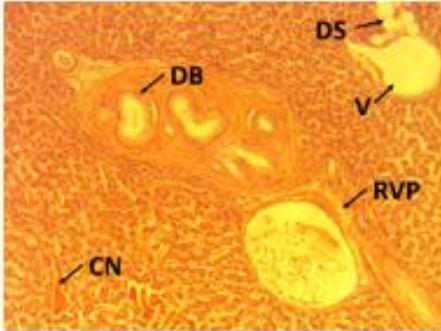
T4 (40X)



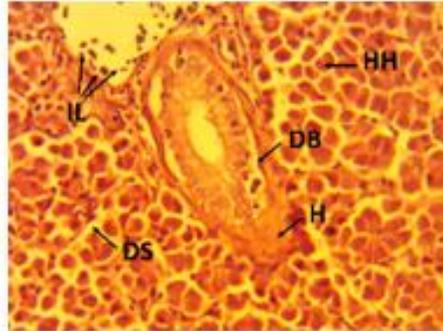
Nota. Lamelas (L), filamentos (F), hiperplasia (h), edemas (e), necrosis (n), fusión lamelar (f).

El efecto protector que posee *Morinda citrifolia* Linn contra el estrés oxidativo se encuentra inducido por los compuestos bioquímicos como flavonoides y vitaminas, las cuales son de gran importancia para contrarrestar los radicales libres que provocan diversas alteraciones (Singh, 2012).

T1 (40X)

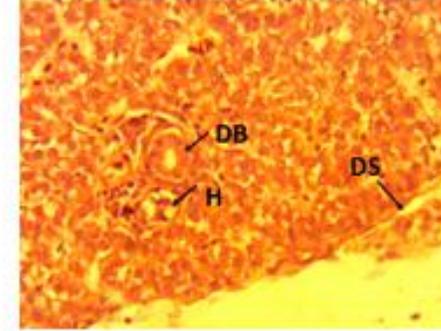


(100X)

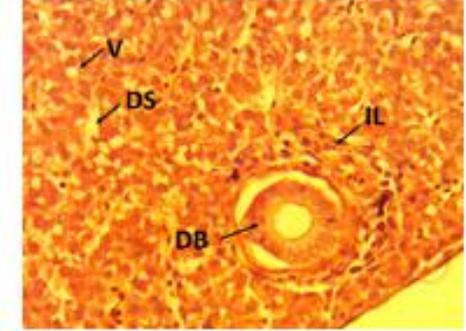


Histología hepática

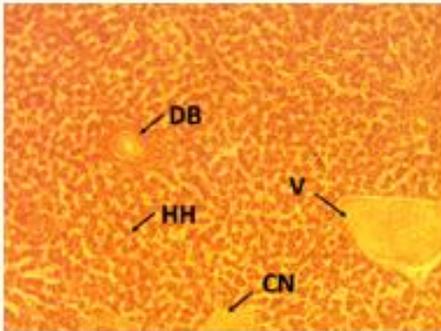
T3 (100X)



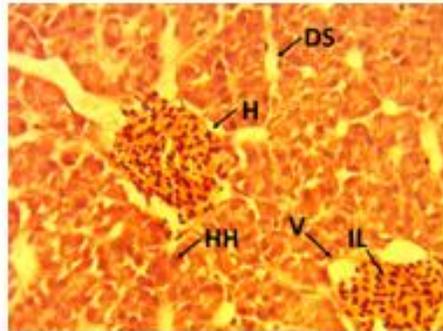
(100X)



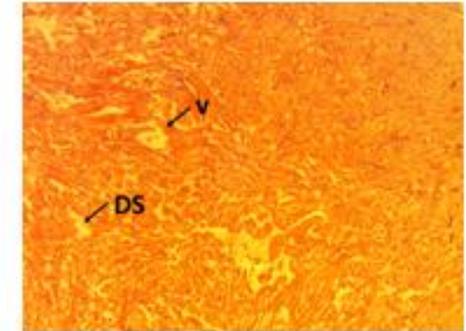
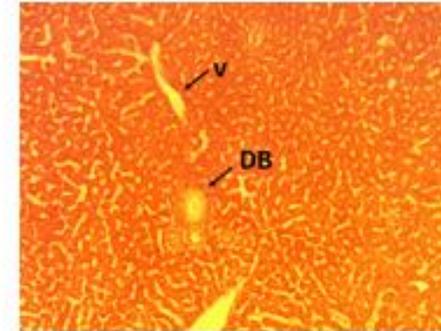
T2 (40X)



(100X)



T4 (40X)



Nota. Ducto biliar (DB), ramas de la vena porta (RVP), vacuolización (V), dilatación sinusoidal (DS), cambios necróticos (CN), infiltración de leucocitos (IL), hipertrofia de hepatocitos (HH), hemorragia (H).

Morinda citrifolia Linn posee cumarinas y flavonoides como rutina y quercetina (Singh, 2012)

Que intervienen en la expresión de citoquinas antiinflamatorias en los tejidos del hígado, debido a que son capaces de regular la inflamación y de proteger el tejido afectado

CONCLUSIONES

- No existe diferencias significativas en los parámetros morfométricos y productivos tratados con los distintos niveles de inclusión de *Morinda citrifolia* Linn en etapas de alevinaje de *Oncorhynchus mykiss* teniendo un peso corporal promedio de 20,02 g y una ganancia de peso promedio de 0.33 g. día⁻¹, sin embargo, la tasa de supervivencia de los alevines tratados con 7,5 % de *Morinda citrifolia* Linn fue de 89,67%.
- *Morinda citrifolia* Linn tienen un efecto positivo en el estado sanitario de *Oncorhynchus mykiss* mejora la concentración de células circulantes y contenido de proteínas séricas, fortaleciendo el sistema inmune de los peces, de tal modo que reduce la tasa de mortalidad durante la fase experimental. La concentración de células circulantes presentó una mejora con la inclusión de 7,5 % de *Morinda citrifolia* Linn de 42,83% de linfocitos, 71,11% de neutrófilos y 80% basófilos en relación con el control.
- El efecto protector que posee *Morinda citrifolia* Linn, está dado por los compuestos bioquímicos como: polifenoles, flavonoides, fenoles y vitaminas que posee, debido a que tiene la capacidad de restaurar tejidos hepáticos y respiratorios en condiciones de estrés oxidativo, así también, la expresión de citoquinas antiinflamatorias en tejidos, regulando la inflamación y protegiendo al tejido afectado.

RECOMENDACIONES

- Evaluar otro método de conservación para *Morinda citrifolia* Linn, con el propósito de evitar el aglutinamiento acelerado de las muestras.
- Valorar la suplementación de *Morinda citrifolia* Linn en especímenes reproductores de *Oncorhynchus mykiss* con la finalidad de elevar la inmunidad y reducir la transmisión vertical de enfermedades.
- Evaluar el efecto de concentraciones superiores a 7,5 % de *Morinda citrifolia* Linn en dietas de *Oncorhynchus mykiss* para determinar la calidad del sistema inmune bajo condiciones de estrés controlado.
- Realizar ensayos sobre la actividad de las enzimas digestivas y antioxidantes de *Oncorhynchus mykiss*, suplementados con la inclusión de *Morinda citrifolia* Linn en dietas de alevines.
- Realizar estudios especializados de inmunología como la detección de citoquinas, inmunoglobulinas, etc., presentes en alevines de *Oncorhynchus mykiss*, tras la inclusión de *Morinda citrifolia* Linn en las dietas alimenticias.

AGRADECIMIENTOS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Grupo de Investigación en Recursos
Bioacuáticos y Acuicultura



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA