



# UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA

Efecto de la suplementación con postbióticos de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en gallinas de postura en etapa productiva

## TESIS

Para optar el título profesional de Médico Veterinario

## AUTOR

Aliaga Benites, Sergio André

(ORCID: 0009-0000-9525-6129)

## ASESORA

Mg. M.V. Seijas Chávez, Carmen

(ORCID: 0000-0003-0417-4932)

**Lima, Perú**

**2023**

## **Metadatos complementarios**

### **Datos de autor(a)**

Aliaga Benites, Sergio André

Tipo de documento de identidad del AUTOR: D.N.I.

Número de documento de identidad del AUTOR: 70346248

### **Datos de asesor(a)**

Seijas Chávez, Carmen

Tipo de documento de identidad del ASESOR: DNI

Número de documento de identidad del ASESOR: 07739626

### **Datos del jurado**

**PRESIDENTE:** Pauta Gálvez, Mario Martin

**DNI:** 45868433

**ORCID:** 0000-0001-6388-2061

**MIEMBRO:** Sialer Garcia, Maria Mercedes

**DNI:** 10140530

**ORCID:** 0000-0003-2328-1135

**MIEMBRO:** Torres Saavedra, Gabriela Cristina

**DNI:** 71235075

**ORCID:** 0000-0002-2195-2532

### **Datos de la investigación:**

Campo del conocimiento OCDE: 4.03.01

Código del Programa: 841016

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Sergio André Aliaga Benites, con código de estudiante N° 201320983, con (DNI o Carné de Extranjería<sup>1</sup>) N° 70346248, con domicilio en Av. San Borja Norte 1166, distrito San Borja, provincia San Borja y departamento de Lima, Lima.

En mi condición de bachiller en Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Biológicas, declaro bajo juramento que:

(El/la) presente (tesis/ trabajo de suficiencia profesional/ proyecto de investigación)

titulado: "Efecto de la suplementación con postbióticos de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en gallinas de postura en etapa productiva"

es de mi única autoría, bajo el asesoramiento del docente Carmen Seijas Chávez, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc; (el/la) cual ha sido sometido (a) al antiplagio Turnitin y tiene el 11 % de similitud final.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el(la) (tesis/ trabajo de suficiencia profesional/ proyecto de investigación), el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumo responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratifico plenamente que el contenido íntegro del(la) (tesis/ trabajo de suficiencia profesional/ proyecto de investigación) es de mi conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumo toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en el(la) (tesis/ trabajo de suficiencia profesional/ proyecto de investigación) y soy consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, me someto a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 11 de abril de 2024




Sergio André Aliaga Benites

(Nombre completo y Firma)

(N° DNI o Carné de Extranjería) 70346248

<sup>1</sup> Se debe colocar la opción que corresponda, realizar lo mismo en todo el texto del documento.



Mg. Mario Martín Pauta Gálvez  
Jefe Unidad Grados y Títulos  
FCB

# Efecto de la suplementación con postbióticos de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en gallinas de postura en etapa productiva

## INFORME DE ORIGINALIDAD

**11** %

INDICE DE SIMILITUD

**10** %

FUENTES DE INTERNET

**2** %

PUBLICACIONES

**2** %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>2</b>	<b>up-rid.up.ac.pa</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>www.engormix.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Ricardo Palma</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1</b> %
<b>5</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>6</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<b>bmeditores.mx</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>www.researchgate.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %

9	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	< 1%
10	<a href="http://doku.pub">doku.pub</a> Fuente de Internet	< 1%
11	<a href="http://aprenderly.com">aprenderly.com</a> Fuente de Internet	< 1%
12	<a href="http://revistas.uned.es">revistas.uned.es</a> Fuente de Internet	< 1%
13	<a href="http://fveter.unr.edu.ar">fveter.unr.edu.ar</a> Fuente de Internet	< 1%
14	<a href="http://ciencia.lasalle.edu.co">ciencia.lasalle.edu.co</a> Fuente de Internet	< 1%
15	Submitted to Unidad Central Del Valle Trabajo del estudiante	< 1%
16	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	< 1%
17	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec">repositorio.espe.edu.ec</a> Fuente de Internet	< 1%
18	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	< 1%
19	<a href="http://silo.tips">silo.tips</a> Fuente de Internet	< 1%
20	<a href="http://www.bmeditores.mx">www.bmeditores.mx</a> Fuente de Internet	< 1%

21	<a href="http://sedici.unlp.edu.ar">sedici.unlp.edu.ar</a> Fuente de Internet	< 1%
22	<a href="http://www.scielo.org.ve">www.scielo.org.ve</a> Fuente de Internet	< 1%
23	Monika Proszkowiec-Weglarz. "Gastrointestinal anatomy and physiology", Elsevier BV, 2022 Publicación	< 1%
24	<a href="http://www.fao.org">www.fao.org</a> Fuente de Internet	< 1%
25	<a href="http://www.feednavigator.com">www.feednavigator.com</a> Fuente de Internet	< 1%
26	<a href="http://oa.upm.es">oa.upm.es</a> Fuente de Internet	< 1%
27	<a href="http://patents.google.com">patents.google.com</a> Fuente de Internet	< 1%
28	<a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a> Fuente de Internet	< 1%
29	<a href="http://dokumen.pub">dokumen.pub</a> Fuente de Internet	< 1%
30	<a href="http://pdffox.com">pdffox.com</a> Fuente de Internet	< 1%
31	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1%

32	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	< 1%
33	<a href="http://digibug.ugr.es">digibug.ugr.es</a> Fuente de Internet	< 1%
34	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	< 1%
35	<a href="http://livrosdeamor.com.br">livrosdeamor.com.br</a> Fuente de Internet	< 1%
36	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	< 1%
37	<a href="http://ri-ng.uaq.mx">ri-ng.uaq.mx</a> Fuente de Internet	< 1%
38	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	< 1%
39	<a href="http://orcid.org">orcid.org</a> Fuente de Internet	< 1%
40	<a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1%
41	<a href="http://www.cancer.gov">www.cancer.gov</a> Fuente de Internet	< 1%
42	<a href="http://www.doccity.com">www.doccity.com</a> Fuente de Internet	< 1%
43	<a href="http://www.jove.com">www.jove.com</a>	

<1%

44

Submitted to Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador

Trabajo del estudiante

<1%

45

Mohammad ALI Jafari, Shahabodin Gharahveysi. "Canola processing effects on the intestine, blood, and kidney of broiler breeder hens", Revista MVZ Córdoba, 2020

Publicación

<1%

46

Submitted to Universidad Internacional Isabel I de Castilla

Trabajo del estudiante

<1%

47

[dspace.esPOCH.edu.ec](https://dspace.esPOCH.edu.ec)

Fuente de Internet

<1%

48

[myslide.es](https://myslide.es)

Fuente de Internet

<1%

49

[repositorio.upica.edu.pe](https://repositorio.upica.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

50

[www.wvj.science-line.com](https://www.wvj.science-line.com)

Fuente de Internet

<1%

51

Yeong-Hun Kang, Jae-Eun Hyun, Cheol-Yong Hwang. " The number of mitochondrial mutations as a genetic feature for hair cycle arrest (alopecia X) in Pomeranian dogs ", Veterinary Dermatology, 2022

<1%



**52** [archive.org](https://archive.org)  
Fuente de Internet **<1%**

---

**53** [askelterveyteen.com](https://askelterveyteen.com)  
Fuente de Internet **<1%**

---

**54** [cdigital.uv.mx](https://cdigital.uv.mx)  
Fuente de Internet **<1%**

---

**55** [educapes.capes.gov.br](https://educapes.capes.gov.br)  
Fuente de Internet **<1%**

---

**56** Submitted to Universidad Politécnica Estatal  
de Carchi **<1%**  
Trabajo del estudiante

---

**57** [blog.revistasochmedep.cl](https://blog.revistasochmedep.cl)  
Fuente de Internet **<1%**

---

**58** [repodigital.unrc.edu.ar](https://repodigital.unrc.edu.ar)  
Fuente de Internet **<1%**

---

**59** [repositorio.uesiglo21.edu.ar](https://repositorio.uesiglo21.edu.ar)  
Fuente de Internet **<1%**

---

**60** [repositorio.unheval.edu.pe](https://repositorio.unheval.edu.pe)  
Fuente de Internet **<1%**

---

**61** [repositorio.unica.edu.pe](https://repositorio.unica.edu.pe)  
Fuente de Internet **<1%**

---

**62** [www.cjascience.com](https://www.cjascience.com)  
Fuente de Internet **<1%**

---

63	<a href="http://www.dspace.unitru.edu.pe">www.dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
64	<a href="http://www.etsia.upm.es">www.etsia.upm.es</a> Fuente de Internet	<1%
65	<a href="http://www.produccionanimal.com">www.produccionanimal.com</a> Fuente de Internet	<1%
66	<a href="http://www.theinsightpartners.com">www.theinsightpartners.com</a> Fuente de Internet	<1%
67	Paulo Ricardo De Sá da Costa Leite, Nadja Susana Mogyca Leandro, José Henrique Stringhini, Heloisa Helena De Carvalho Mello et al. "DIGESTIBLE LYSINE LEVELS FOR GROWER PHASE BROWN EGG LAYERS", Science And Animal Health, 2019 Publicación	<1%
68	<a href="http://bibliotecadigital.udea.edu.co">bibliotecadigital.udea.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%
69	<a href="http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx">cienciaspecuarias.inifap.gob.mx</a> Fuente de Internet	<1%
70	<a href="http://cjascience.com">cjascience.com</a> Fuente de Internet	<1%
71	<a href="http://eprints.ucm.es">eprints.ucm.es</a> Fuente de Internet	<1%
72	<a href="http://espanol.libretexts.org">espanol.libretexts.org</a> Fuente de Internet	<1%

73	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	< 1%
74	<a href="http://lookformedical.com">lookformedical.com</a> Fuente de Internet	< 1%
75	<a href="http://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1%
76	<a href="http://repositorio.upch.edu.pe">repositorio.upch.edu.pe</a> Fuente de Internet	< 1%
77	<a href="http://www.ciget.pinar.cu">www.ciget.pinar.cu</a> Fuente de Internet	< 1%
78	<a href="http://www.couponsforfree.us">www.couponsforfree.us</a> Fuente de Internet	< 1%
79	<a href="http://www.grafiati.com">www.grafiati.com</a> Fuente de Internet	< 1%
80	<a href="http://zagan.unizar.es">zagan.unizar.es</a> Fuente de Internet	< 1%
81	<a href="http://aaroncottrell.com">aaroncottrell.com</a> Fuente de Internet	< 1%
82	<a href="http://actualidadganadera.com">actualidadganadera.com</a> Fuente de Internet	< 1%
83	<a href="http://ddd.uab.cat">ddd.uab.cat</a> Fuente de Internet	< 1%
84	<a href="http://eprints.uanl.mx">eprints.uanl.mx</a> Fuente de Internet	< 1%

85	<a href="http://krokdozdrowia.com">krokdozdrowia.com</a>	Fuente de Internet	< 1%
86	<a href="http://ouci.dntb.gov.ua">ouci.dntb.gov.ua</a>	Fuente de Internet	< 1%
87	<a href="http://pt.slideshare.net">pt.slideshare.net</a>	Fuente de Internet	< 1%
88	<a href="http://repositorio.itesm.mx">repositorio.itesm.mx</a>	Fuente de Internet	< 1%
89	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a>	Fuente de Internet	< 1%
90	<a href="http://repositorio.unal.edu.co">repositorio.unal.edu.co</a>	Fuente de Internet	< 1%
91	<a href="http://repositorio.upse.edu.ec">repositorio.upse.edu.ec</a>	Fuente de Internet	< 1%
92	<a href="http://repository.ucc.edu.co">repository.ucc.edu.co</a>	Fuente de Internet	< 1%
93	<a href="http://worldwidescience.org">worldwidescience.org</a>	Fuente de Internet	< 1%
94	<a href="http://www.alltech.com">www.alltech.com</a>	Fuente de Internet	< 1%
95	<a href="http://www.jourlib.org">www.jourlib.org</a>	Fuente de Internet	< 1%
96	<a href="http://www.kosfaj.org">www.kosfaj.org</a>	Fuente de Internet	< 1%

97

[www.saludymedicina.com.mx](http://www.saludymedicina.com.mx)

Fuente de Internet

< 1%

98

[www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)

Fuente de Internet

< 1%

99

[www.uco.es](http://www.uco.es)

Fuente de Internet

< 1%

100

CESAR MOLINA POVEDA. "Evaluación de varias fuentes de proteína vegetal en dietas para camarón *Litopenaeus vannamei*", Universitat Politecnica de Valencia, 2016

Publicación

< 1%

101

[www.animalsciencejournal.usamv.ro](http://www.animalsciencejournal.usamv.ro)

Fuente de Internet

< 1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

## **DEDICATORIA**

**A mi madre, Tania Benites, y a mi padre Gerónimo Aliaga:** Por todo ese amor, tiempo y dedicación avocada en mi crianza; siempre llevaré sus ecos en mi corazón hasta mi último día, y todos los éxitos que logre cosechar en esta vida serán gracias a ustedes. Tienen mi gratitud infinita.

**A mi familia sanguínea:** Aquellos puntuales integrantes que sí asistieron mis pasos por genuino afecto y desinterés, y que sirvieron de modelo positivo mientras crecía. Como ustedes lo hicieron, seguiré esforzándome por ser la inspiración de los que vienen después.

**A mis docentes:** Aquellos maestros de distintas materias y con verdadera vocación de enseñanza, que me guiaron desde mis primeros años de escuela hasta los últimos años de universidad. Espero poder convertirme, algún día, en uno de ustedes.

**A la familia que YO elegí:** Compañeros de vida (bípedos y cuadrúpedos) que me acompañaron durante este sendero compartiendo conmigo, de corazón, mis risas y lágrimas. Estoy muy agradecido de que se hayan cruzado nuestros caminos.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A los doctores César Taipe Sotelo, César Taipe Medina, y a Jorge Montero:** Por la oportunidad de poder llevar a cabo la presente investigación.

**Al Ing. Estuardo Jara Benites, Ing. Jaime Sabana, a Jerry Zhou, y al equipo de trabajo de la avícola J.B.:** Por todo el apoyo brindado durante la etapa de experimentación.

**A mi asesora, la doctora Carmen Seijas:** Por su buena disposición, paciencia y compromiso con el desarrollo de la tesis.

**A los doctores Hernán Málaga y Hugo Samamé,** por la asistencia externa en las etapas iniciales, para el diseño de la investigación.

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	3
I. RESUMEN.....	8
II. ABSTRACT.....	9
III. INTRODUCCIÓN.....	10
3.1. Justificación de la investigación:.....	11
3.1.1 Teórica.....	11
3.1.2 Metodológica.....	12
3.1.3 Práctica.....	12
3.2. Planteamiento del problema:.....	13
3.3. Objetivos.....	14
3.3.1 Objetivo general.....	14
3.3.2 Objetivos específicos.....	14
IV. MARCO TEÓRICO.....	16
4.1. Gallinas de postura.....	16
4.1.1 Gallinas de postura “Hy-line Brown”.....	16
4.2. Sistema reproductor de las aves hembras.....	17
4.2.1 Formación del huevo en gallinas de postura.....	17
4.3. Sistema gastrointestinal de las aves.....	20
4.3.1 Fisiología de la digestión.....	20
4.3.2 Anatomía intestinal.....	22
4.3.3 Absorción intestinal de nutrientes.....	24



4.3.4 Microbiota intestinal .....	28
4.3.5 Función de barrera.....	28
4.4. Aditivos alimenticios.....	29
4.4.1 Ácidos orgánicos .....	29
4.4.2 Aceites esenciales.....	29
4.4.3 Prebióticos.....	30
4.4.4 Probióticos.....	31
4.4.5 Simbióticos.....	31
4.4.6 Postbióticos .....	32
4.5. Parámetros productivos .....	36
4.5.1 Tasa de postura.....	36
4.5.2 Fragilidad de la cáscara .....	37
4.5.3 Peso del huevo.....	37
4.5.4 Factores que afectan los parámetros productivos:.....	38
V. ANTECEDENTES .....	41
VI. HIPÓTESIS .....	44
VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
7.1. Lugar de ejecución .....	46
7.2. Tipo y diseño de la investigación.....	46
7.3. Variables.....	46
7.3.1 Variable Independiente .....	47
7.3.2 Variable dependiente.....	47

7.4. Operacionalización de las variables .....	47
7.5. Población.....	49
7.6. Muestreo.....	49
7.7. Procedimientos y análisis de datos.....	50
7.8. Aspecto ético (consentimiento informado) .....	51
VIII. RESULTADOS .....	52
8.1. Tasa de postura.....	52
8.2. Fragilidad de la cáscara .....	62
8.3. Peso del huevo.....	72
IX. DISCUSIÓN.....	82
X. CONCLUSIONES.....	88
XI. RECOMENDACIONES .....	90
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	91
XIII. ANEXOS.....	101
13.1. Anexo 1: Consentimiento informado.....	101
13.2. Anexo 2: Formato de evaluación semanal de producción e indicadores de calidad de huevo: Peso promedio y tasa de huevos con cáscara quebrada. ....	102
13.3. Anexo 3: Programa de vacunación .....	102
13.4. Anexo 4: Peso inicial de las aves del grupo control .....	103
13.5. Anexo 5: Peso inicial de las aves del grupo 1.....	104
13.6. Anexo 6: Peso inicial de las aves del grupo 2.....	105
13.7. Anexo 7: Prueba de homogeneidad de varianzas para el peso de las aves .....	106

- 13.8. Anexo 8: Parámetros productivos evaluados en la semana inicial del tratamiento  
106
- 13.9. Anexo 9: Prueba de homogeneidad de varianzas para la tasa de postura..... 106
- 13.10. Anexo 10: Prueba de homogeneidad de varianzas para la fragilidad de la cáscara  
107
- 13.11. Anexo 11: Prueba de homogeneidad de varianzas para el peso del huevo..... 107
- 13.12. Anexo 12: Parámetros productivos evaluados a la 1° semana post tratamiento  
107
- 13.13. Anexo 13: Parámetros productivos evaluados a la 2° semana post tratamiento  
107
- 13.14. Anexo 14: Parámetros productivos evaluados a la 3° semana post tratamiento  
108
- 13.15. Anexo 15: Parámetros productivos evaluados a la 4° semana post tratamiento  
108
- 13.16. Anexo 16: Parámetros productivos evaluados a la 5° semana post tratamiento  
109
- 13.17. Anexo 17: Parámetros productivos evaluados a la 6° semana post tratamiento  
109
- 13.18. Anexo 18: Parámetros productivos evaluados a la 7° semana post tratamiento  
109
- 13.19. Anexo 19: Parámetros productivos evaluados a la 8° semana post tratamiento  
110

- 13.20. Anexo 20: Parámetros productivos evaluados a la 9° semana post tratamiento  
110
- 13.21. Anexo 21: Parámetros productivos evaluados a la 10° semana post tratamiento  
110
- 13.22. Anexo 22: Parámetros productivos evaluados a la 11° semana post tratamiento  
111
- 13.23. Anexo 23: Parámetros productivos evaluados a la 12° semana post tratamiento  
111
- 13.24. Anexo 24: Parámetros productivos evaluados a la 13° semana post tratamiento  
111
- 13.25. Anexo 25: Parámetros productivos evaluados a la 14° semana post tratamiento  
112
- 13.26. Anexo 26: Parámetros productivos evaluados a la 15° semana post tratamiento  
112
- 13.27. Anexo 27: Parámetros productivos evaluados en la 16° semana post tratamiento  
112
- 13.28. Anexo 28: Gráfico del tracto reproductivo de las gallinas y formación del huevo  
113

## I. RESUMEN

El objetivo de la tesis fue determinar el efecto de suplementar el alimento con postbiótico de levadura *Saccharomyces cerevisiae* sobre los parámetros productivos de gallinas de postura en etapa productiva. En este diseño experimental se evaluaron 1152 gallinas de postura Hy-line Brown, de 52 semanas de edad, en una granja de la Avícola J.B. S.A.C. en Trujillo, Perú. Se distribuyó aleatoriamente la población en 3 grupos de 384 aves, con 3 repeticiones de 128 gallinas por grupo. La suplementación fue administrada en el alimento: El grupo 1 recibió 0.1%, el grupo 2 recibió 0,075%, y el control no recibió suplementación. Las dimensiones estudiadas fueron la tasa de postura, peso promedio del huevo, y fragilidad de cáscara durante 16 semanas. Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza (ANOVA) y el test de Duncan para encontrar diferencias significativas. Respecto a la tasa de postura, no hubo diferencia significativa entre los grupos ( $p>0,05$ ); sobre la fragilidad de cáscara, se demostró un efecto positivo ( $p<0,05$ ) en la tasa de cáscara quebrada de los grupos 1 y 2 frente al control en las 7°, 11°, 13°, 14°, 15° y 16° semanas de suplementación; respecto al peso promedio del huevo, en los grupos 1 y 2 aumentó significativamente ( $p<0,05$ ) frente al control luego de 5 y 6 semanas de suplementación respectivamente. Se concluye que la adición de postbiótico de levadura en la dieta tiene efecto positivo sobre parámetros de peso promedio del huevo y fragilidad de cáscara en gallinas en etapa productiva.

**Palabras clave:** Postbiótico, levadura, *Saccharomyces cerevisiae*, gallinas de postura, parámetros productivos, integridad intestinal

## II. ABSTRACT

The objective of the thesis was to determinate the effect of supplementation with yeast postbiotic *Saccharomyces cerevisiae* over the productive parameters in laying hens in their laying phase. In this experimental design, 1152 Hy-line Brown laying hens with 52 weeks old were evaluated, in a farm from “Avícola J.B. S.A.C.”, located in Trujillo, Peru. The population were distributed randomly in 3 groups of 384 birds, with 3 repetitions of 128 hens each group. The supplementation was administered in feed: Group 1 received 0.1%; Group 2 received 0.075%; And Control received no supplementation. The studied dimensions were the egg laying rate, egg average weight, and egg shell fragility during 16 weeks post treatment. The obtained data was submitted to analysis of variance (ANOVA) and Duncan test to find significative differences. According to the laying rate, there was no significant difference between the groups. ( $p>0,05$ ); over de shell fragility, a positive effect ( $p<0,05$ ) of the egg shell breaking rate from group 1 and 2 was shown compared to the control group during the 7th, 11th, 13th, 14th, 15th, 16th weeks post treatment; according to the egg average weight, groups 1 and 2 increase signifiabile ( $p<0,05$ ) in comparison with the control group since the 5th and 6th weeks of supplementation respectively. It is concluded that the addition of yeast postbiotic in feed has a positive effect over the egg average weight and egg shell fragility parameters in laying hens in their laying phase.

**Key words:** Postbiotic, yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, laying hens, productive parameters, intestinal integrity.

### III. INTRODUCCIÓN

La presentación de un producto libre de patógenos perjudiciales para el ser humano en los productos de origen animal es uno de los principios más importantes que se persiguen en la industria de alimentos, con la finalidad de garantizar la inocuidad y seguridad alimentaria para la población mundial. Asimismo, en el sector pecuario, tal y como ocurre con cualquier otro negocio, se busca alcanzar la mayor rentabilidad posible: Esto significa maximizar los ingresos (mejor rendimiento de la carcasa, mayor producción de huevos, mayor producción de leche, etc.) mientras se limitan los gastos (mejor conversión alimenticia, reducir el uso de fármacos, etc.).

Para alcanzar estos objetivos, ha sido inevitable el uso de medicamentos antimicrobianos, tanto profilácticos, metafilácticos y antibióticos promotores de crecimiento (APC); así como terapéuticos, para el tratamiento de cuadros agudos y crónicos de enfermedades que, de otro modo, serían causa de mortalidad de los animales y/o reducción de la productividad de los mismos (Swayne et al., 2019). Además de los APC, existen diferentes aditivos en el alimento que actúan reduciendo la carga microbiana y/o que contribuyen a mejorar las defensas naturales de los animales. Tenemos en esta categoría, por ejemplo, a los ácidos orgánicos: Según Khan e Iqbal (2015) se ha encontrado que tienen actividad antimicrobiana similar a los antibióticos; además, Broom (2015) afirma que tiene efectos adicionales mejorando la morfología intestinal en la avicultura, e incluso la regulación de la expresión de genes de virulencia bacteriana. Los aceites esenciales son otros aditivos utilizados en el rubro pecuario, cuyas propiedades

conocidas involucran la mejora de la producción de secreciones digestivas, estimulación de la circulación sanguínea, propiedades antioxidantes, entre otras (Brenes & Roura, 2010). Algunos de los aceites utilizados incluyen laurel, orégano, cáscara de naranja y anís. (Çabuk et al., 2014) han demostrado que, utilizados de manera individual o en conjunto, mejora la conversión alimenticia de pollos de engorde.

Además de los mencionados anteriormente, existen otros aditivos con una acción más directa sobre el intestino de los animales, y su microbiota: Los prebióticos, que incluyen diferentes nutrientes, como pectinas, celulosa, y xilano, que favorecen el desarrollo de varios microorganismos benéficos que habitan de forma natural en la mucosa intestinal; los probióticos, que incluyen microorganismos vivos con eficacia comprobada sobre la modulación intestinal, debido a la exclusión competitiva de los microorganismos perjudiciales (Markowiak & Ślizewska, 2018); los simbióticos, siendo una combinación de prebióticos y probióticos (Salminen et al., 2021); y los postbióticos.

### **3.1. Justificación de la investigación:**

#### **3.1.1 Teórica**

Los efectos positivos que poseen los cultivos de levadura sobre la integridad intestinal, modulación de la microbiota, y el sistema inmune han sido ampliamente estudiados y comprobados en evaluaciones *in vivo* en múltiples especies a lo largo de los años (Mahdy et



al., 2022; Sánchez et al., 2021; Swiaętkiewicz et al., 2014). La presente investigación tiene como finalidad corroborar el efecto del postbiótico de levadura, a través de los mecanismos mencionados en las líneas anteriores, sobre los parámetros productivos de tasa de postura, fragilidad de la cáscara y peso del huevo, en aves de postura comercial en etapa productiva.

### 3.1.2 Metodológica

La investigación a través del instrumento adecuado para la variable de un método de estudio experimental válido y confiable con la debida ética en la recolección de datos, y su posterior procesamiento usando el programa estadístico IBM SPSS Statistics, será de utilidad para profundizar futuras investigaciones respecto al tema.

### 3.1.3 Práctica

La investigación permitirá a los médicos veterinarios, y demás profesionales involucrados en la producción de aves, poner en práctica el uso de postbióticos como suplemento en la alimentación de aves de postura, con el objetivo de promover la salud intestinal y la inmunidad para obtener una mejor producción y calidad de la cáscara; contribuyendo de esta forma a garantizar la seguridad alimentaria que se requiere ante el progresivo crecimiento demográfico humano.

### **3.2. Planteamiento del problema:**

Las aves están expuestas con frecuencia a diferentes desafíos sanitarios de manera persistente; debido a la expansible tendencia de restricción de los APC, se hace imprescindible encontrar alternativas que permitan mantener una producción rentable y segura. Ante este problema, una estrategia importante que ha tomado la luz, y se ha convertido en uno de los nuevos objetivos en el sector pecuario, es la utilización de aditivos en el alimento que permitan reforzar la salud intestinal.

Preservar la salud intestinal es determinante para la productividad y sanidad de los animales, puesto que permite no sólo aprovechar los nutrientes de forma efectiva, consiguiendo una mejor conversión alimenticia; sino que también permite potenciar la respuesta ante desafíos sanitarios y/o condiciones de estrés, consiguiendo un incremento en el desempeño productivo, y reduciendo los gastos por tratamiento de enfermedades. Esto no es diferente en el sector avícola (Khan & Iqbal, 2015).

Una nueva tecnología para los aditivos en el alimento que fomentan la salud intestinal son los postbióticos. Su concepto y alcance fueron determinados en el 2019, y su composición principal son microorganismos inanimados, y/o sus componentes y metabolitos, que producen efectos positivos estudiados y comprobados en el hospedador tales como: modular la microbiota benéfica residente, mejoramiento de la función epitelial de barrera, y la modulación de la respuesta inmunológica local y sistémica (Salminen et al., 2021).

Con las afirmaciones anteriormente expuestas, surge el planteamiento de la siguiente pregunta:  
¿Cuál es el efecto de la suplementación con postbiótico de levadura *Saccharomyces cerevisiae* sobre los parámetros productivos en gallinas de postura en etapa productiva?

### **3.3. Objetivos**

#### **3.3.1 Objetivo general**

Determinar el efecto de la suplementación en el alimento con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), sobre parámetros productivos en gallinas de postura en etapa productiva.

#### **3.3.2 Objetivos específicos**

3.3.2.1 Demostrar que la suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento durante 16 semanas, a razón de 0.075% y 0.1%, tiene un efecto positivo sobre la tasa de postura, en gallinas de postura en etapa productiva.

3.3.2.2 Comprobar que la suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento durante 16 semanas, a razón de 0.075% y 0.1%, tiene

un efecto positivo sobre la fragilidad de la cáscara del huevo en gallinas de postura en etapa productiva.

- 3.3.2.3 Verificar que la suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento durante 16 semanas, a razón de 0.075% y 0.1%, tiene un efecto positivo sobre el peso del huevo en gallinas de postura en etapa productiva.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Gallinas de postura

Durante las décadas más recientes se han ido desarrollando razas avícolas de alto rendimiento para fines comerciales, con la finalidad de satisfacer gran demanda de alimentos de origen animal en el mundo. Aunque pertenecen también a la subespecie *Gallus gallus domesticus*, y cuentan con la misma fisiología, las líneas genéticas de gallinas de postura han sido criadas y seleccionadas específicamente para desempeñarse mejor en la producción de huevos (mayor tasa de postura, mayor persistencia de puesta), y necesitan un manejo sanitario y nutricional muy específico para poder alcanzar su potencial genético; asimismo, están distribuidas y son accesibles para a lo largo del mundo; siendo utilizadas por la mayoría de compañías grandes. Las gallinas de postura comerciales son capaces de poner más de 300 huevos por año. (FAO, 2022).

#### 4.1.1 Gallinas de postura “Hy-line Brown”

La Hy-Line Brown es una línea genética de gallinas ponedora de huevo marrón. Produce más de 467 huevos color marrón oscuro hasta las 100 semanas. Es conocida por ofrecer un buen pico de producción, y comenzar a poner desde edades tempranas manteniendo un óptimo tamaño del huevo (Hy-Line, 2022).

## **4.2. Sistema reproductor de las aves hembras**

El sistema reproductivo aviar tiene una gran peculiaridad: Solamente el ovario y oviducto izquierdo se desarrollan en órganos funcionales en la mayoría de las aves, incluyendo las gallinas (Scanes & Dridi, 2021).

### 4.2.1 Formación del huevo en gallinas de postura

El tiempo que toma la formación del huevo durante su trayecto por el oviducto es de aproximadamente 24 a 28 horas, contando desde la ovulación hasta la ovoposición (Hy-Line, 2017). Toda esta secuencia es controlada por el ciclo diario de esteroides y las hormonas pituitarias (Scanes & Dridi, 2021).

#### 4.2.1.4 Ovario

En las gallinas de postura, los ovarios contienen folículos de diversos tamaños y etapas de desarrollo. El más desarrollado y el primero en ovular es el folículo más grande (F1). Posterior a ello, los folículos más inmaduros son incrementados una posición más arriba en la jerarquía, y uno de los folículos del grupo de 6 a 8 mm es reclutado en el grupo preovulatorio. Cada 24 o 25 horas, uno de los folículos más amarillos de 6 a 8 mm entra en una etapa de crecimiento acelerado hasta alcanzar los 36 a 40 mm (Scanes & Dridi, 2021). Minutos después de la ovoposición, cuando el folículo completa su ciclo de maduración, éste se rompe, liberando el

óvulo en el oviducto y dando paso a la ovulación. La yema ya no es sometida a una etapa posterior de desarrollo durante la ovulación (Hy-Line, 2017).

#### 4.2.1.5 Infundíbulo

La secreción de la membrana vitelina y sus elementos toma lugar en el infundíbulo (Scanes & Dridi, 2021). La función más importante de este tramo es capturar la yema en el instante de la ovulación. Luego se secreta la primera capa de albúmina gruesa alrededor de la yema, y también son añadidos los precursores de la chalaza. Esta última es producto de los filamentos de albúmina que se situaron en los polos del huevo, y cuya función es la de estabilizar la yema y fijarla en el centro del huevo. El huevo es mantenido aquí solamente entre 15 a 30 antes de continuar a la siguiente sección del oviducto (Hy-Line, 2017; Scanes & Dridi, 2021).

#### 4.2.1.6 Magnum

La secreción del resto de albúmina toma lugar en el mágnium (Scanes & Dridi, 2021). Esta es la sección más grande del oviducto, donde la “clara de huevo” es añadida a la yema. Esta porción de albúmina que rodea la yema está conformada por 4 capas diferenciadas: Albúmina delgada o acuosa (con sus capas externa e interna) y la albúmina gruesa o semisólida, cuya proporción es mayor (con capas externas e interna) (Hy-Line, 2017).

#### 4.2.1.7 Istmo

El istmo es una región corta del oviducto, con solamente 8 centímetros en las gallinas (Scanes & Dridi, 2021). Aquí es donde las membranas de la cáscara (interior y exterior) son secretadas, y rodean la albúmina. En la porción distal del istmo también se añaden a la cáscara estructuras especializadas llamadas cuerpos mamilares: Estas estructuras son importantes en la calcificación de la cáscara, y son formadas por la mineralización de las fibras en las membranas exteriores de la cáscara del huevo (Hy-Line, 2017; Scanes & Dridi, 2021).

#### 4.2.1.8 Útero

La mineralización de la cáscara ocurre en el lumen del útero. Cuando el óvulo sale del istmo, las membranas de la cáscara aún permanecen faltas de consistencia y con arrugas. Es entonces cuando, mediante un procedimiento llamado “estructuración” (cuya duración puede tomar entre 19 y 20 horas), la albúmina se hidrata a través de las membranas de la cáscara, duplicando su tamaño; y la cáscara misma se compacta debido a la mineralización de la forma ionizada del calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) en el fluido, tomando así la forma definitiva del huevo. Cuando concluye la calcificación, la cutícula es añadida en la superficie de la cáscara en la hora final previa a la ovoposición, para proteger el huevo de invasiones microbianas (Hy-Line, 2017; Scanes & Dridi, 2021).

Se necesitan de 2 a 2.5 gramos de calcio por huevo: Dos tercios se toman aproximadamente de la dieta, mientras que lo restante es movilizad desde los huesos (necesaria finalmente por la desincronización de la ingesta de alimentos y la formación nocturna del huevo); no obstante,



mientras mayor sea la cantidad de calcio disponible y asimilado correctamente en el intestino durante la noche, menor será la movilización ósea (Scanes & Dridi, 2021).

#### 4.2.1.9 Vagina

La vagina carece de función alguna en el desarrollo del huevo. El huevo es mantenido en la vagina hasta que el ave realiza la ovoposición, y se abre hacia el urodeum en la cloaca (Hy-Line, 2017; Scanes & Dridi, 2021).

### 4.3. Sistema gastrointestinal de las aves

#### 4.3.1 Fisiología de la digestión

##### 4.3.1.1 Boca

Las glándulas salivales producen una secreción mucosa utilizada para lubricar el alimento y permitir su tránsito al esófago (Scanes & Dridi, 2021). El volumen de saliva secretada en el género *Gallus* oscila entre 7 a 25 ml (Leasure & Link, 1940).

##### 4.3.1.2 Esófago y buche

El esófago no posee demasiada importancia en la digestión química, puesto que sólo produce una secreción mucosa para continuar con el trabajo de la saliva y transportar el alimento hacia

el buche. La función principal del buche en las gallinas es la de almacenar alimento, y es particularmente útil en escenarios donde el alimento es limitado; mas no es esencial para el crecimiento normal de las aves (Scanes & Dridi, 2021).

#### 4.3.1.3 Estómago

En el proventrículo, o estómago glandular, podemos encontrar células oxínticas, responsables de la secreción de pepsinógeno y ácido clorhídrico (HCl). El pepsinógeno se convierte en pepsina por la influencia del ácido, o del resto de pepsina presente en la mucosa gástrica. Hay 3 fases en la secreción gástrica: La fase cefálica, donde la secreción es causada por el estímulo del alimento (visual, olfatorio) o por la expectativa de alimento, se caracteriza por un incremento del ion  $H^+$  y pepsina; la fase gástrica está condicionada a distintas hormonas como la gastrina, que estimula la producción de ácido y pepsinógeno; y la fase intestinal incluye hormonas como la colecistoquinina (que estimulan la producción de ácido, la contracción de la vesícula biliar, la secreción de enzimas pancreáticas, e inhibe el vaciamiento gástrico) y la secretina, que estimula tanto la producción de ácido y pepsina, como de bicarbonato del páncreas. El proventrículo posee un pH de 4.8 en las gallinas (Scanes & Dridi, 2021).

La molleja, o estómago muscular, realiza la digestión mecánica de los alimentos, y es el sitio de proteólisis gástrica. Posee un pH de 2.5 a 4.74 y una cutícula llamada capa córnea o koilina, que es secretada por las glándulas de la mucosa; su función es la de proteger la molleja del

ácido y de las enzimas proteolíticas del proventrículo, y de lesiones causadas por moler alimentos de relativa dureza (Scanes & Dridi, 2021).

#### 4.3.1.4 Intestino

La digestión intestinal incluye tanto la luminal como la del borde en cepillo. Esta última contiene sacarasa-isomaltasa, peptidasas y fosfatasas. La amilasa es producida por el páncreas e intestino, y su principal sitio de acción es el yeyuno, donde concentra el 80% de su actividad. Estas enzimas intestinales son las que conducen el último paso de la digestión, y permiten la digestión de grasas, proteínas, almidón y sacarosa. El pH en el intestino varía desde 5.7 hasta 6,9, incrementándose a medida que avanza del duodeno hasta la ceca (Scanes & Dridi, 2021).

#### 4.3.1.5 Páncreas y bilis

Las secreciones biliares y pancreáticas ingresan al tracto gastrointestinal cerca de la porción proximal del yeyuno. Las secreciones pancreáticas tienen un pH de 6.4 a 6.8 en gallinas, y contienen enzimas como la amilasa y la tripsina (Scanes & Dridi, 2021)

La bilis es secretada por el hígado, y su función principal es la de emulsificar los lípidos para permitir una mejor digestión con la lipasa. Las sales biliares son fácilmente absorbidas a través de la pared intestinal, lo que permite su reutilización para la digestión de lípidos (Scanes & Dridi, 2021); Hurwitz et al., 1973, citado en (Scanes & Dridi, 2021).

### 4.3.2 Anatomía intestinal

#### 4.3.2.1 Intestino delgado

El intestino delgado está dividido en el duodeno, yeyuno e íleon. Las paredes intestinales poseen 4 capas: Mucosa, submucosa, muscular externa y serosa. A su vez la capa mucosa está compuesta por musculatura de la mucosa (*Muscularis mucosae*), lámina propia, y epitelio. En las especies *Gallus*, la mucosa tiene proyecciones en forma de vellosidades, cuya longitud varía de 1.5mm en el duodeno a 0.6 en el íleon (Scanes & Dridi, 2021). El epitelio intestinal está conformado predominantemente por los enterocitos, en cuya estructura podemos diferenciar dos extremos: El apical, donde encontramos microvellosidades encargadas de la absorción de nutrientes; y el basal, que los mantiene unidos a la mucosa (Scanes & Dridi, 2021). Entre los enterocitos, podemos encontrar las uniones estrechas: Encargadas de regular el paso de nutrientes e impedir el paso de patógenos de la luz intestinal hacia el interior (Scanes & Dridi, 2021).

#### 4.3.2.2 Ciegos

En la unión del íleon y el recto de los pollos se encuentran un par de ciegos. La función principal de los ciegos es ser el sitio de fermentación primaria de los carbohidratos sin digerir en ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que sirven de energía para las células entéricas (Goldstein, 1989; Jamroz et al., 2002; Svihus et al., 2013).

#### 4.3.2.3 Colon y cloaca

El colon, a veces llamado “recto”, y la cloaca tienen una importante función en la reabsorción de agua. Además, a través de la cloaca sirve como una salida común para la excreción de desechos a través de sus 3 compartimientos: coprodeum, urodeum y proctodeum (Scanes & Dridi, 2021).

### 4.3.3 Absorción intestinal de nutrientes

#### 4.3.3.1 Carbohidratos

La absorción de los carbohidratos ocurre con mayor rapidez en el intestino delgado en comparación con los ciegos, pudiendo ocurrir tanto por transporte activo o pasivo. Los azúcares salen de los enterocitos camino al torrente sanguíneo o bien por difusión simple, o bien facilitada por un mecanismo Na-independiente (Scanes & Dridi, 2021). La fermentación microbiana en los ciegos de las aves también es necesaria pues algunas fracciones de carbohidratos, como la fibra de la dieta, no son hidrolizadas por las enzimas gastrointestinales (Józefiak et al., 2004).

#### 4.3.3.2 Aminoácidos y péptidos

La asimilación de los péptidos se lleva a cabo tanto por movimientos paracelulares como por transporte activo, mientras que el de aminoácidos ocurre solo a través de un sistema de

transporte activo secundario. El intestino delgado actúa como el sitio primario de absorción seguido en importancia por los ciegos (Scanes & Dridi, 2021).

#### 4.3.3.3 Ácidos grasos y ácidos biliares

La absorción de ácidos grasos tiene lugar en la porción media distal del yeyuno y, en menor medida, en el íleon (Scanes & Dridi, 2021).

#### 4.3.3.4 Ácidos grasos volátiles

Los ácidos grasos volátiles (AGV) pueden ser absorbidos tanto en el intestino delgado como en los ciegos por transporte pasivo (Sudo & Duke, 1980). En los ciegos, la concentración de AGV como acetato y butirato es alta, y son uno de los subproductos de la descomposición microbiana del ácido úrico (Scanes & Dridi, 2021).

#### 4.3.3.5 Calcio y fósforo

El mayor sitio de absorción del calcio (Ca) y fósforo (P) es la parte superior del yeyuno (van der Klis et al., 1990). El calcio es asimilado a través de la mucosa mediante dos vías: La difusión pasiva paracelular, y el transporte activo transcelular; ambos necesarios para conseguir la retención necesaria de este mineral para la formación de la cáscara (Dimke et al., 2011). En las gallinas de postura, la primera está caracterizada por el movimiento de iones desde el

intestino hasta la sangre siguiendo el gradiente de concentración a través de las uniones estrechas (Dimke et al., 2011); con la participación de las proteínas de las uniones estrechas (1, 2 y 3) claudina (1, 2, 10 y 12), ocludina, y la molécula de adhesión de unión 2 (Gloux et al. 2019). Para el transporte activo, la absorción se lleva a cabo mediante la transferencia de calcio en la membrana luminal, a través de las microvellosidades de los enterocitos, pasando por el interior de los mismos, y su extrusión por la membrana basolateral: La entrada ocurre en los canales epiteliales selectivos de calcio TRPV6 (canal receptor de catión de potencial transitorio, subfamilia V, miembro 6), y se acumula debajo de las microvellosidades, donde es captado por la calbindina 28 kD citosólica, facilitando su difusión a través del citosol hasta el extremo basal, donde se lleva a cabo su extrusión mediante la ATPasa de la membrana plasmática intestinal (ATP2B1), en conjunto con un mecanismo de intercambio  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ , hacia el espacio intersticial (Stafford et al., 2017).

#### 4.3.3.6 Potasio y magnesio

Tanto el potasio como el magnesio son secretados principalmente en el duodeno (también hay cierta secreción en el íleon y el colon) (Scanes & Dridi, 2021). A su vez, el sitio de mayor absorción del potasio y magnesio es la porción proximal del yeyuno (van der Klis et al., 1990).

#### 4.3.3.7 Agua, sodio y cloruro

El agua es absorbida a través de todo el intestino y los ciegos como una respuesta secundaria a la absorción activa de otros nutrientes como el sodio, glucosa y aminoácidos (Scanes & Dridi, 2021). El coprodeum de la cloaca y el colon cumplen un rol importante en la regulación del agua, cloro y sodio en el ave, según la cantidad de sal en la dieta. (Lavery et al., 2006).

#### 4.3.3.8 Vitaminas

Las vitaminas liposolubles (A, E, D K) comparten la mayor parte de procesos y reacciones metabólicas: Fracciones grandes de vitamina A y carotenoides son incorporados en quilomicrones y secretados hacia los vasos linfáticos en el lado basolateral de los enterocitos, al igual que algunos integrantes de la vitamina E (alfa-tocoferol, tocotrienol) (Borel, 2003; Scanes & Dridi, 2021; Schmölz, 2016). La vitamina B6 se absorbe por difusión pasiva, en mayor proporción, en el intestino delgado (Heard & Annison, 1986). El ácido fólico puede ser absorbido durante todo el intestino de las gallinas de postura, siendo la porción proximal del intestino delgado donde se produce la mayor actividad de transporte (Tactacan et al., 2011).

La mayor parte de la vitamina D es asimilada en la primera sección del yeyuno, y luego de su formación en quilomicrones, pasan a los vasos linfáticos (Blanch & Olivé, 2014; Holick, 1995, citado en Blanch & Olivé, 2014). Aunque esta vitamina puede conseguirse de forma endógena al exponerse a los rayos ultravioletas solares del metabolito colesterol 7-dehidrocolesterol, también es obtenida de la dieta de las aves en su forma D3 (colecalciferol) o, menos predominante, D2 (ergocalciferol), presente en insumos vegetales (Fieser y Fieser, 1959, citado en Blanch & Olivé, 2014).



#### 4.3.4 Microbiota intestinal

El tracto gastrointestinal de las aves aloja variadas y complejas comunidades microbianas (bacterias, arqueas, protozoos, hongos y virus), con una influencia predominante de las poblaciones bacterianas (Wei et al., 2013). Esta microbiota tiene un gran impacto en la salud, nutrición, desarrollo y crecimiento de las gallinas; así como en el control de patógenos y microbios extraños por exclusión competitiva, protegiendo la integridad de las vellosidades intestinales; por último, también influye en la estimulación inmunológica y la producción de nutrientes como son aminoácidos, AGCC, y en el metabolismo de compuestos nitrogenados (Clavijo & Flórez, 2018; Rehman et al., 2007; Shang et al., 2018).

#### 4.3.5 Función de barrera

Además de la digestión, secreción y excreción intestinal, las células intestinales también cumplen el papel de formar una barrera física, con la finalidad de separar el espacio exterior con el interior del hospedador. La barrera intestinal previene la entrada de antígenos y microorganismos en el cuerpo, la pérdida de electrolitos y agua, y permite el intercambio de compuestos entre el entorno y el hospedador (Scanes & Dridi, 2021). La barrera intestinal está formada por elementos mecánicos (capa de moco, glicocálix, células epiteliales, y la unión estrecha en los espacios paracelulares), humorales [defensinas e inmunoglobulina A (IgA)], inmunológicos (linfocitos, células inmunes innatas), musculares y neurológicos (Bischoff et al., 2014; Okumura & Takeda, 2017; Scanes & Dridi, 2021).

#### **4.4. Aditivos alimenticios**

##### **4.4.1 Ácidos orgánicos**

Los ácidos orgánicos son compuestos de carbón naturales con propiedades antimicrobianas, utilizados desde hace siglos para controlar el crecimiento de patógenos en los alimentos. Su uso en el rubro pecuario se debe al interés global de reemplazar el uso de los APC para reducir la carga microbiana en los alimentos de los animales. Si bien el pH ácido tiene un efecto perjudicial para los patógenos, es la parte disociada de los ácidos orgánicos la que se considera que contribuye de manera significativa para el efecto antimicrobiano (Broom, 2015).

Entre sus principales ventajas podemos mencionar su inocuidad tanto en los animales que la reciben, como en los consumidores de dichos animales; así como su buena aceptación por el público. Entre las desventajas que posee están su elevado coste, y su eficacia variable dependiendo de la forma de aplicación (Carro & Ranilla, 2002).

##### **4.4.2 Aceites esenciales**

En la actualidad, las plantas aromáticas y sus respectivos extractos están siendo consideradas en el rubro pecuario por sus propiedades como promotores de salud y crecimiento. Es conocido que sus efectos se deben principalmente a los aceites esenciales que poseen, así como de otros metabolitos secundarios. Entre estos efectos podemos citar la mejora de la digestión, la

estimulación de la circulación sanguínea, así propiedades antioxidantes y antibacterianas. También se sugiere que puede mejorar el sistema inmunitario (Brenes & Roura, 2010).

Entre las ventajas más importantes destacan su inocuidad tanto en los animales que reciben el tratamiento, como en los consumidores de dichos animales; así como su buena aceptación por el público. Entre las desventajas podemos mencionar que su obtención requiere procesos costosos y complicados, y puede necesitar de altas dosis para ser efectivo (Carro & Ranilla, 2002).

#### 4.4.3 Prebióticos

Los prebióticos son compuestos que confieren beneficios fisiológicos al hospedador mediante el uso y favorecimiento selectivo de su microbiota benéfica residente, y pueden derivar o no de fibras dietéticas. Entre sus efectos sobre la salud se mencionan la reducción de las infecciones, y mejoras en la salud cardiometabólica, la biodisponibilidad de minerales y el sistema inmune [International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP), 2020]. Son completamente inocuos para los animales del tratamiento y los consumidores efectivo; sin embargo, se limitan solamente a promover la microbiota benéfica, y su eficacia puede variar (Carro & Ranilla, 2002). Algunos de ellos son los mananos y los fructooligosacáridos (Ada et al., 2002)

#### 4.4.4 Probióticos

Los probióticos son microorganismos vivos que confieren beneficios a la salud del hospedador. Estos microorganismos pueden estar presentes en suplementos o alimentos, pero sólo pueden llamarse probióticos a las cepas cuyo efecto está científicamente demostrado. Los beneficios que ofrece incluyen:

- Contribuyen a reducir la incidencia de diarreas asociadas a antibióticos
- Contribuyen a mejorar el sistema digestivo
- Reducen el riesgo de infecciones en los órganos diana (tracto respiratorio, intestinal, etc.)

Son inocuos para animales saludables, y para el consumidor final. Sin embargo, tienen un elevado coste (Carro & Ranilla, 2002), y requieren de un complicado almacenamiento para mantener los microorganismos viables (Salminen et al., 2021).

#### 4.4.5 Simbióticos

Es la unión de un prebiótico con un probiótico (Salminen et al., 2021). Comparten las ventajas e inconvenientes de ambos aditivos.

#### 4.4.6 Postbióticos

Los postbióticos son un elemento relativamente nuevo. Están compuestos de células microbianas inactivadas intencionalmente y/ o sus componentes celulares, que pueden incluir sus metabolitos, y que confieren beneficios comprobados a la salud del huésped. Han empezado a utilizarse desde hace algunos años bajo diferentes denominaciones: Paraprobióticos, metabióticos, “probióticos fantasma”, entre otros. Sin embargo, su definición y alcance se logró consolidar bajo el consenso de la Asociación Internacional de Científicos de Prebióticos y Probióticos (ISAPP) en el año 2019. Entre los efectos demostrados en diversas especies se pueden incluir: modulación de la microbiota benéfica, directamente mediante las moléculas presentes en su composición (ácido láctico, bacteriocinas) con efectos antimicrobianos, e indirectamente al proveer de ácidos grasos de cadena corta a bacterias benéficas, promoviendo su desarrollo; mejoramiento de la función epitelial de la barrera, mediante la reducción de la inflamación, y estimulando la formación de uniones estrechas e incrementando su resistencia trans-epitelial, gracias a los ácidos de cadena corta presentes en algunos postbióticos; y modulando las respuestas inmunológicas locales y sistémicas, cuyos responsables generalmente son las moléculas de patrones asociados a patógenos (PAMPs, en inglés), que interactúan con diferentes receptores de las células inmunológicas (tipo Toll, lectinas tipo C). (Salminen et al., 2021). Los postbióticos pueden provenir de diferentes microorganismos que no necesariamente actúan como probióticos. Se incluyen, por ejemplo, desde células gram positivas como las Bifidobacterias y Lactobacilos, gram negativas como la *Escherichia coli*, y levaduras (Salminen et al., 2021). Aquellos postbióticos provenientes de cultivos de levadura

incluyen una variedad de sustancias biológicamente activas, como son las propias células de levadura, péptidos, vitaminas, aminoácidos, proteínas, ácidos orgánicos, y oligosacáridos. (Jensen et al., 2008, como se citó en (Salminen et al., 2021). Estos cultivos de levaduras y sus metabolitos han demostrado en estudios previos un efecto positivo sobre diversas especies de animales: tanto en aves (mayor tasa de postura, conversión alimenticia, respuesta inmune humoral), porcinos (mejor ganancia de peso, mayor grosor y mayor número de macrófagos en la mucosa intestinal) como rumiantes (mejor producción láctea, mayor, mayor contenido graso en la leche, mejor fermentación y digestibilidad en rumen) (Bontempo et al., 2006; Desnoyers et al., 2009; Yalçin et al., 2010).

Los factores tecnológicos tienen un papel importante en cómo los postbióticos son diferenciados y preparados: La identificación de los microorganismos usados como material del postbiótico; la descripción de los procedimientos o técnicas utilizadas para su inactivación; y la descripción y cuantificación de la composición del producto final (Salminen et al., 2021).

Los beneficios que otorga son los siguientes:

#### 4.4.6.1 Modulación beneficiosa del microbiota

Las moléculas que se hayan presentes en los postbióticos, como el ácido láctico (Sun et al., 2015), y bacteriocinas (Corr et al., 2007), pueden presentar actividad antimicrobiana directa, de acuerdo a estudios *in vivo*. Los postbióticos también pueden participar indirectamente en la

modulación de la microbiota al, por ejemplo, llevar moléculas de percepción de quorum (Grandclément et al., 2016); o transportar ácido láctico que, a su vez puede ser utilizado por la misma microbiota para producir AGCC, con función benéfica sobre bacterias patógenas (Józefiak et al., 2004; Laverde Gomez et al., 2019). Los postbióticos también pueden competir contra los microorganismos que residen por los sitios de adhesión, si conservan las adhesinas (como fimbrias (Tytgat et al., 2016) y lectinas (Petrova et al., 2016) luego del proceso de preparación.

#### 4.4.6.2 Mejora de la función epitelial de barrera

La función de barrera epitelial puede ser incrementada mediante las proteínas secretadas por los postbióticos (Salminen et al., 2021). Así mismo, los AGCC presentes en las preparaciones de los postbióticos tiene la capacidad de producir modificaciones en la función de barrera intestinal para brindar protección contra disrupciones provocadas por lipopolisacáridos (Feng et al., 2018).

#### 4.4.6.3 Modulación de la respuesta inmune local y sistémica

La función inmunomoduladora, tanto a nivel local como sistémico, es debido a la acción ejercida por mecanismos moleculares relacionadas a los microorganismos sobre los patrones de reconocimiento específicos de las propias células inmunes (Lebeer et al., 2010).

#### 4.4.6.4 Modulación de las respuestas metabólicas sistémicas

Los metabolitos o enzimas de los microorganismos de los postbióticos (tanto internas como de la superficie) pueden tener un efecto directo sobre las respuestas metabólicas a nivel sistémico (Salminen et al., 2021).

#### 4.4.6.5 Señalización sistémica vía sistema nervioso

Los microorganismos son capaces de producir diferentes compuestos neuroactivos con acción sobre el propio sistema nervioso entérico, así como del sistema nervioso central, pudiendo de este modo influenciar el comportamiento y las habilidades cognitivas en animales (Caspani & Swann, 2019).

#### 4.4.6.6 Postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)

Los componentes son células de *Saccharomyces cerevisiae* inactivadas y sus fragmentos, así como los metabolitos producidos en su medio de cultivo utilizando tecnologías de fermentación anaeróbica líquida y sólida (ENHALOR, 2020). Estos cultivos de levadura tienen efectos positivos sobre la morfología intestinal, aumentando la longitud de las vellosidades intestinales (Zhang et al., 2023) y mejorando la expresión de genes ocludina y claudina 1, relacionados a la barrera intestinal (Zhang et al., 2020); así como favorecer el desarrollo de microbiota benéfica; mejorar digestibilidad de nutrientes, gracias a una mayor producción de quimotripsina y  $\alpha$ -amilasa (Zhang et al., 2020); y potenciar la función inmunológica local y



sistémica de los animales (Jin et al., 2019); (Jensen et al., 2008). El resultado de todos estos beneficios aplicados se traduce en un mejor rendimiento productivo.

#### 4.5. Parámetros productivos

El procedimiento de registrar los distintos parámetros que se asocian con la producción avícola se ha llevado a cabo en la industria pecuaria con el objetivo de recolectar la mayor cantidad de datos que nos permitan evaluar el desempeño, y tomar mejores decisiones que puedan incrementar la productividad y rentabilidad (Lopera, 2017).

##### 4.5.1 Tasa de postura

$$\% \text{ Postura} = \frac{\text{\# de huevos} \times 100}{\text{Existencia de aves actual}}$$

(Itzá Ortiz & Ciro Galeano, 2020).

La tasa de postura o producción de huevos (%) nos señala la proporción de gallinas que están en producción por cada 100 aves. Es parámetro es el primero en ser solicitado en las gallinas de postura, pues permite comparar el resultado con el objetivo estándar de la línea genética, y

conocer la relación entre el número de aves que están en producción y las que no (Itzá Ortiz & Ciro Galeano, 2020).

#### 4.5.2 Fragilidad de la cáscara

$$\% \text{ Huevos rotos} = \frac{\# \text{ de huevos rotos} \times 100}{\# \text{ de total de huevos}}$$

(Itzá Ortiz & Ciro Galeano, 2020).

La merma es uno de los parámetros de mayor utilización en las granjas de postura. (Itzá Ortiz & Ciro Galeano, 2020).

#### 4.5.3 Peso del huevo

$$\text{Peso de huevo (g)} = \frac{\text{Total del peso (g)}}{\text{Total de huevos recolectados}}$$

(Itzá Ortiz & Ciro Galeano, 2020)

Puesto que los huevos se venden por peso, es de suma importancia conocer el peso de los mismos para calcular las finanzas de la empresa (Itzá Ortiz & Ciro Galeano, 2020).

#### 4.5.4 Factores que afectan los parámetros productivos:

##### 4.5.4.1 Edad de la gallina

El ciclo de una gallina de postura promedio usualmente cubre un promedio de 12 meses, donde producción de huevos comienza cuando las aves alcanzan una edad de 18 – 22 semanas. La tasa de postura luego alcanza su pico más alto (alrededor de 90%) luego de 6 – 8 semanas. Finalmente, la producción comienza a disminuir hasta un 65% luego de 12 meses de postura (Jacob et al., 2021). Asimismo, a mayor edad del ave, el huevo incrementa su tamaño, reduciendo el espesor de la cáscara (Hy-Line, 2017).

##### 4.5.4.2 Nutrición

Las gallinas de postura necesitan una dieta balanceada para poder sostener una producción constante de huevos. Es crucial mantener niveles adecuados de calcio, fósforo y vitamina D para llevar a cabo una correcta formación de los huevos en el oviducto (Hy-Line, 2017). Deficiencias leves a moderadas de estos nutrientes causarán primero problemas en los huesos, y en la calidad de la cáscara; si esta deficiencia se mantiene, continuarán los problemas con la producción de huevos (Hy-Line, 2016). De igual forma, otros micronutrientes como el zinc, magnesio, manganeso, cobre, vitamina K, y algunos aminoácidos también participan en el

transporte de calcio, y en transferirlo a la matriz de los huesos. Inclusive ciertas vitaminas del complejo B (Niacina, B12, Ácido fólico) han sido relacionadas con una mejor calidad de la cáscara (Hy-Line, 2017).

Asimismo, la energía, metionina, ácido linoléico, grasa total, y algunos aminoácidos en la ración pueden afectar directamente el tamaño (y, por ende, el peso) del huevo (Hy-Line, 2018). La relación óptima de metionina a lisina debe estar como mínimo en 47:100, para soportar la masa máxima de huevo (Breghendahl, 2008, citado en Hy-Line, 2018).

#### 4.5.4.3 Estatus sanitario

La mayoría de los signos clínicos agudos o crónicos de las enfermedades van a desencadenar un cuadro de estrés en las aves, reduciendo también el consumo de alimento, y afectando indirectamente la tasa de postura, calidad de la cáscara y el peso del huevo. Algunas patologías tienen un impacto incluso más severo sobre estos parámetros, como la bronquitis infecciosa, la enfermedad de Newcastle y el síndrome de baja postura, pudiendo incluso detener la producción de huevos en algunas aves. (Hy-Line, 2017; Swayne et al., 2019)

#### 4.5.4.4 Errores de manejo

Errores durante la crianza, como dejar a las aves sin alimento u agua por algunas horas, va a repercutir negativamente sobre los parámetros productivos, pudiendo incluso detenerla. De igual forma, el estrés (causado por ruidos, manipulación brusca) un manejo inadecuado de la

luz (en duración o en intensidad), ventilación y temperatura (insuficiente o excesiva) tendrán un impacto negativo sobre los parámetros productivos de la parvada (Jacob et al., 2021; Hy-Line, 2017; Swayne et al., 2019).

## V. ANTECEDENTES

Con la finalidad de afianzar lo planteado por esta investigación, se realizó la búsqueda de estudios previos, tanto en territorio nacional como internacional:

En el Perú, Gonzales Lizana (2020) en su tesis titulada “Uso de metabolitos funcionales bioactivos en dietas de pollos Cobb 500 sobre el comportamiento productivo”, tuvo como objetivo evaluar la suplementación de metabolitos funcionales en el alimento de pollos de línea genética Cobb 500, sobre los parámetros productivos en la fase de crecimiento y acabado. La muestra se conformó por 4 tratamientos de 25 aves de 2 semanas de edad: Un grupo testigo, y 3 grupos con suplementación de 0.1% y 0.12%, 0.15% de metabolitos funcionales bioactivos respectivamente. La duración del proyecto fue de 5 semanas. Los resultados finales señalaron una mejora significativa en la ganancia de peso vivo ( $p < 0.05$ ), así como una mejor conversión alimenticia.

Jiaqi et al. (2017), llevaron a cabo un experimento en la Academia China de Ciencias Agrícolas cuyo propósito fue estudiar el efecto del cultivo de levadura (YC) en el rendimiento productivo, la calidad del huevo, la higiene del huevo, digestibilidad de nutrientes y morfología intestinal de gallinas ponedoras. Se seleccionaron un total de 2 304 gallinas ponedoras Lohman brown de 210 días de edad y se dividieron aleatoriamente en 4 grupos con 3 repeticiones en cada grupo, con 192 gallinas ponedoras en cada repetición. Todos los grupos recibieron una dieta basal de harina de maíz y soja. Los grupos experimentales (grupo YC0.2,

grupo YC0.4 y grupo YC0.6) recibieron suplementación con 0,2%, 0,4% y 0,6% de cultivo de levadura, y el control (grupo YC0) no recibió suplemento alguno. El período de prueba es de 9 semanas. Los resultados muestran que: En comparación con el grupo de control, el peso promedio del huevo del grupo YC0.4 y el grupo YC0.6 aumentó significativamente ( $P < 0.05$ ), y la tasa de rotura de huevos disminuyó significativamente ( $P < 0.05$ ); en los grupos YC0.2, YC0.4 y YC0.6 la tasa de huevos blandos en los 6 grupos disminuyó significativamente ( $P < 0.05$ ); En comparación con el grupo de control, el grosor de la cáscara de huevo del grupo YC0.6 aumentó significativamente ( $P < 0.05$ ); el valor de brillo del color de la yema de huevo y el color amarillo en los grupos experimentales YC0.2, YC0.4 y YC0.6 aumentó significativamente ( $P < 0.05$ ), y el valor del color amarillo aumentó significativamente ( $P < 0.05$ ); en comparación con el grupo de control, el número de bacterias coliformes en la superficie de la cáscara del huevo de los grupos YC0.2, YC0.4 y YC0.6 fue significativamente menor ( $P < 0.05$ ); la digestibilidad aparente de proteína cruda, energía y materia seca en el grupo YC0.6 aumentó significativamente ( $P < 0.05$ ). No hubo diferencia significativa en el número cecal de *Escherichia. Coli*, pero si una tendencia a disminuir según aumentaba la dosis del suplemento; y, comparado con el grupo control, el alto de las vellosidades intestinales de los grupos YC0.2 y YC0.4 fueron significativamente mayor ( $P < 0.05$ ).

En el (Hui et al., 2016) realizaron en la Jiangsu Huiyu Feed Technology Co., Ltd. un experimento cuyo objetivo fue estudiar el efecto de suplementar cultivo de levadura en el alimento de gallinas ponedoras sobre el rendimiento productivo y la calidad del huevo. Se seleccionaron 20,400 gallinas ponedoras de capa marrón Hy-line, de 380 días de edad,

distribuidas aleatoriamente en dos grupos (Tratamiento 1 y Control), con 10 repeticiones por tratamiento, 1 020 aves por repetición. El Tratamiento 1 fue suplementado con 0,2% de cultivo de levadura, y la dieta basal para ambos grupos fue de tipo harina de maíz-soja. Se tomaron los datos de conversión alimento a huevo, peso promedio del huevo, y la tasa de mortalidad de la parvada. El período experimental fue de 35 días. Los resultados de la prueba mostraron que, en comparación con el grupo de control, agregar 0.2% de cultivo de levadura a la dieta, puede reducir la proporción de alimento a huevo de las gallinas ponedoras en un 1.8% en el período experimental; la tasa de huevos rotos y la tasa de mortalidad se pueden reducir en un 48,7 % y un 20,6 % ( $p < 0.1$ ) respectivamente; confirmando así que se podría utilizar el suplemento para mejorar la producción, la capacidad de resistir el estrés de las aves y la calidad del huevo.



## VI. HIPÓTESIS

- **H0 1:** La suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento durante 16 semanas, a razón de 0.075% y 0.1%, no tiene un efecto positivo sobre la tasa de postura, en gallinas de postura de 52 semanas.
- **HI 1:** La suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento durante 16 semanas, a razón de 0.075% y 0.1%, tiene un efecto positivo sobre la tasa de postura, en gallinas de postura de 52 semanas.
- **H0 2:** La suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento durante 16 semanas, a razón de 0.075% y 0.1%, no tiene un efecto positivo sobre la fragilidad de la cáscara de huevo, en gallinas de postura de 52 semanas.
- **HI 2:** La suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento durante 16 semanas, a razón de 0.075% y 0.1%, tiene un efecto positivo sobre la fragilidad de la cáscara de huevo, en gallinas de postura de 52 semanas.
- **H0 3:** La suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento durante 16 semanas, a razón de 0.075% y 0.1%, no tiene un efecto positivo sobre el peso del huevo, en gallinas de postura de 52 semanas.

- **HI 3:** La suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento durante 16 semanas, a razón de 0.075% y 0.1%, tiene un efecto positivo sobre el peso del huevo, en gallinas de postura de 52 semanas.

## **VII. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **7.1. Lugar de ejecución**

La investigación se llevó a cabo en la granja de la empresa Avícola JB S.A.C., ubicada en Huanchaco, Trujillo, Perú.

### **7.2. Tipo y diseño de la investigación**

La investigación fue de tipo experimental. Según Bernal Torres (2009), la característica principal de este tipo de investigación radica en que el investigador actúa de manera consciente sobre el objeto a estudiar, pues los objetivos son conocer los efectos de las acciones que el propio investigador llevó a cabo con la finalidad de probar sus hipótesis.

El diseño es experimental. Al respecto, Hernández Sampieri et al. (2014) nos indican que el primer requisito para un diseño experimental es manipular intencionalmente una o más variables independientes; el segundo requisito implica medir qué efecto tiene la variable independiente sobre la variable dependiente; y el último requisito es el control (Grupos de comparación) o la validez interna (Equivalencia de grupos) del experimento.

### **7.3. Variables**

Hernández Sampieri et al. (2014) afirman que, la variable es una característica que debe ser medible y observable; de igual forma, las variables toman valor cuando se relacionan una(s) con otra(s), y dan paso a una hipótesis o teoría.

### 7.3.1 Variable Independiente

En un experimento, la variable independiente es aquella que se presume ejerce la causa en una relación entre variables; es decir es la condición que antecede (Hernández Sampieri et al., 2014a) .En este estudio, la variable independiente es la suplementación en el alimento con postbiótico de levadura: (*Saccharomyces cerevisiae*  $4 \times 10^9$  ufc/g aprox.); 20% Proteína cruda (min.), 2% Grasa cruda (min.),13% Fibra cruda (máx.), 10% Humedad (máx.) y 11% Cenizas.

### 7.3.2 Variable dependiente

Hernández Sampieri et al. (2014) nos describen que la variable dependiente es el efecto provocado por la variable independiente; por ende, ésta no sufre una manipulación, sino que se mide para evaluar el efecto que la manipulación de la variable independiente genera sobre ella. La variable dependiente en el presente experimento son los parámetros productivos, y las dimensiones consideradas son: Tasa de postura, fragilidad de la cáscara de huevo y peso del huevo.

## 7.4. Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES					
Variable(s)	Dimensiones	Indicador	Escala de medida	Instrumento	Categorización de la variable
Suplemento de levadura postbiótico de levadura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) ( <b>Independiente</b> )	Medio de cultivo desnaturalizado + Metabolitos nutricionales	Especificaciones del producto	Razón	-	Cuantitativa continua
	Cepas de levadura inactivada	Especificaciones del producto	Razón	-	Cuantitativa discreta
Parámetros productivos ( <b>Dependiente</b> )	Tasa de postura	Tasa de producción de huevos	Razón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de evaluación semanal de producción e indicadores de calidad de huevo: Peso promedio y tasa de huevos con cáscara quebrada.</li> </ul>	Cuantitativa continua
	Fragilidad de la cáscara de huevo	Tasa de huevos con cáscara quebrada	Razón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de evaluación semanal de producción e indicadores de calidad de huevo: Peso promedio y tasa de huevos con cáscara quebrada.</li> </ul>	Cuantitativa continua
	Peso del huevo	Peso promedio engramos	Razón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza e-Accüra PA2-30</li> <li>• Formato de evaluación semanal de producción e indicadores de calidad de huevo: Peso promedio y tasa de huevos con cáscara quebrada.</li> </ul>	Cuantitativa continua

## **7.5. Población**

Se utilizaron 1152 gallinas de postura de la línea genética Hy-line Brown en etapa productiva, de 52 semanas, de una granja de la empresa “Avícola JB” ubicada en Huanchaco, Trujillo.

## **7.6. Muestreo**

Se distribuyó aleatoriamente a la población en 3 grupos de 384 aves, con 3 repeticiones por grupo; el tamaño de la unidad de análisis, de donde se recolectaron los datos para analizar (Hernández Sampieri et al., 2014), fue de 128 aves, ubicadas en 48 jaulas automatizadas en distribución piramidal de 4 filas, de la marca Alaso®, con una densidad de 8 aves por jaula.

Las aves tuvieron acceso libre al agua y al alimento. El manejo de la alimentación y las condiciones ambientales fueron estrictamente consistentes entre los 3 tratamientos. Puesto que entre los grupos que formaron parte del experimento las características fueron equivalentes o similares, a excepción de la manipulación de la variable independiente, entonces las diferencias halladas entre los grupos después del tratamiento pueden adjudicarse a dicha variable independiente y no a factores externos (Hernández Sampieri et al., 2014).

El tratamiento fue distribuido entre los grupos de la siguiente manera:

<b>Grupo</b>	<b>Edad de las aves</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Aves por repetición</b>	<b>Dosis de postbiótico de levadura en el alimento</b>
Grupo 1	52 semanas	3	128	0.1%
Grupo 2	52 semanas	3	128	0.075 %
Control	52 semanas	3	128	No recibirá postbiótico

El control nos garantizó que las características del experimento permanecen constantes, con la excepción de la intervención que se realizó (Hernández Sampieri et al., 2014).

### **7.7. Procedimientos y análisis de datos**

Los datos se recolectaron semanalmente utilizando el instrumento “Formato de evaluación semanal de producción e indicadores”, considerando los datos de la producción de huevos del día de la evaluación. Para la evaluación del peso del huevo, el investigador pesó el total de huevos por repetición utilizando una balanza de la marca e-Accüra®, modelo PA2, sin desperfectos, con capacidad para 30000g y una precisión de 5 g; verificándose su calibración mediante un set de pesas patrón, antes de cada uso para garantizar la confiabilidad y validez del instrumento. El peso neto obtenido se dividió entre el número total de huevos recolectados para obtener el peso promedio en gramos. Para la tasa de postura y fragilidad de la cáscara de huevo, el investigador contabilizó el número total de huevos recolectados, y el número de huevos con cáscara quebrada, en relación con el número de aves en su respectiva repetición.

Los datos recolectados fueron organizados en una hoja de cálculo de Excel, y exportados al programa estadístico IBM SPSS Statistics para su análisis. Antes de comenzar la prueba se aplicó la prueba de homocedasticidad (Levene) al peso de las aves, así como a las variables dependientes con la finalidad de comprobar la homogeneidad de las varianzas. Se realizaron comparaciones entre los grupos por semana mediante el análisis de varianza de una vía (ANOVA) y el test de comparaciones múltiples de Duncan.

Los resultados están descritos mediante el uso de estadísticos de resumen (media y desviación estándar).

#### **7.8. Aspecto ético (consentimiento informado)**

La experimentación se realizó bajo el consentimiento del propietario y gerente de la empresa. Todas las ideas y conceptos utilizados para esta investigación han sido citados debidamente haciendo referencia al autor correspondiente.



## VIII. RESULTADOS

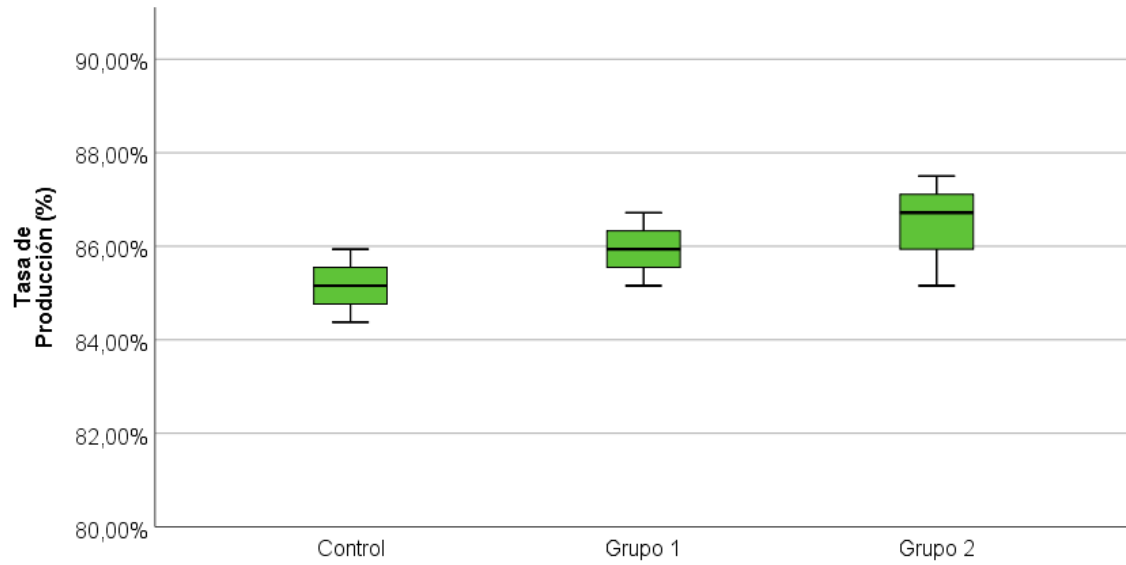
### 8.1.Tasa de postura

**Tabla 1.** Tasa de producción de huevos (semanal)

	Control	Grupo 1	Grupo 2
Semana inicial del tratamiento	85.16 % ± 0.78 %	85.94 % ± 0.78 %	86.46 % ± 1.19 %
1° Semana post tratamiento	85.42 % ± 0.90 %	85.94 % ± 1.35 %	86.72 % ± 0.78 %
2° Semana post tratamiento	86.46 % ± 1.19 %	86.20 % ± 0.45 %	87.24 % ± 1.19 %
3° Semana post tratamiento	86.20 % ± 2.26 %	85.68 % ± 1.63 %	86.98 % ± 1.97 %
4° Semana post tratamiento	86.43 % ± 1.57 %	86.46 % ± 1.63 %	87.50 % ± 0.78 %
5° Semana post tratamiento	85.64 % ± 1.57 %	86.42 % ± 0.94 %	86.98 % ± 0.90 %
6° Semana post tratamiento	86.42 % ± 0.42 %	86.42 % ± 2.03 %	86.98 % ± 0.90 %
7° Semana post tratamiento	85.90 % ± 0.73 %	85.16 % ± 1.25 %	86.20 % ± 1.19 %
8° Semana post tratamiento	86.68 % ± 0.78 %	86.94 % ± 1.24 %	86.68 % ± 0.06 %
9° Semana post tratamiento	85.64 % ± 1.18 %	86.16 % ± 1.25 %	85.90 % ± 0.78 %
10° Semana post tratamiento	86.38 % ± 1.85 %	86.16 % ± 0.49 %	86.69 % ± 0.73 %
11° Semana post tratamiento	85.86 % ± 0.79 %	86.94 % ± 0.48 %	86.68 % ± 0.84 %
12° Semana post tratamiento	86.39 % ± 0.49 %	86.16 % ± 0.49 %	86.68 % ± 1.62 %
13° Semana post tratamiento	85.30 % ± 0.91 %	85.90 % ± 0.78 %	85.90 % ± 0.84 %
14° Semana post tratamiento	84.51 % ± 0.91 %	85.60 % ± 0.49 %	85.38 % ± 1.25 %
15° Semana post tratamiento	84.21 % ± 0.07 %	85.34 % ± 0.42 %	86.34 % ± 1.23 %
16° Semana post tratamiento	84.21 % ± 0.73 %	85.34 % ± 1.26 %	85.86 % ± 0.79 %

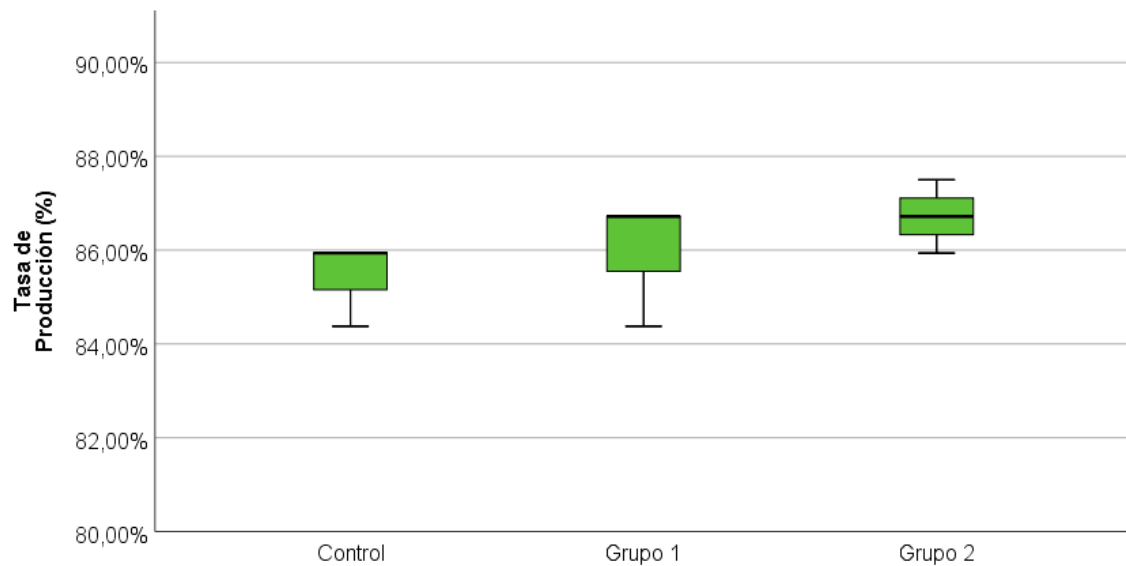
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 1.** *Tasa de producción de huevos en la semana inicial del tratamiento*



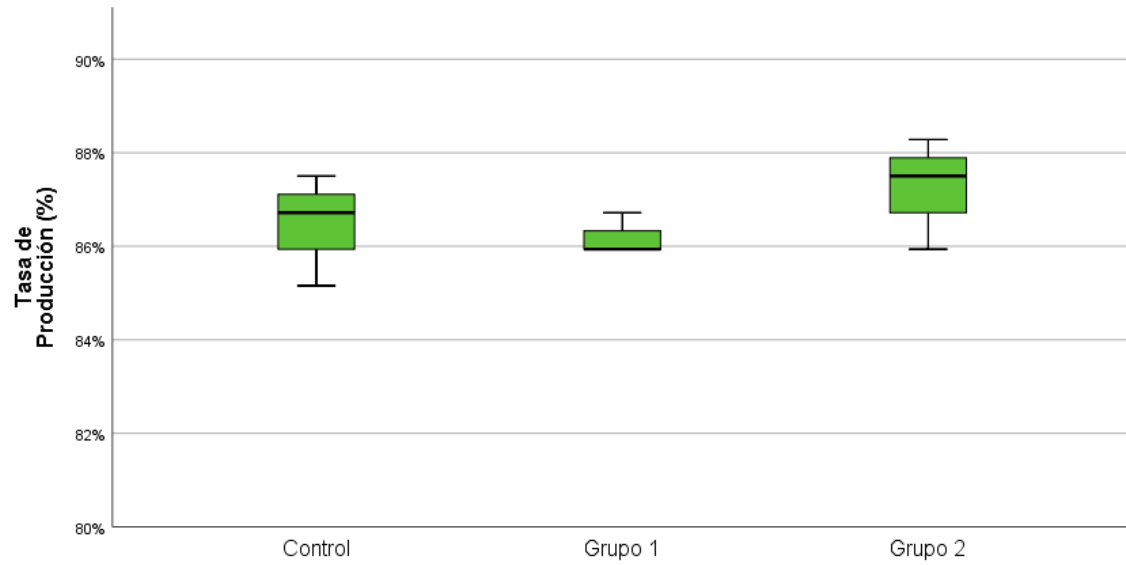
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 2.** *Tasa de producción de huevos en la 1ª semana post tratamiento*



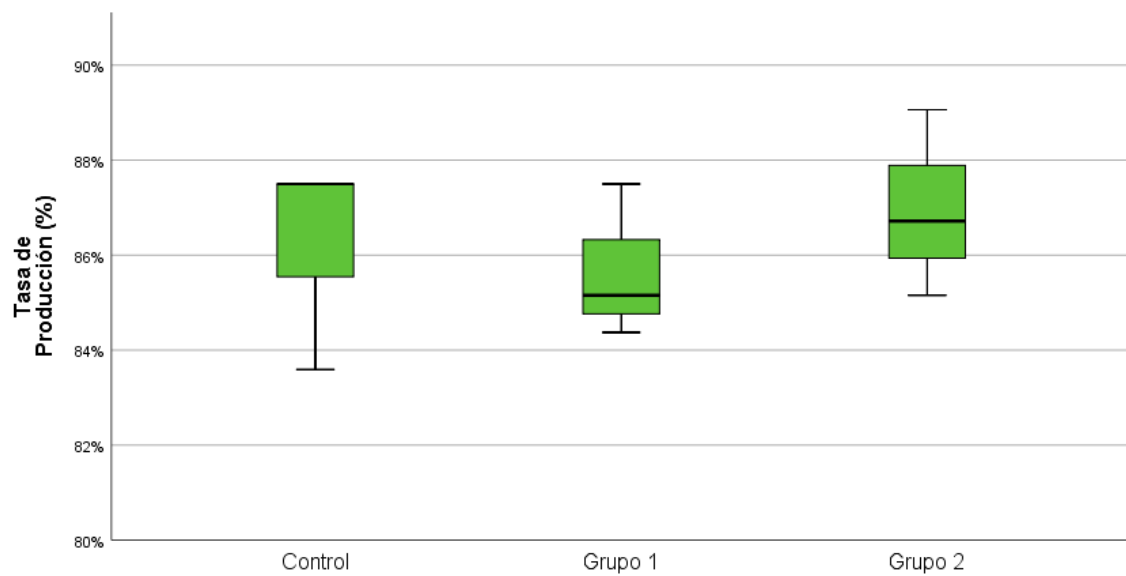
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 3.** *Tasa de producción de huevos en la 2<sup>o</sup> semana post tratamiento*



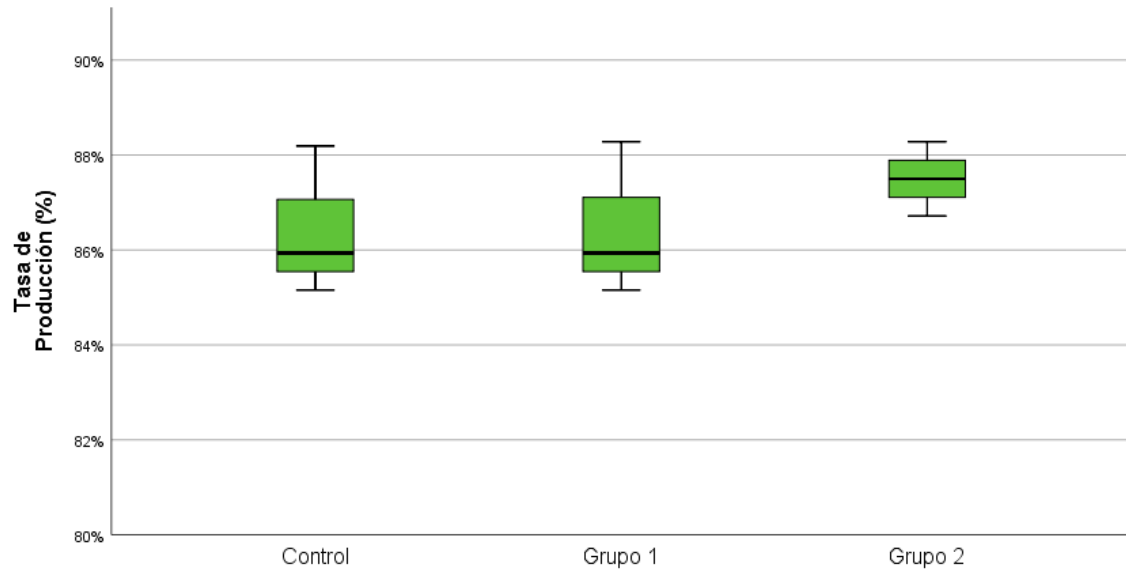
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 4.** *Tasa de producción de huevos en la 3<sup>o</sup> semana post tratamiento*



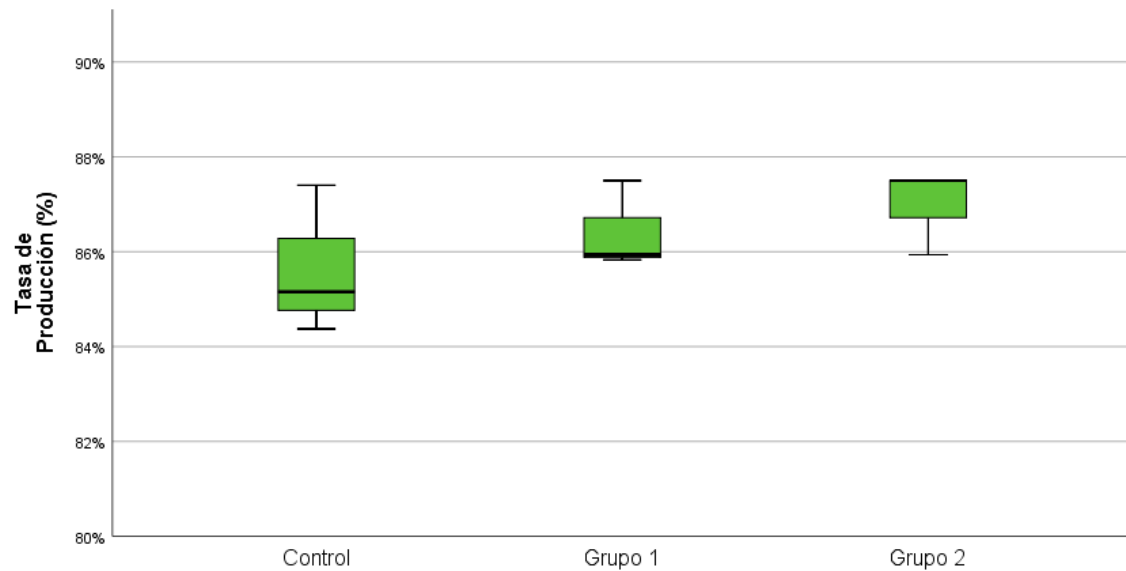
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 5.** *Tasa de producción de huevos en la 4<sup>o</sup> semana post tratamiento*



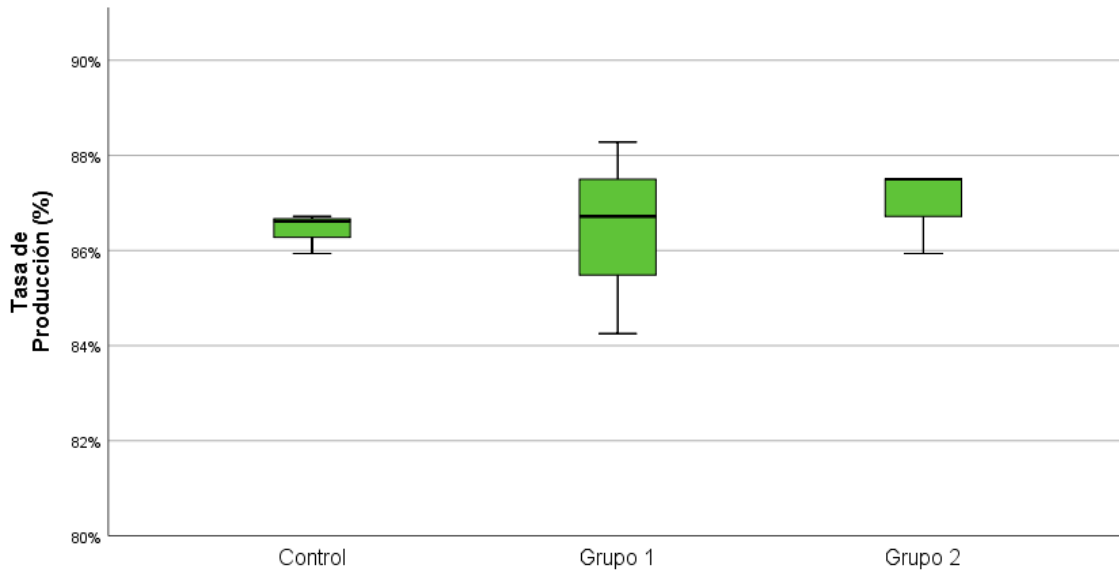
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 6.** *Tasa de producción de huevos en la 5<sup>o</sup> semana post tratamiento*



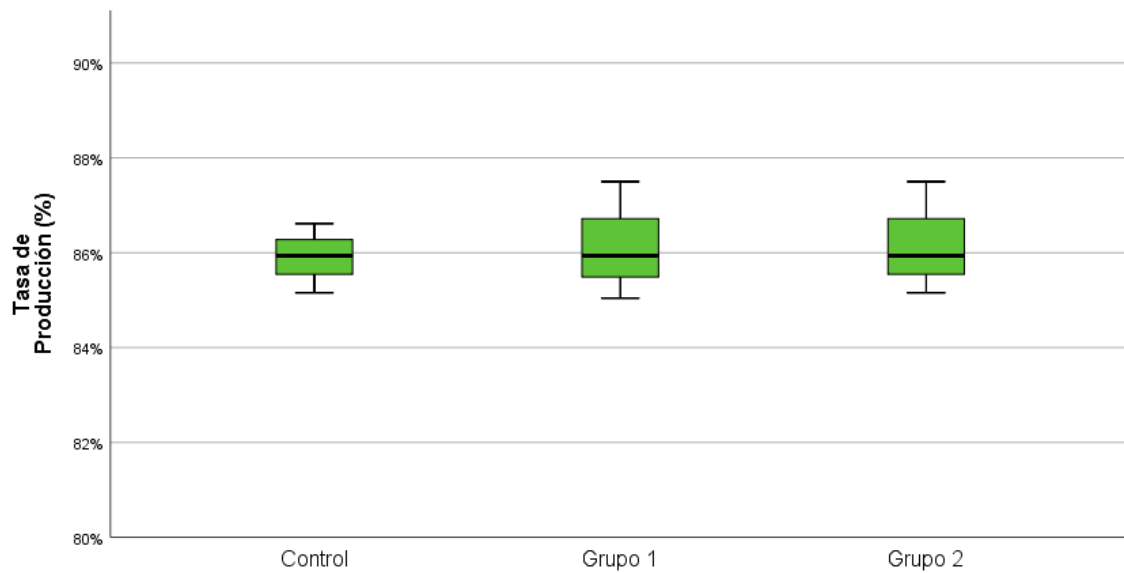
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 7.** Tasa de producción de huevos en la 6<sup>o</sup> semana post tratamiento



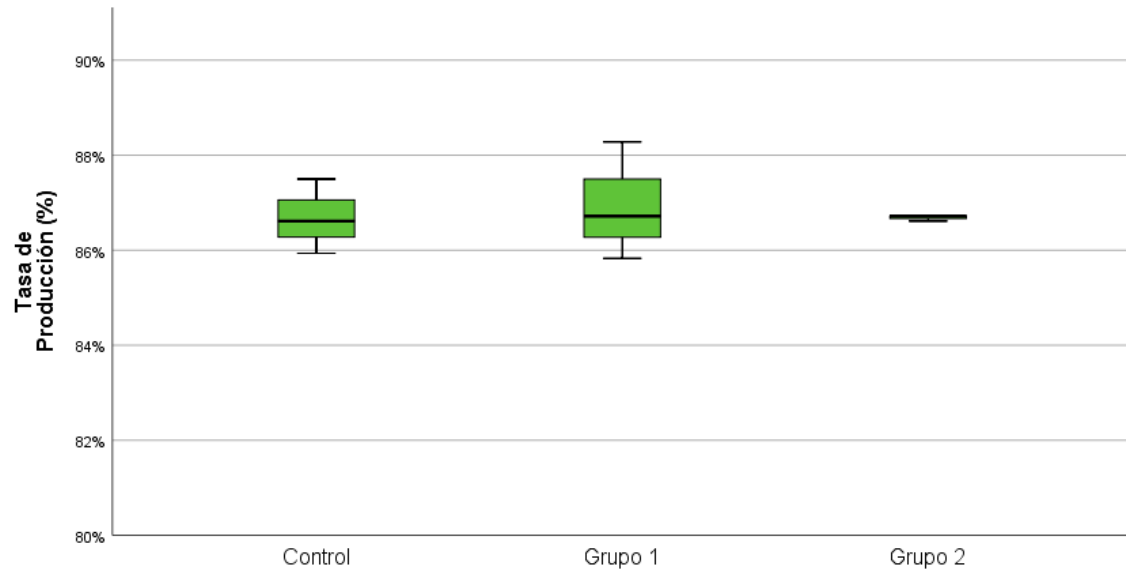
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 8.** Tasa de producción de huevos en la 7<sup>o</sup> semana post tratamiento



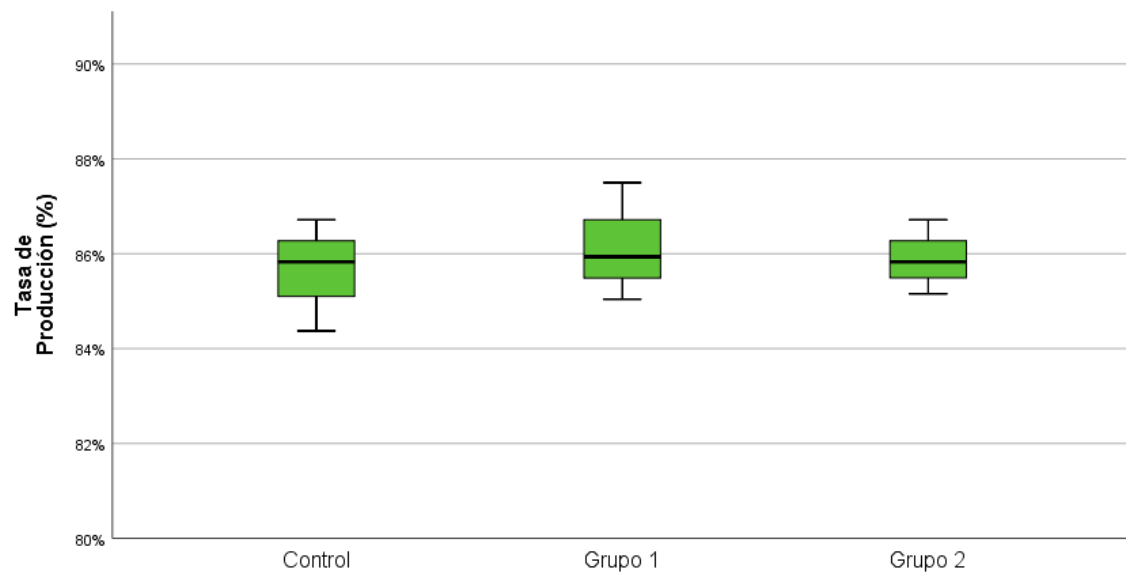
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 9.** Tasa de producción de huevos en la 8<sup>o</sup> semana post tratamiento



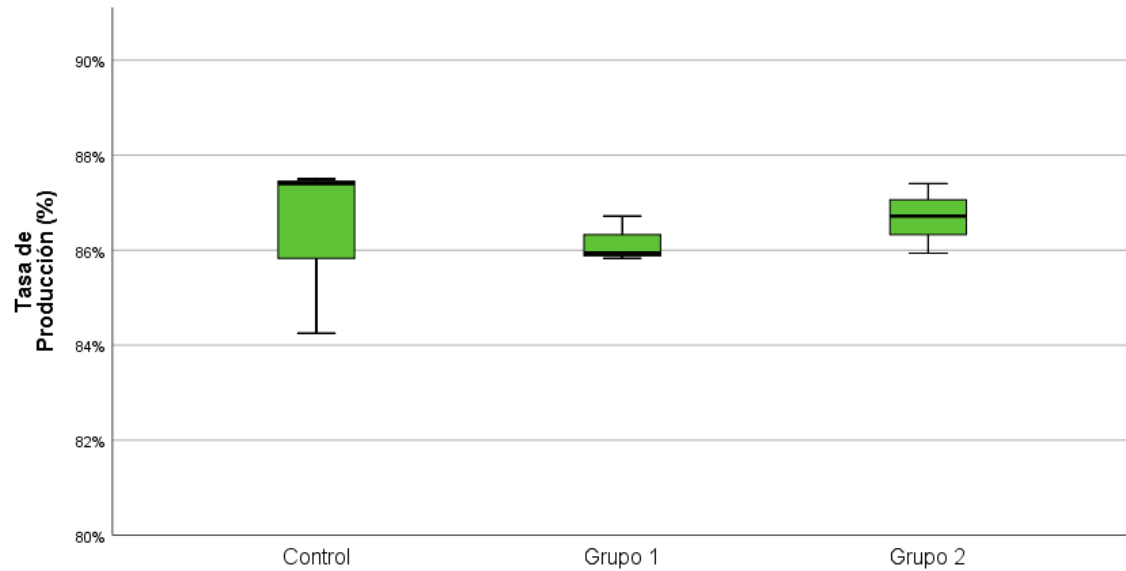
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 10.** Tasa de producción de huevos en la 9<sup>o</sup> semana post tratamiento



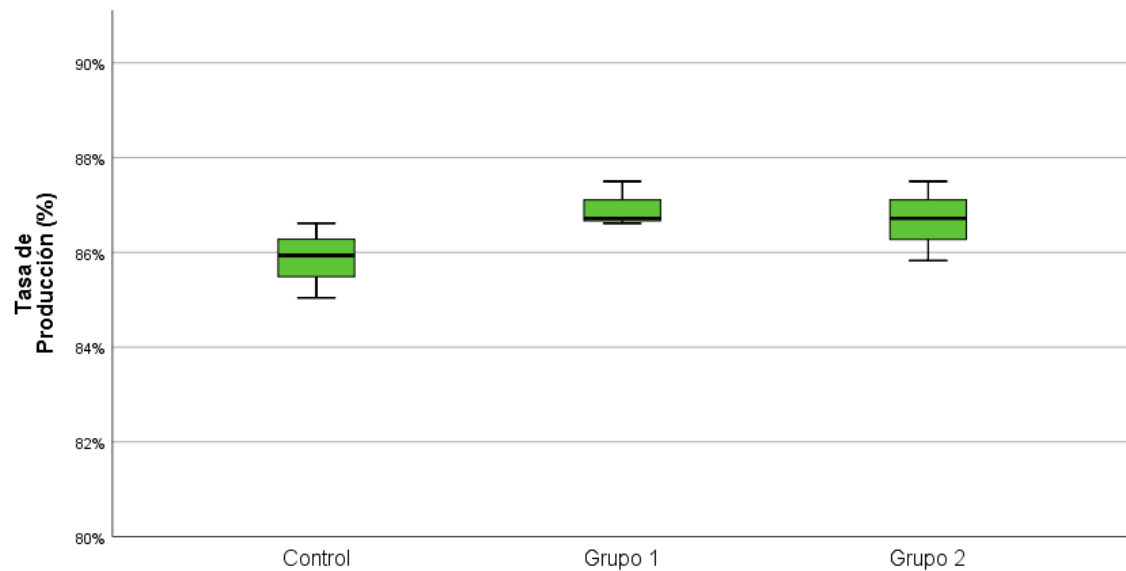
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 11.** *Tasa de producción de huevos en la 10° semana post tratamiento*



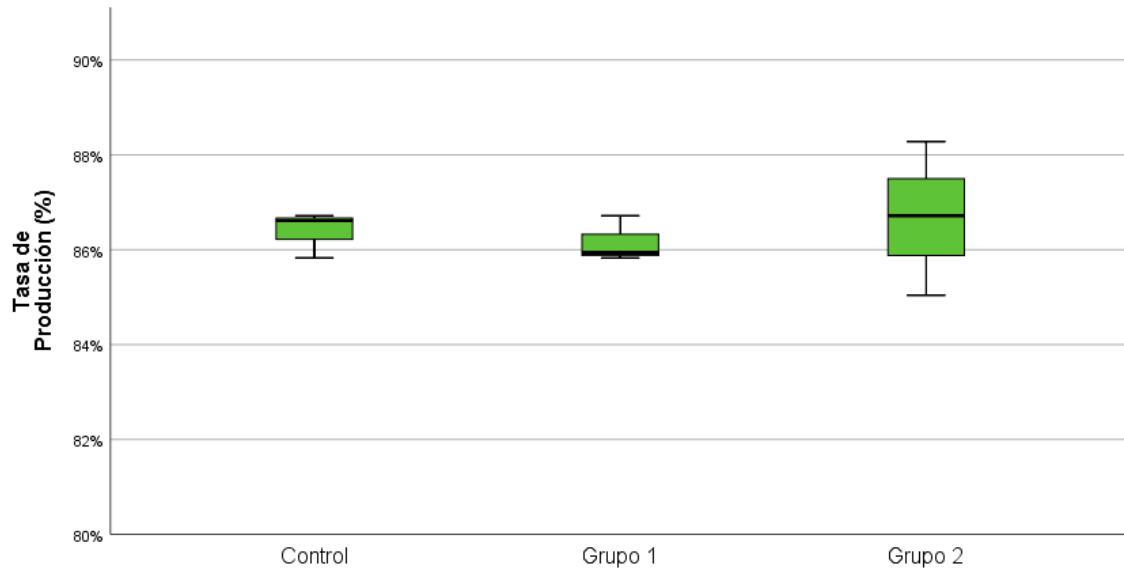
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 12.** *Tasa de producción de huevos en la 11° semana post tratamiento*



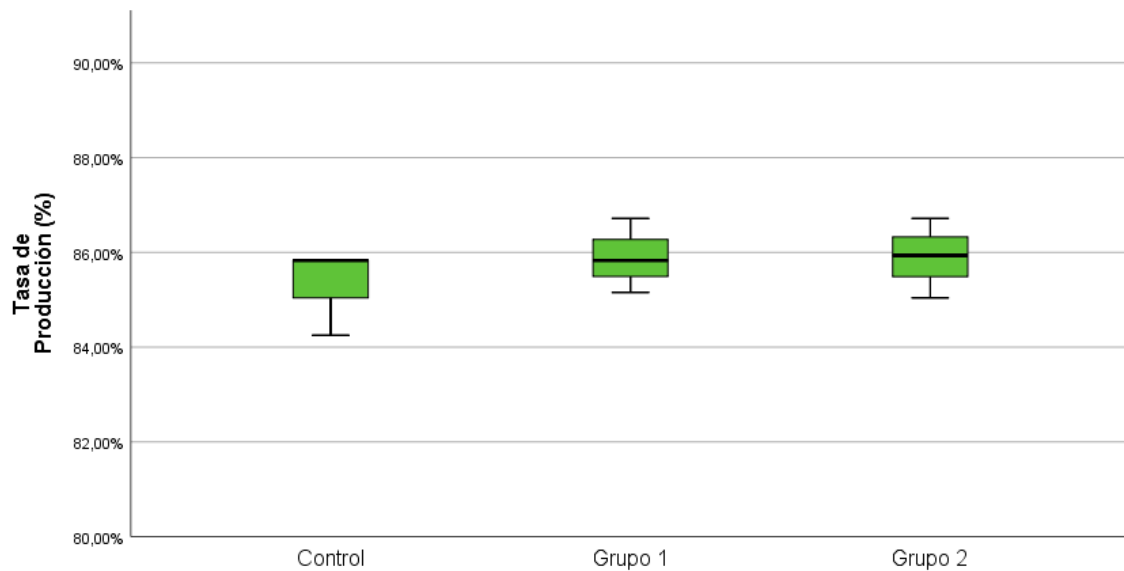
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 13.** *Tasa de producción de huevos en la 12<sup>o</sup> semana post tratamiento*



Fuente: Elaboración propia – 2022

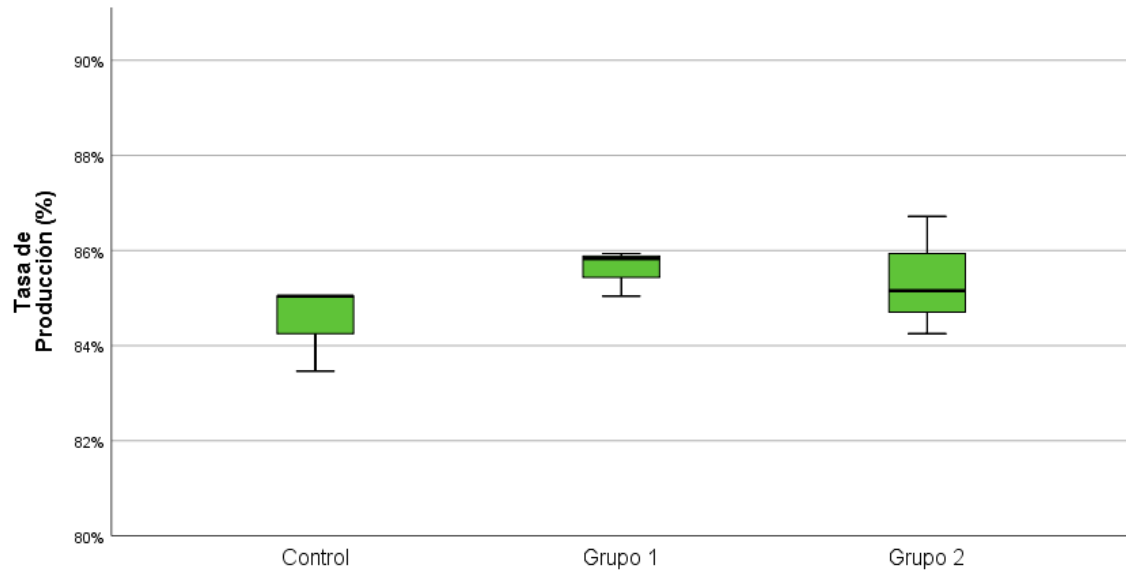
**Gráfico 14.** *Tasa de producción de huevos en la 13<sup>o</sup> semana post tratamiento*



Fuente: Elaboración propia – 2022

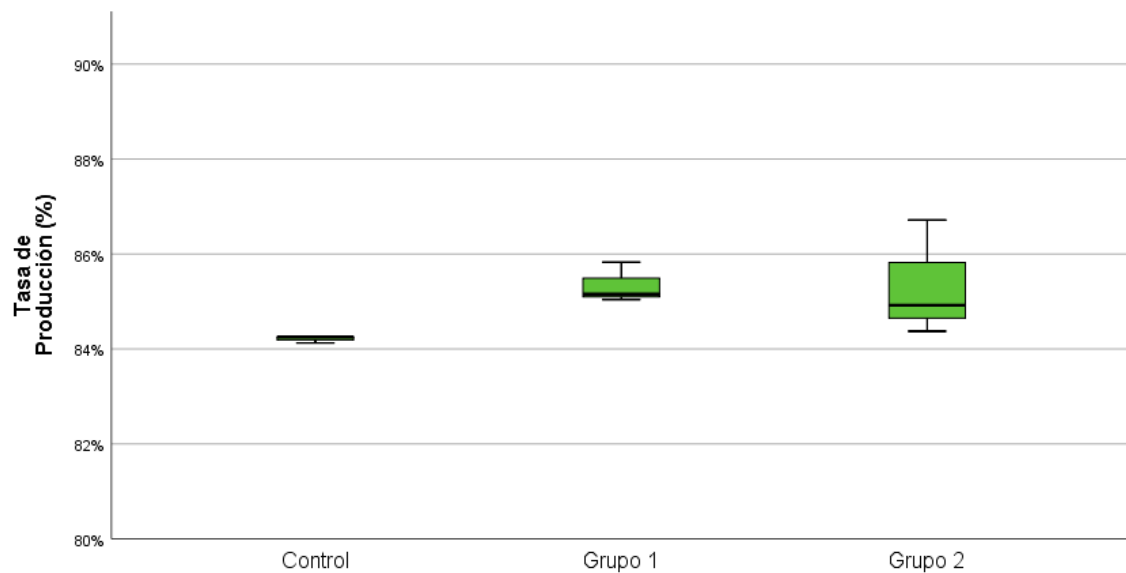


**Gráfico 15.** *Tasa de producción de huevos en la 14<sup>o</sup> semana post tratamiento*



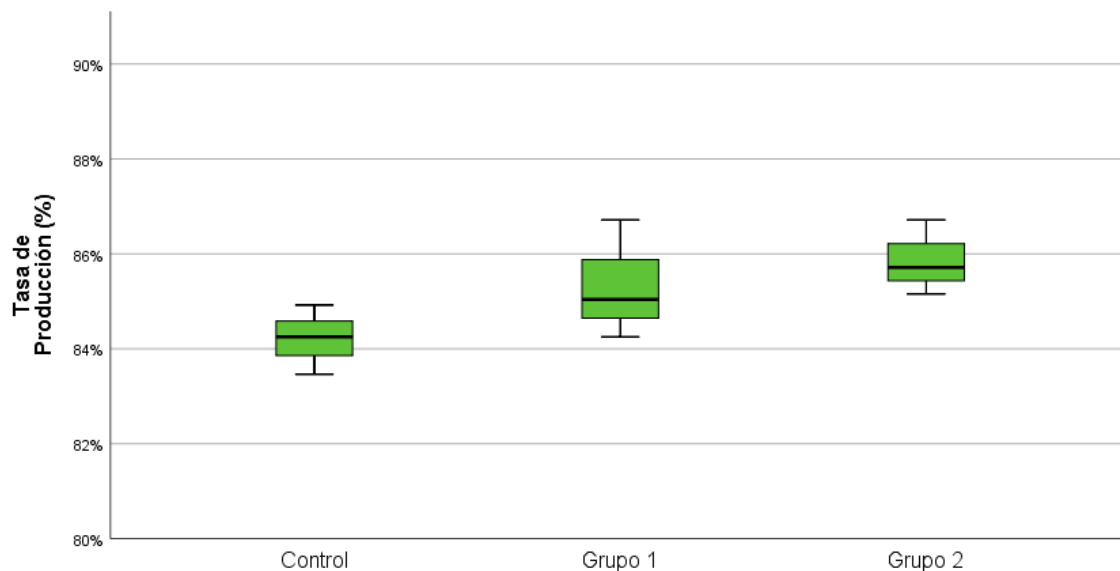
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 16.** *Tasa de producción de huevos en la 15<sup>o</sup> semana post tratamiento*



Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 17.** Tasa de producción de huevos en la 16<sup>o</sup> semana post tratamiento



Fuente: Elaboración propia – 2022

En la semana inicial, a través de la prueba de homocedasticidad de Levene (ver anexo 11), se comprobó que las tasas de postura entre los grupos son homogéneas ( $p > 0.05$ ).

Los resultados de las mediciones semanales de la tasa de producción de huevos obtenidos durante las 16 semanas del experimento no alcanzaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $p > 0.05$ ) según el análisis de varianza (ANOVA) de una vía.

Sin embargo, se puede apreciar la tendencia de superioridad en los grupos experimentales frente al control se incrementa numéricamente, obteniendo finalmente 4.3 a 6.3 huevos más que el grupo control en la semana 16<sup>o</sup> tras la suplementación con postbiótico (ver tabla 1; y gráficos 1 al 17).

## 8.2. Fragilidad de la cáscara

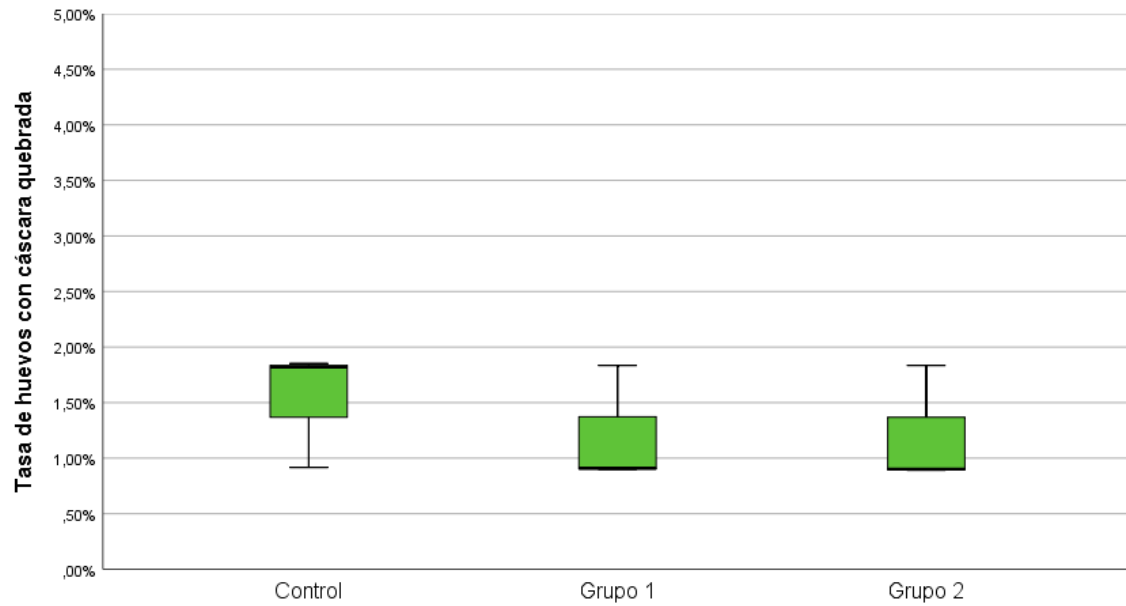
**Tabla 2.** Tasa de huevos con cáscara quebrada (semanal)

	Control	Grupo 1	Grupo 2
Semana inicial del tratamiento	1.53 % ± 0.53 %	1.21 % ± 0.54 %	1.21 % ± 0.54 %
1° Semana post tratamiento	1.53 % ± 0.53 %	1.21 % ± 0.51 %	1.50 % ± 0.51 %
2° Semana post tratamiento	1.81 % ± 0.03 %	1.51 % ± 0.52 %	1.20 % ± 0.54 %
3° Semana post tratamiento	1.52 % ± 0.54 %	1.53 % ± 0.55 %	1.50 % ± 0.52 %
4° Semana post tratamiento	2.12 % ± 0.53 %	1.50 % ± 0.52 %	1.79 % ± 0.02 %
5° Semana post tratamiento	2.14 % ± 0.55 %	1.21 % ± 0.53 %	1.49 % ± 0.51 %
6° Semana post tratamiento	2.42 % ± 0.52 %	1.50 % ± 0.49 %	1.20 % ± 0.51 %
7° Semana post tratamiento	3.04b % ± 0.54 %	1.51a % ± 0.51 %	1.81a % ± 0.02 %
8° Semana post tratamiento	3.02 % ± 1.07 %	1.80 % ± 0.03 %	1.50 % ± 0.52 %
9° Semana post tratamiento	3.05 % ± 0.54 %	1.82 % ± 0.03 %	1.82 % ± 0.89 %
10° Semana post tratamiento	2.71 % ± 0.85 %	1.81 % ± 0.89 %	2.10 % ± 1.04 %
11° Semana post tratamiento	2.74b % ± 0.3 %	1.50a % ± 0.53 %	2.11ab % ± 0.50 %
12° Semana post tratamiento	2.72 % ± 0.89 %	1.82 % ± 0.02 %	2.41 % ± 0.53 %
13° Semana post tratamiento	3.39b % ± 0.55 %	1.52a % ± 0.52 %	1.83a % ± 0.93 %
14° Semana post tratamiento	3.42b % ± 0.56 %	1.53a % ± 0.53 %	2.14a % ± 0.49 %
15° Semana post tratamiento	3.75b % ± 0.92 %	1.53a % ± 0.53 %	1.84a % ± 0.03 %
16° Semana post tratamiento	4.06b % ± 0.53 %	1.84a % ± 0.94 %	1.82 % ± 0.89 %

a, b en las filas denotan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la prueba de Duncan.

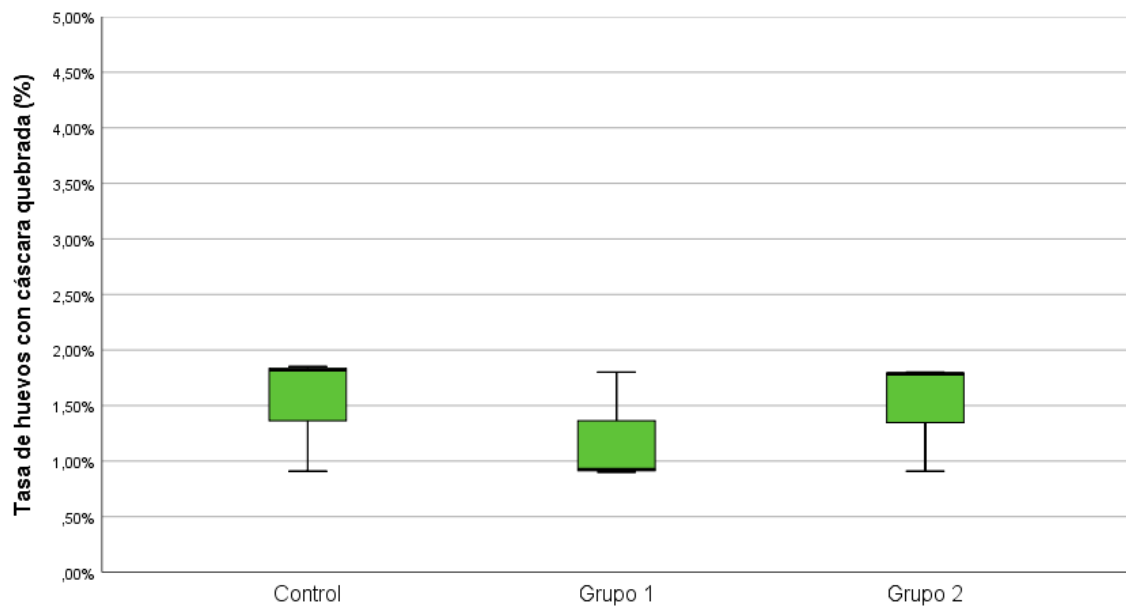
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 18.** *Tasa de huevos con cáscara quebrada en la semana inicial del tratamiento*



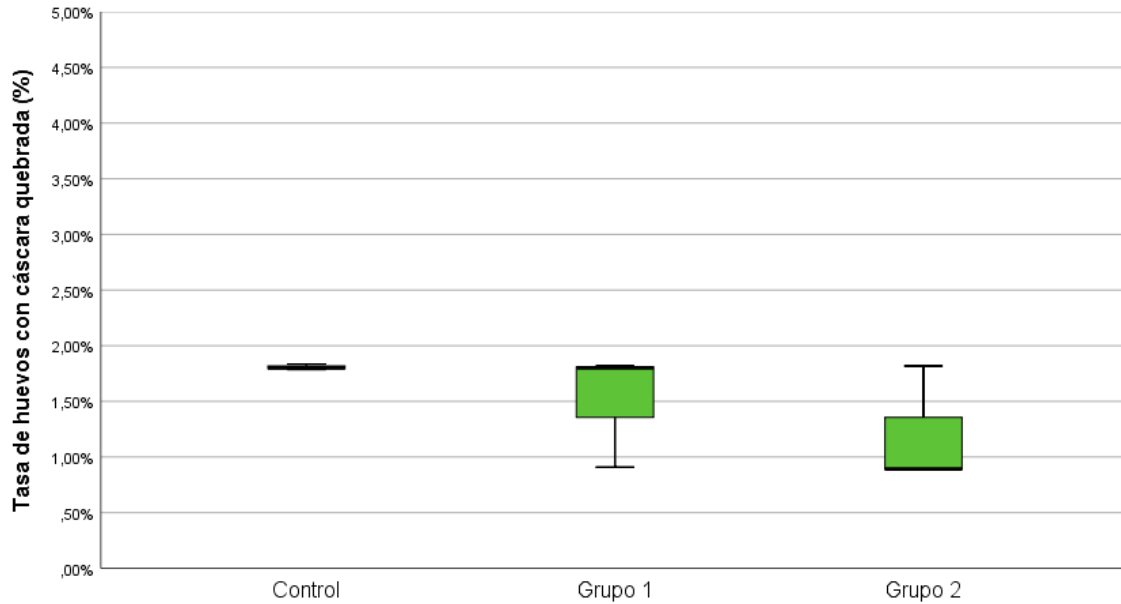
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 19.** *Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 1° semana post tratamiento*



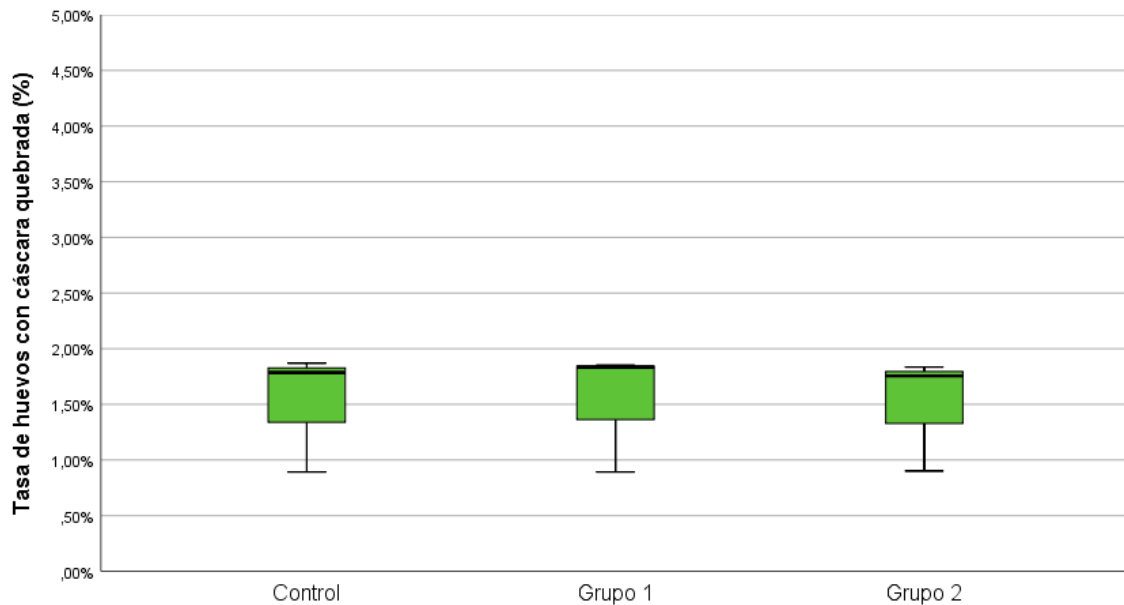
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 20.** Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 2° semana post tratamiento

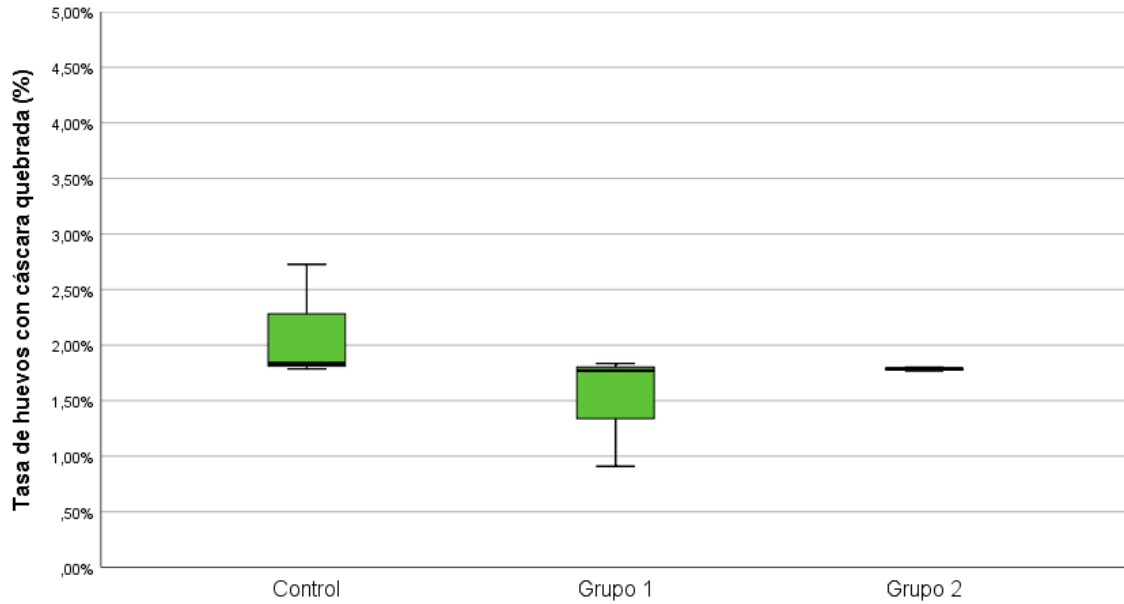


Fuente: Elaboración propia – 2022

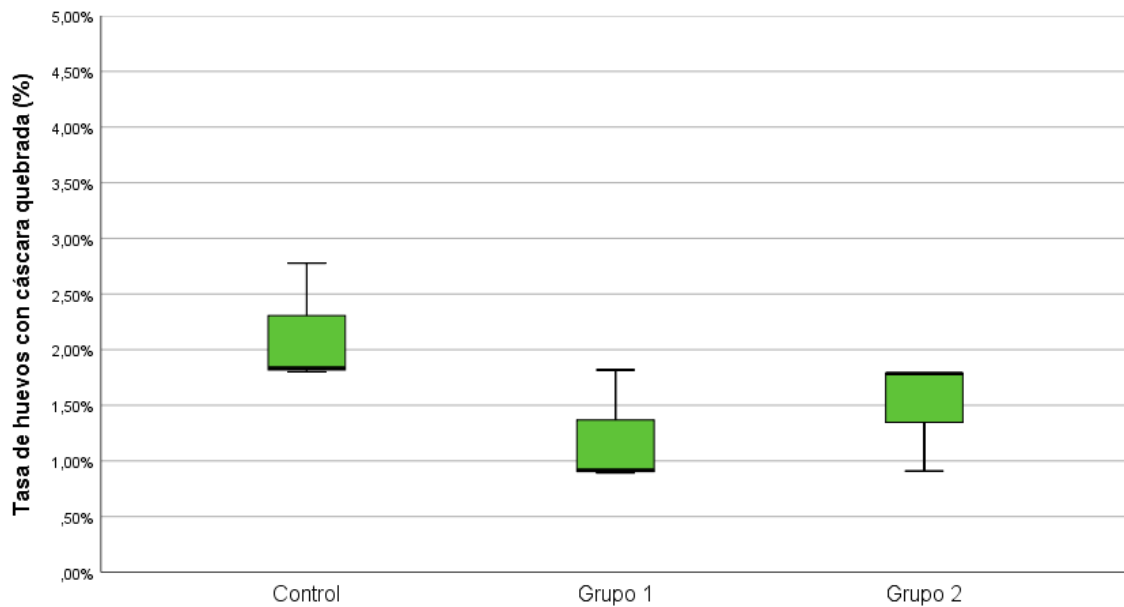
**Gráfico 21.** Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 3° semana post tratamiento



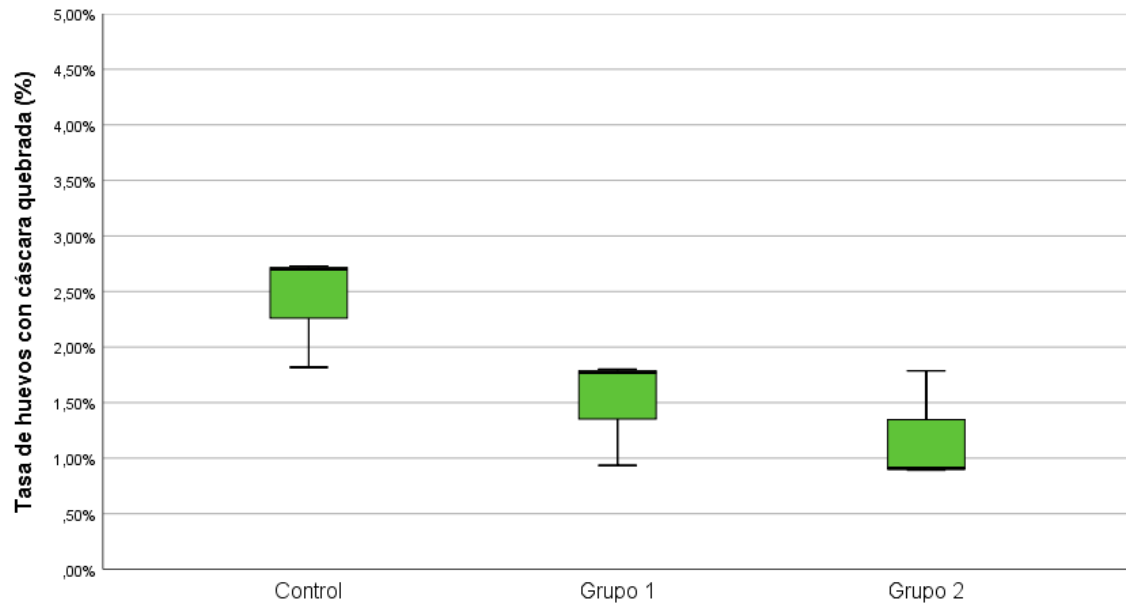
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 22.** Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 4<sup>o</sup> semana post tratamiento

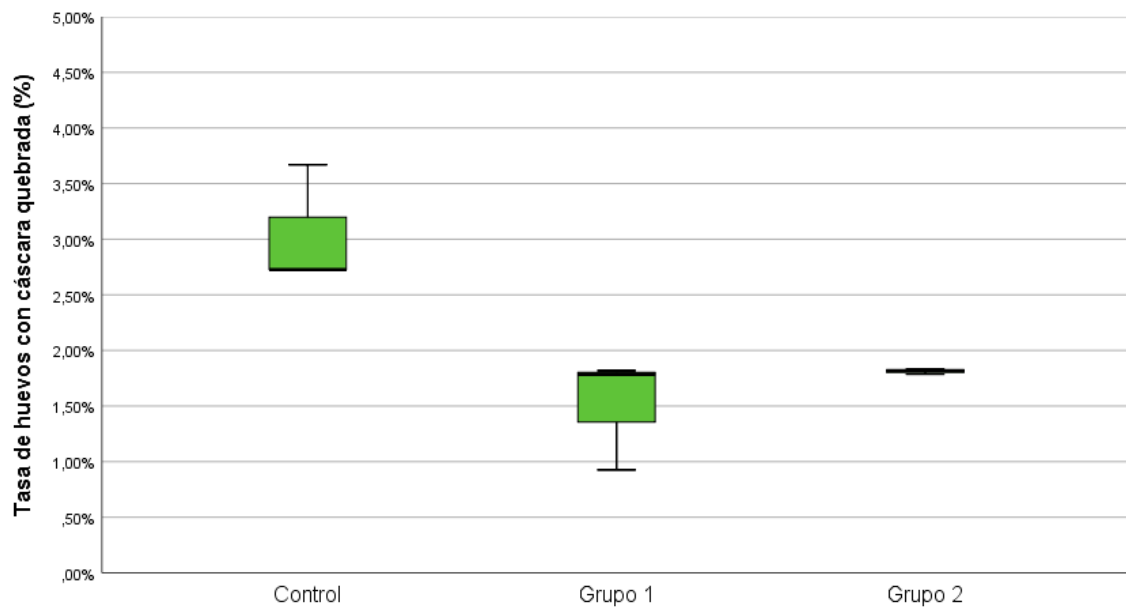
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 23.** Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 5<sup>o</sup> semana post tratamiento

Fuente: Elaboración propia – 2022

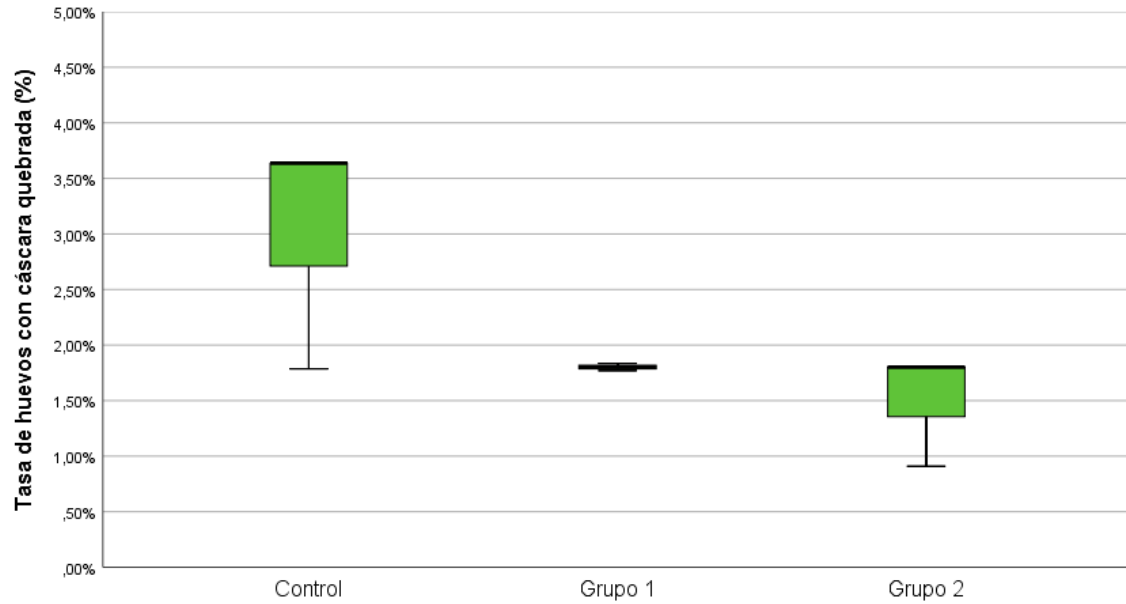
**Gráfico 24.** Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 6° semana post tratamiento

Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 25.** Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 7° semana post tratamiento

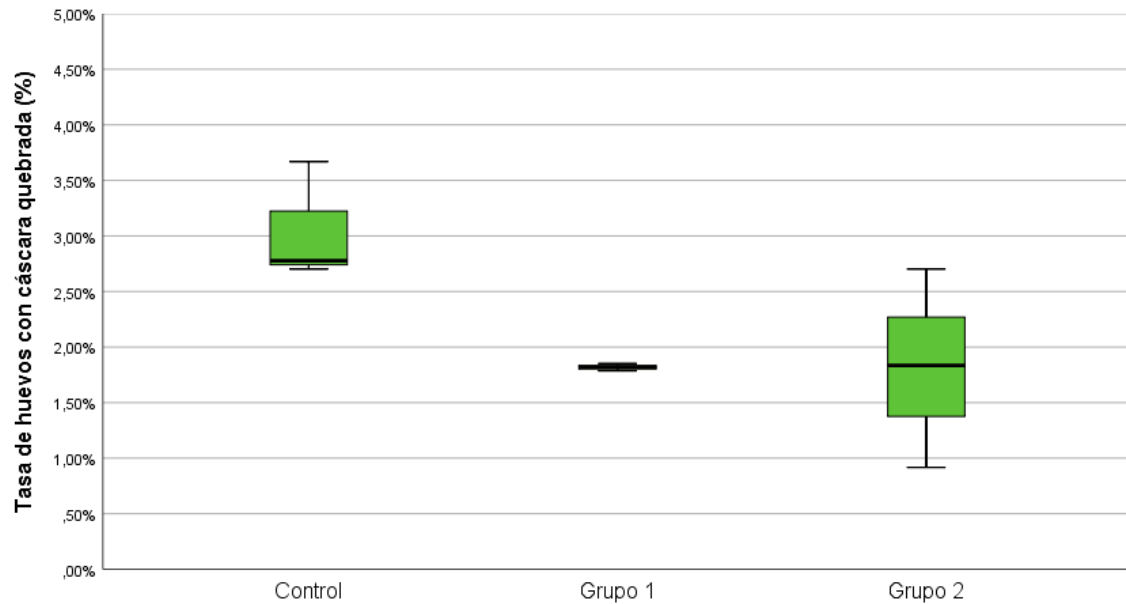
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 26.** Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 8<sup>o</sup> semana post tratamiento



Fuente: Elaboración propia – 2022

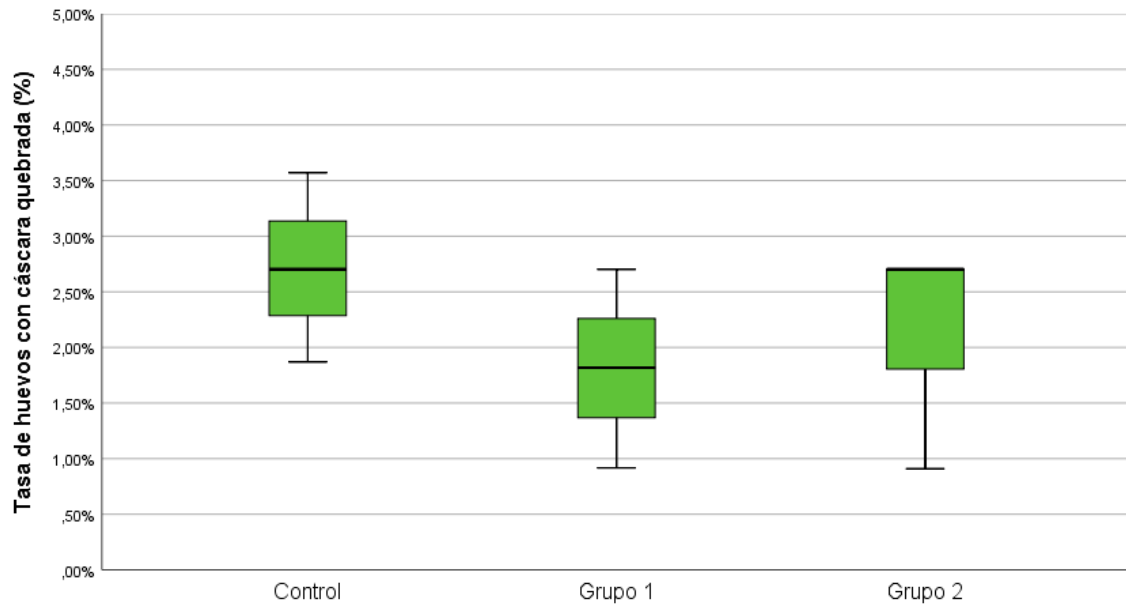
**Gráfico 27.** Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 9<sup>o</sup> semana post tratamiento



Fuente: Elaboración propia – 2022

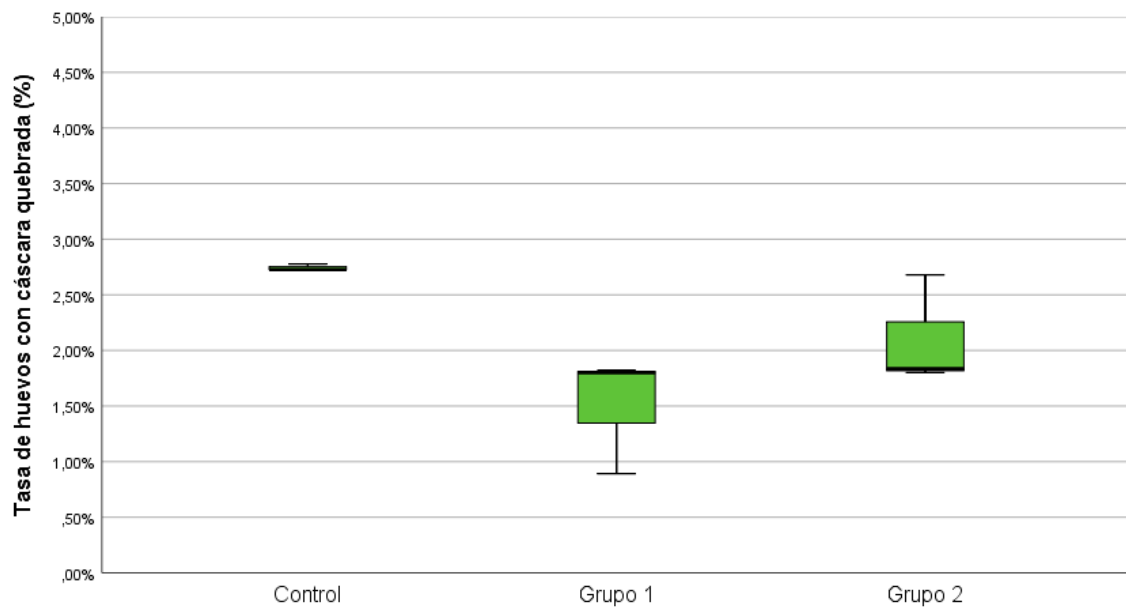


**Gráfico 28.** *Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 10° semana post tratamiento*



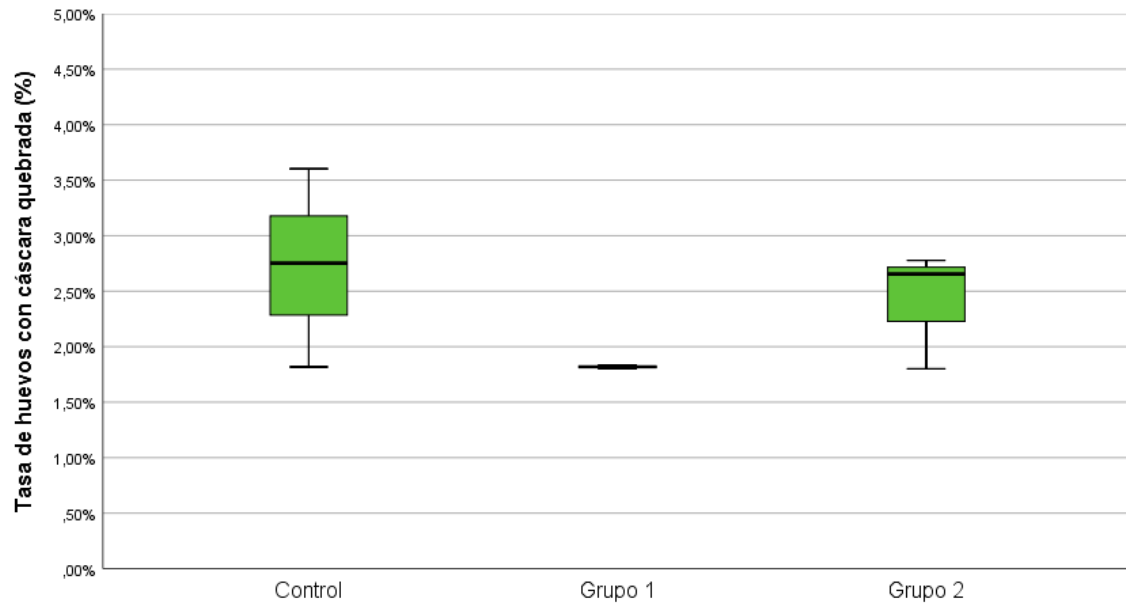
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 29.** *Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 11° semana post tratamiento*



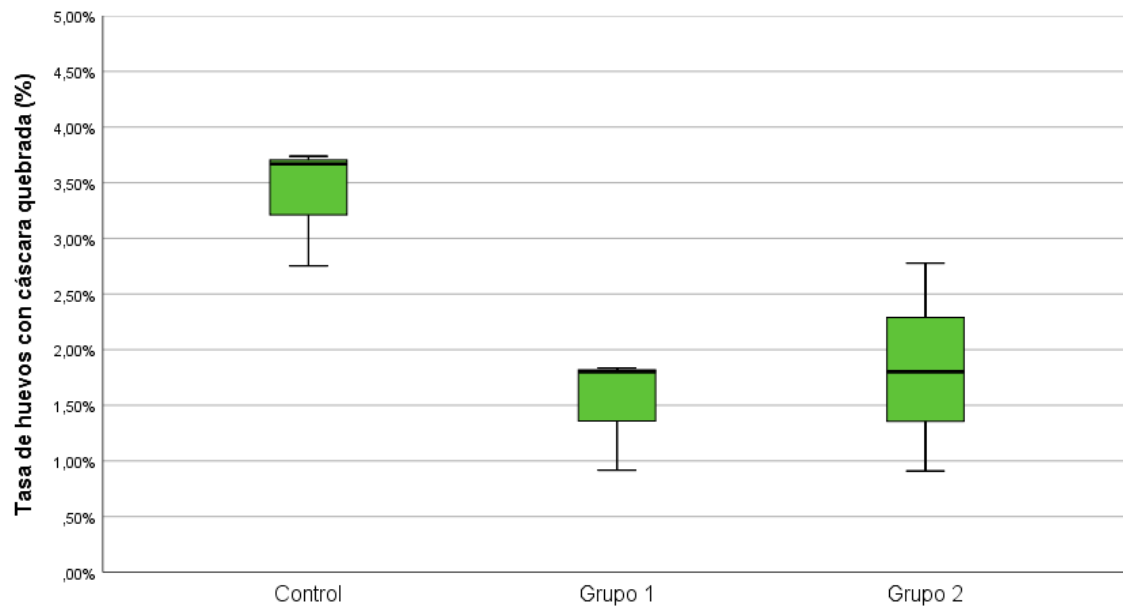
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 30.** *Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 12° semana post tratamiento*



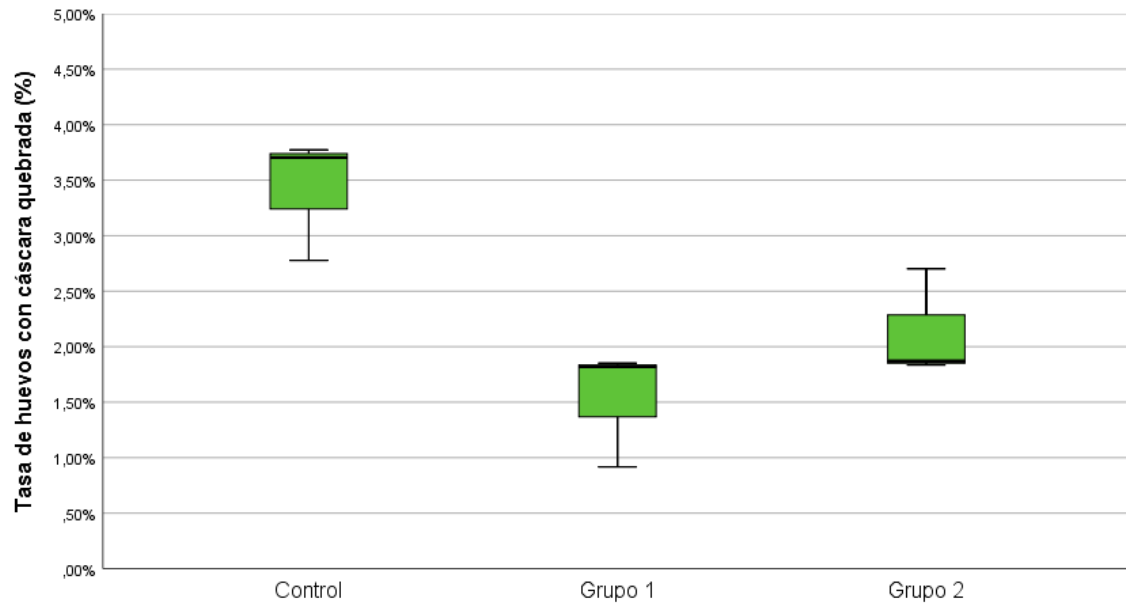
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 31.** *Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 13° semana post tratamiento*



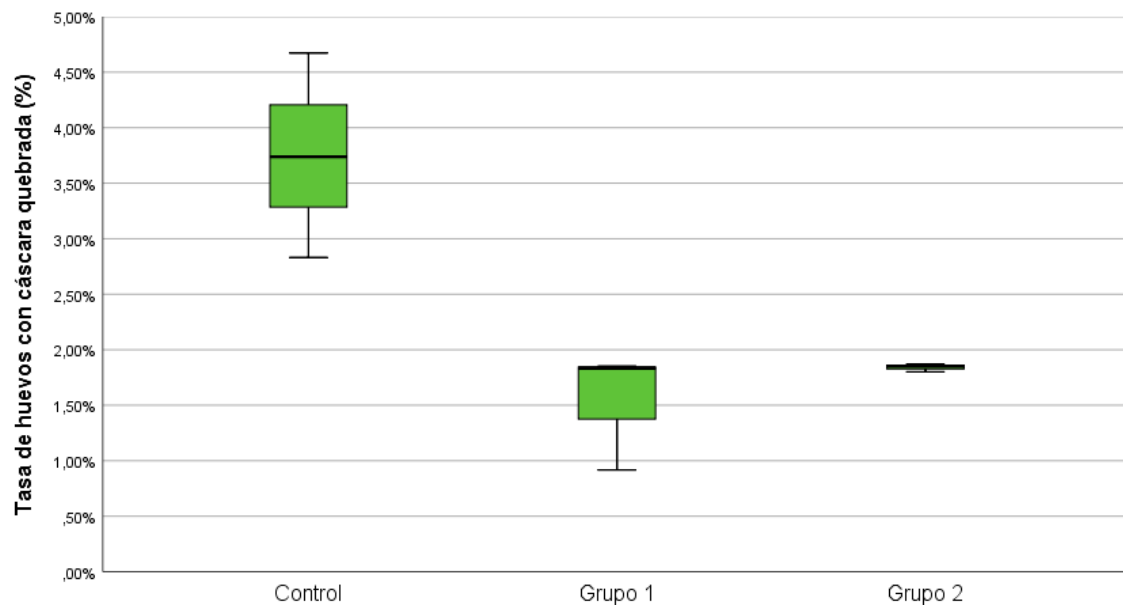
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 32.** Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 14<sup>o</sup> semana post tratamiento



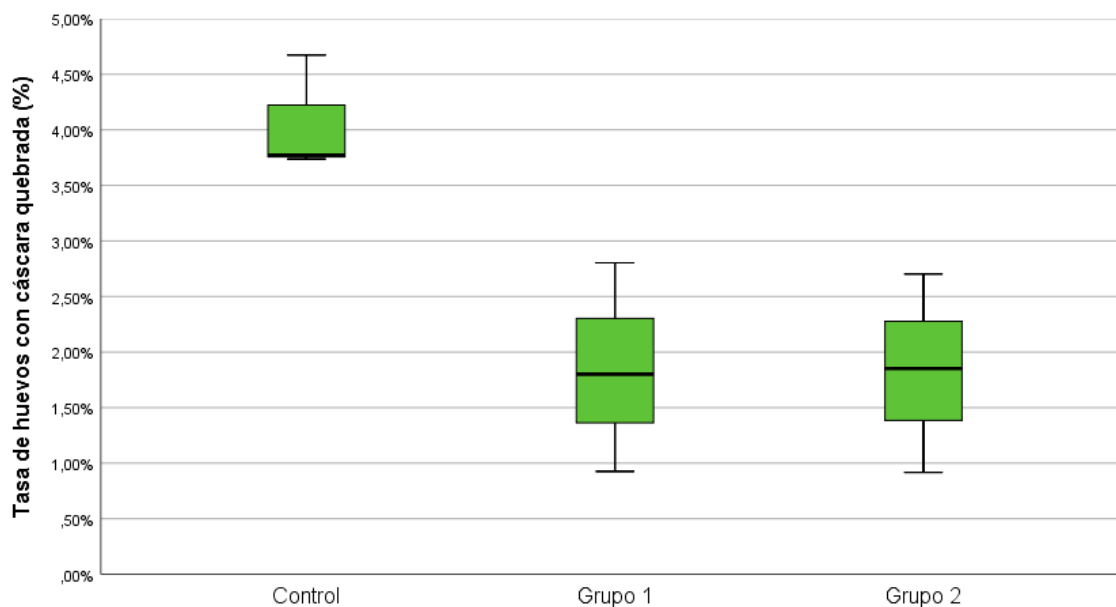
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 33.** Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 15<sup>o</sup> semana post tratamiento



Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 34.** Tasa de huevos con cáscara quebrada en la 16° semana post tratamiento



Fuente: Elaboración propia – 2022

En la semana inicial, a través de la prueba de homocedasticidad de Levene (ver anexo 12), se comprobó que la fragilidad de la cáscara entre los grupos es homogénea ( $p > 0.05$ ).

Los resultados de las mediciones semanales de la tasa de huevos con cáscara quebrada demostraron un incremento e inestabilidad en el grupo control, provocando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), según el ANOVA de una vía, en las 7°, 11°, 13°, 14°, 15° y 16° semanas tras la suplementación frente a los dos tratamientos, según la prueba de Duncan, que sí se mantuvieron estables durante el experimento (ver tabla 2; y gráficos 18 al 35).

### 8.3. Peso del huevo

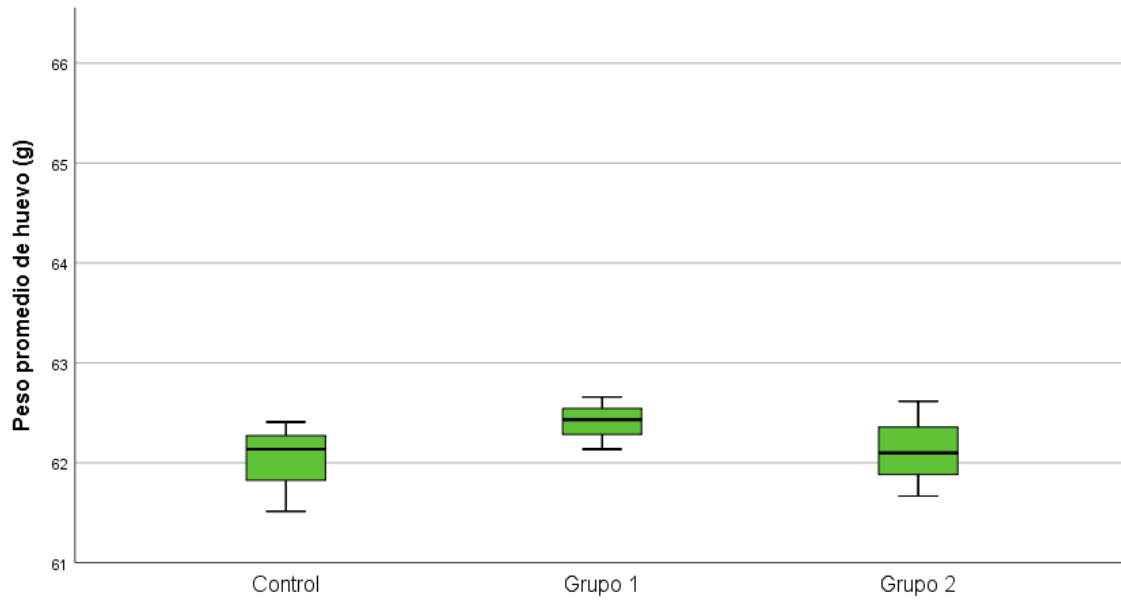
**Tabla 3.** *Peso promedio del huevo en gramos (semanal)*

	Control	Grupo 1	Grupo 2
Semana inicial del tratamiento	62.02 ± 0.46	62.41 ± 0.26	62.13 ± 0.47
1° Semana post tratamiento	62.12 ± 0.39	62.58 ± 0.18	62.19 ± 0.27
2° Semana post tratamiento	62.23 ± 0.53	62.60 ± 0.29	62.26 ± 0.39
3° Semana post tratamiento	62.45 ± 0.48	63.09 ± 0.35	62.56 ± 0.36
4° Semana post tratamiento	62.66 ± 0.36	63.55 ± 0.53	62.86 ± 0.47
5° Semana post tratamiento	62.65a ± 0.27	63.82b ± 0.34	63.28ab ± 0.41
6° Semana post tratamiento	63.01a ± 0.30	64.11b ± 0.15	63.61b ± 0.34
7° Semana post tratamiento	63.18a ± 0.31	64.21b ± 0.27	63.85b ± 0.28
8° Semana post tratamiento	63.24a ± 0.16	64.35b ± 0.39	64.08b ± 0.11
9° Semana post tratamiento	63.22a ± 0.14	64.48b ± 0.34	64.16b ± 0.12
10° Semana post tratamiento	63.27a ± 0.17	64.58b ± 0.29	64.23b ± 0.17
11° Semana post tratamiento	63.43a ± 0.22	64.73b ± 0.32	64.34b ± 0.21
12° Semana post tratamiento	63.53a ± 0.30	64.88b ± 0.40	64.46b ± 0.24
13° Semana post tratamiento	63.66a ± 0.22	65.03b ± 0.39	64.62b ± 0.16
14° Semana post tratamiento	63.83a ± 0.20	65.21b ± 0.41	64.76b ± 0.11
15° Semana post tratamiento	64.03a ± 0.19	65.38b ± 0.33	65.05b ± 0.09
16° Semana post tratamiento	64.33a ± 0.26	65.57b ± 0.15	65.20b ± 0.15

a, b en las filas denotan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la prueba de Duncan.

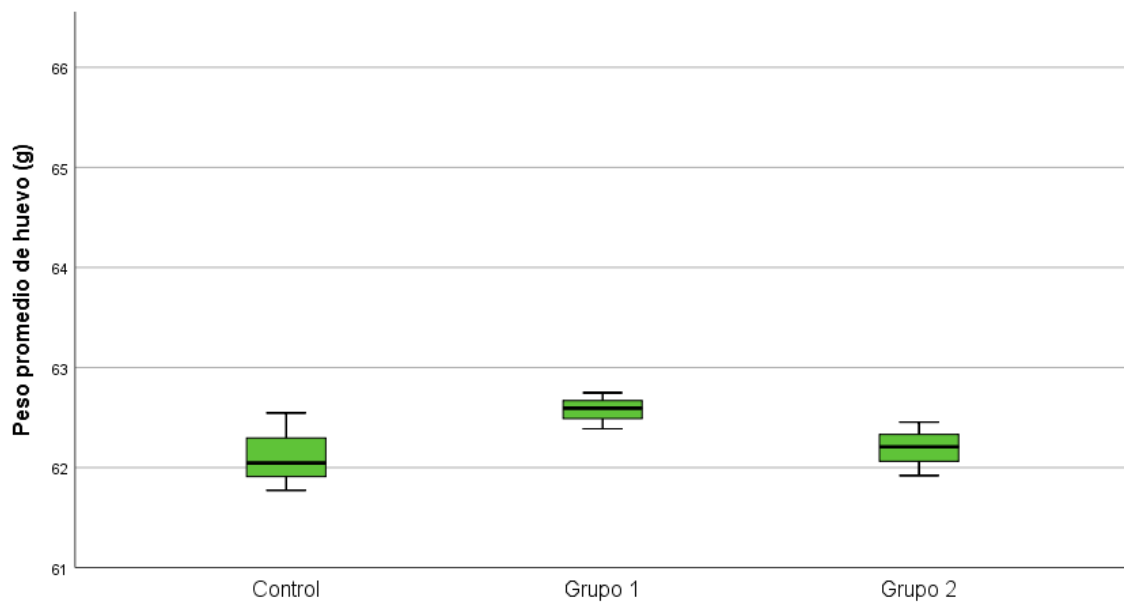
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 35.** *Peso promedio del huevo en gramos en la semana inicial del tratamiento*



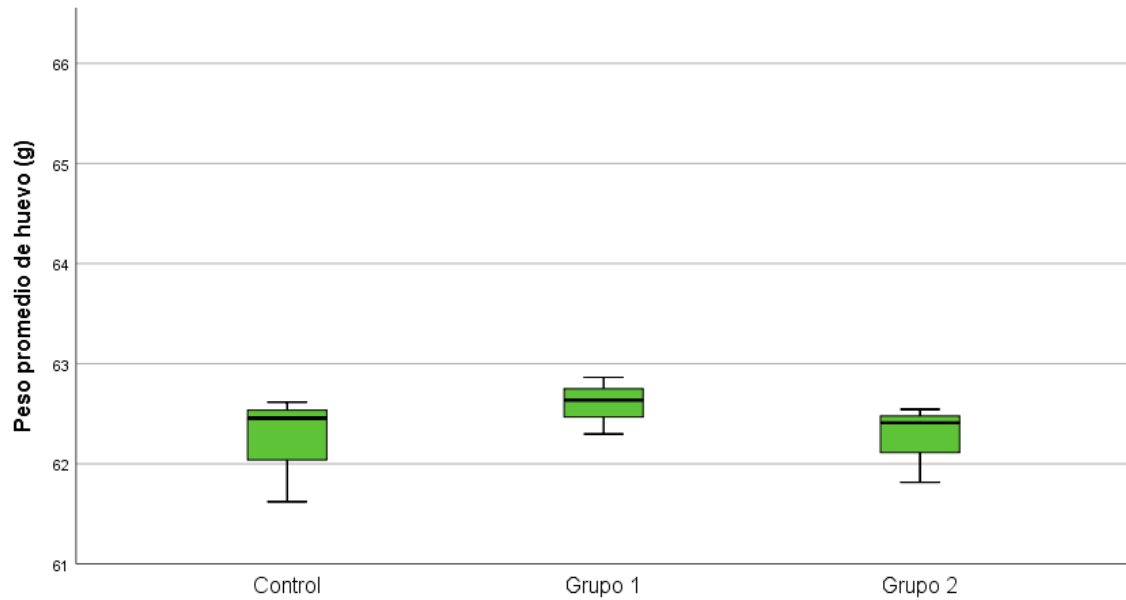
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 36.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 1ª semana post tratamiento*



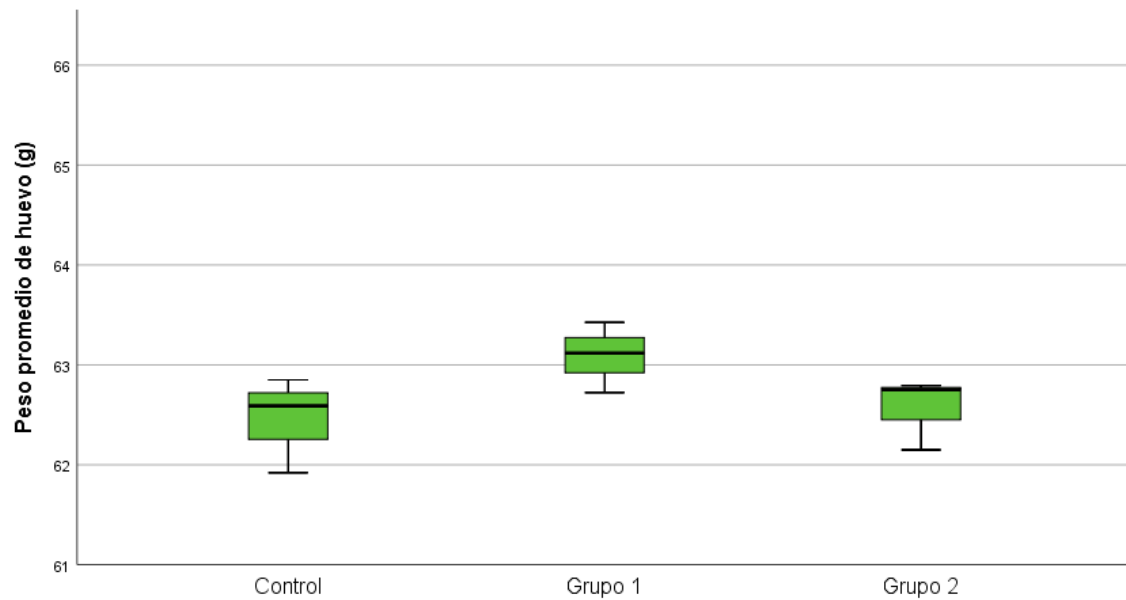
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 37.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 2° semana post tratamiento*



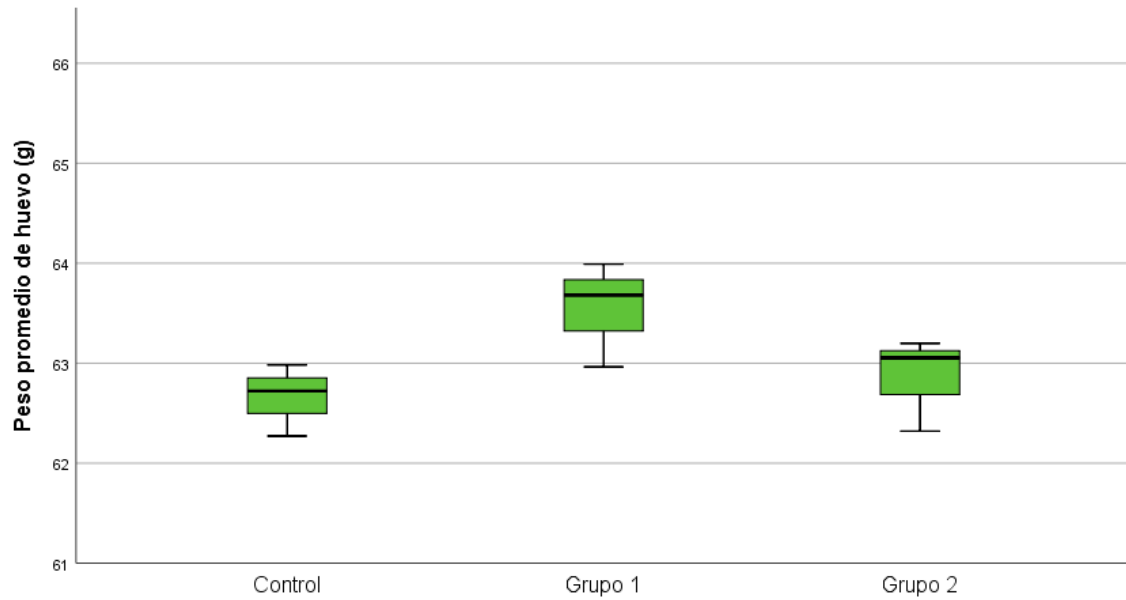
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 38.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 3° semana post tratamiento*



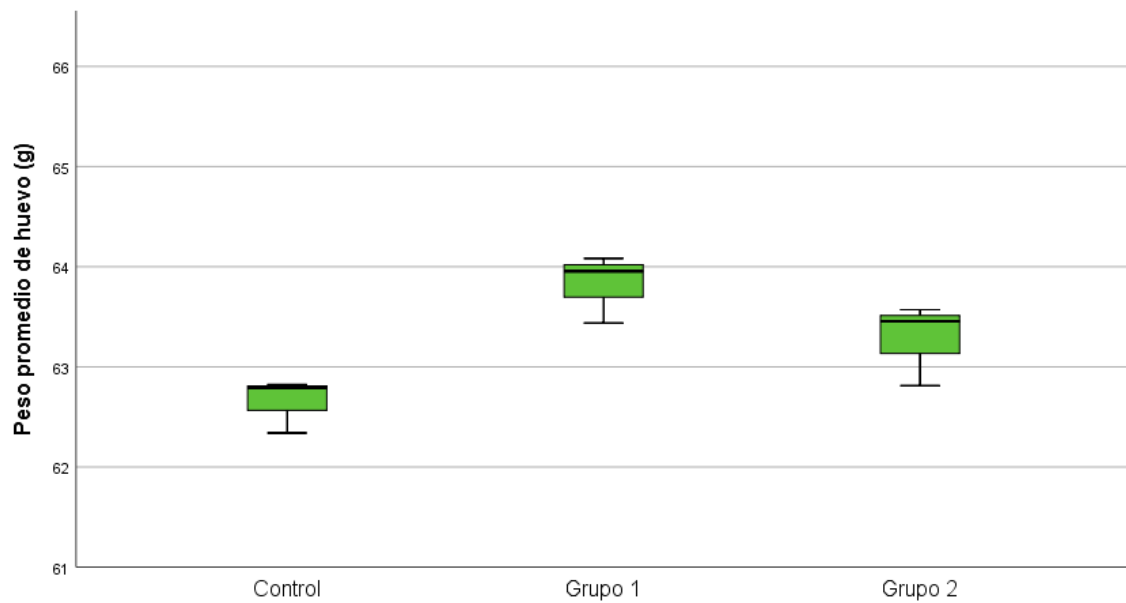
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 39.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 4<sup>o</sup> semana post tratamiento*



Fuente: Elaboración propia – 2022

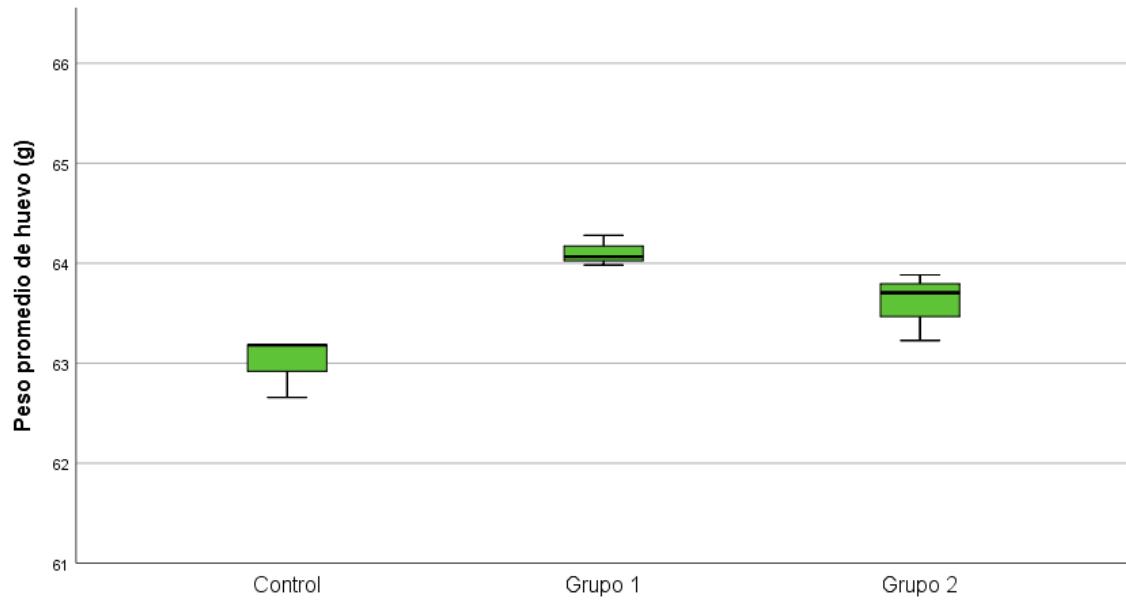
**Gráfico 40.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 5<sup>o</sup> semana post tratamiento*



Fuente: Elaboración propia – 2022

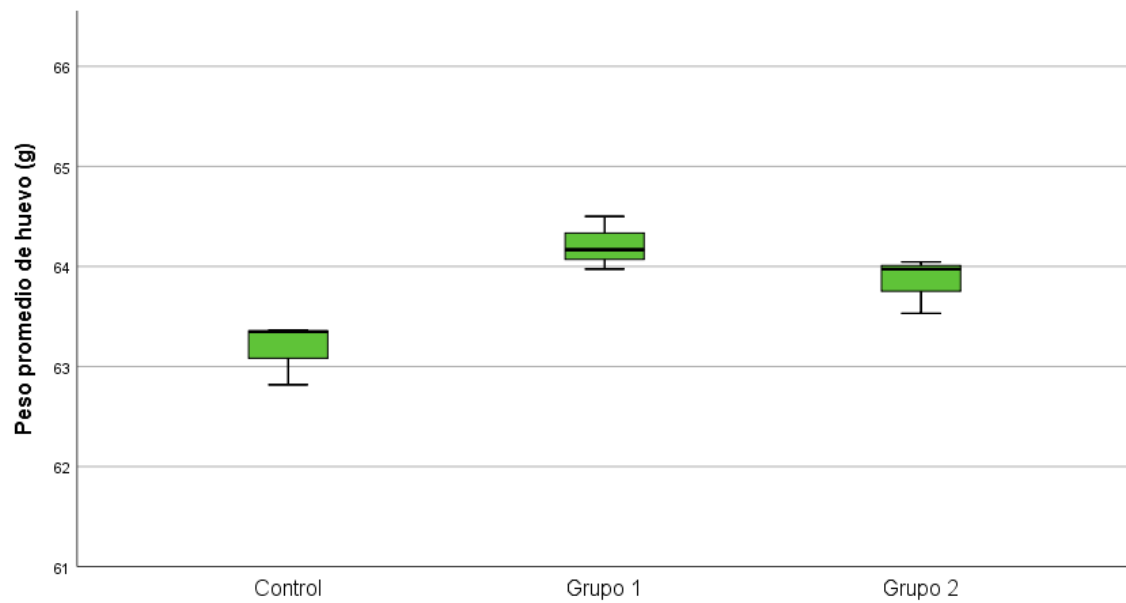


**Gráfico 41.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 6<sup>o</sup> semana post tratamiento*



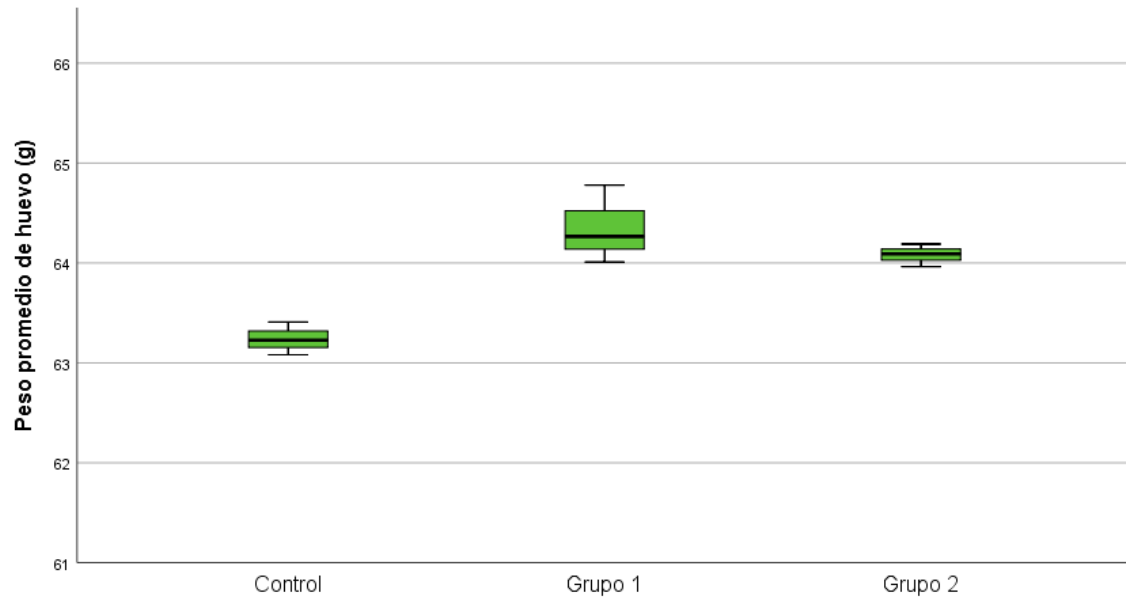
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 42.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 7<sup>o</sup> semana post tratamiento*



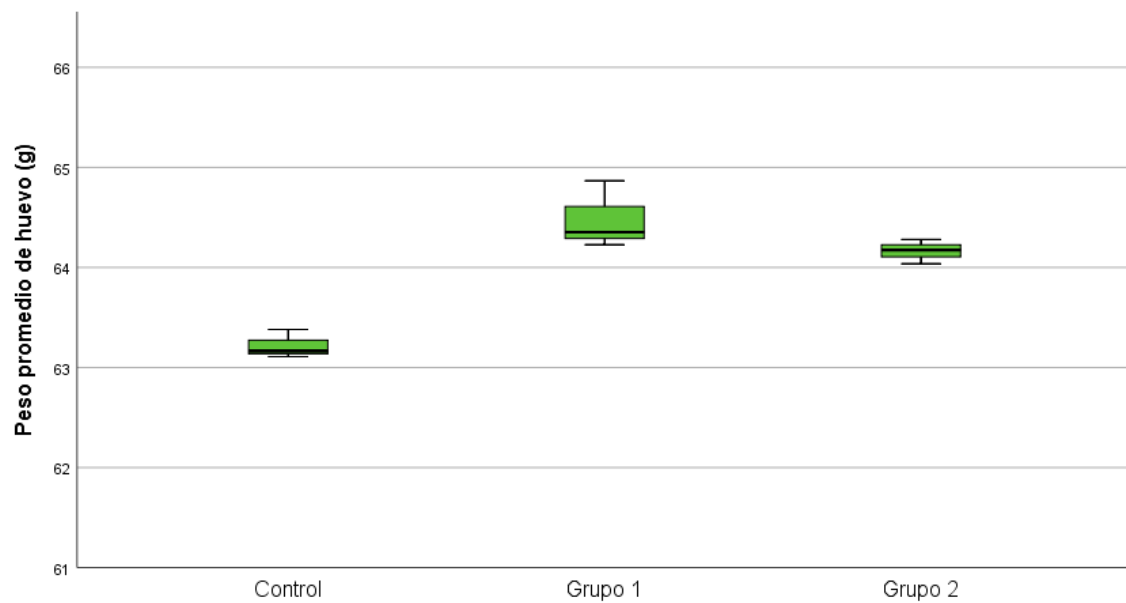
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 43.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 8<sup>o</sup> semana post tratamiento*



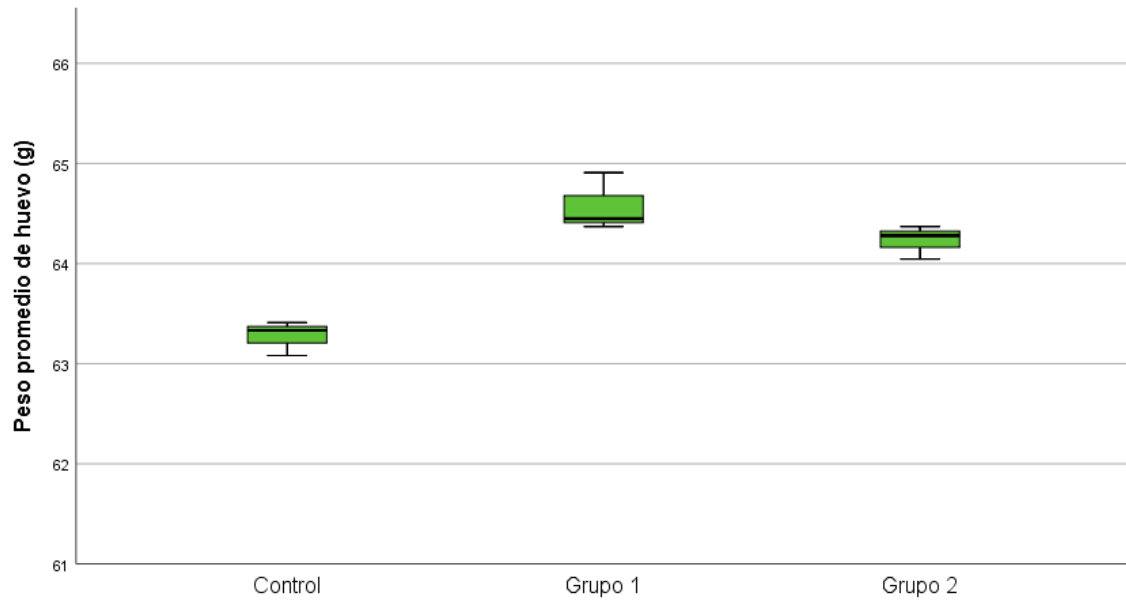
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 44.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 9<sup>o</sup> semana post tratamiento*



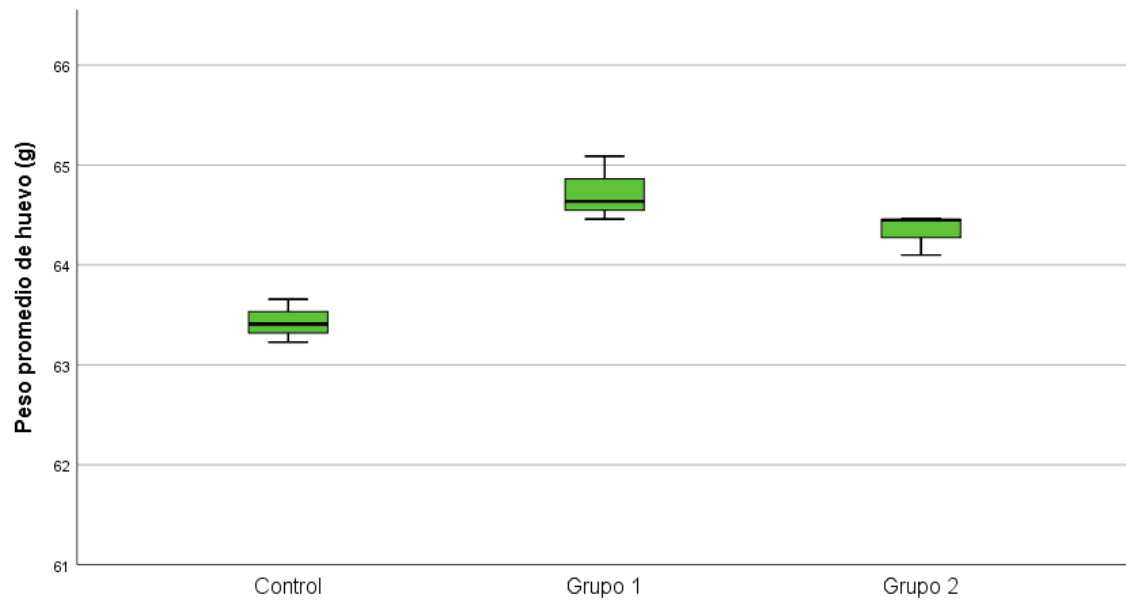
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 45.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 10° semana post tratamiento*



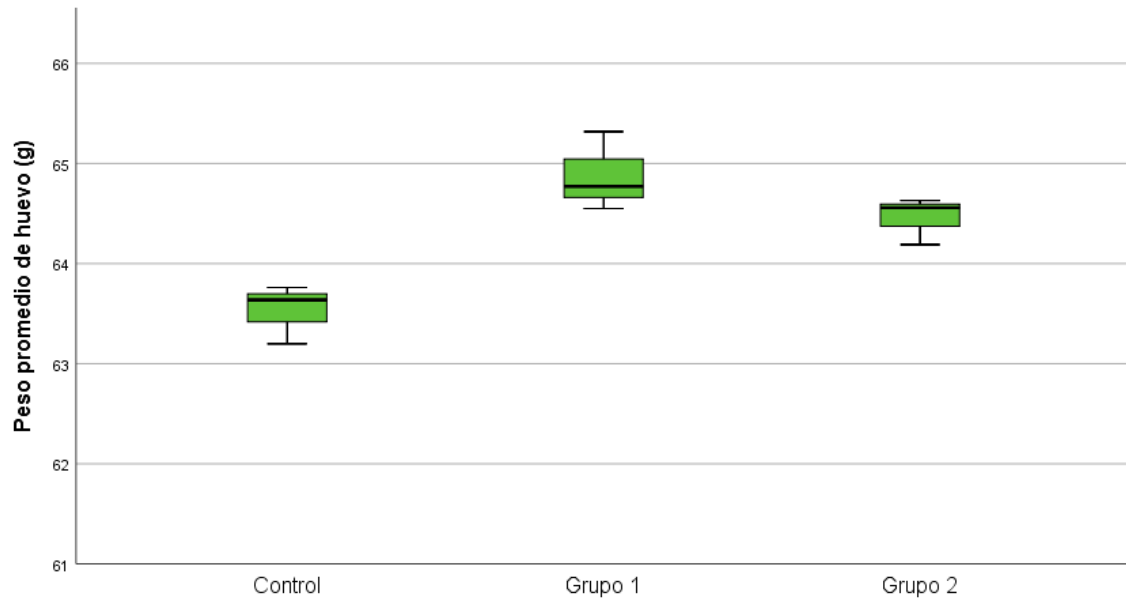
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 46.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 11° semana post tratamiento*



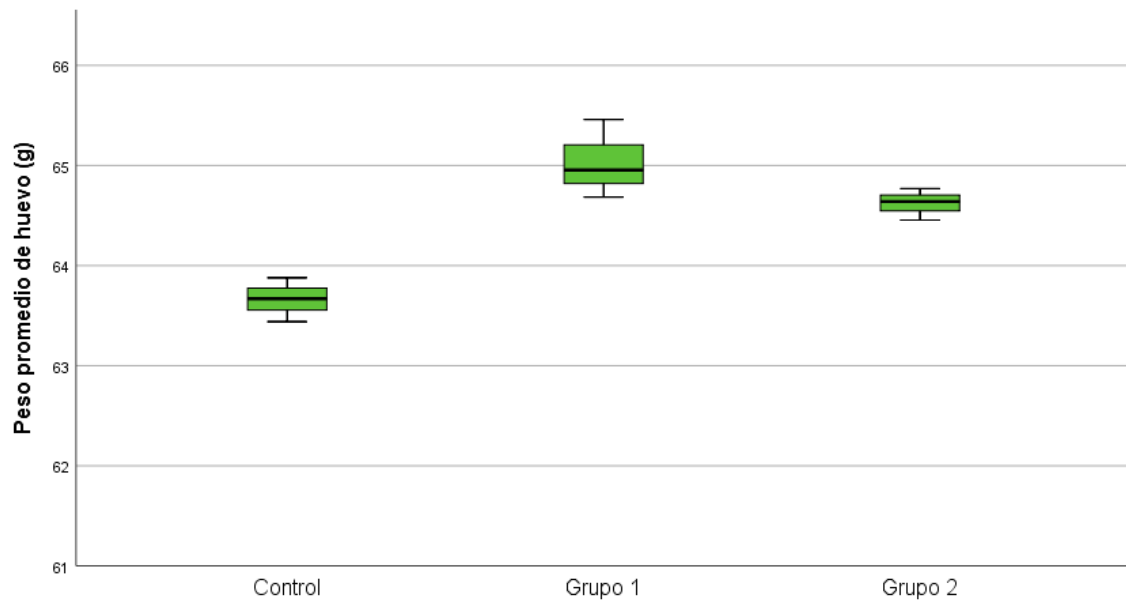
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 47.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 12° semana post tratamiento*



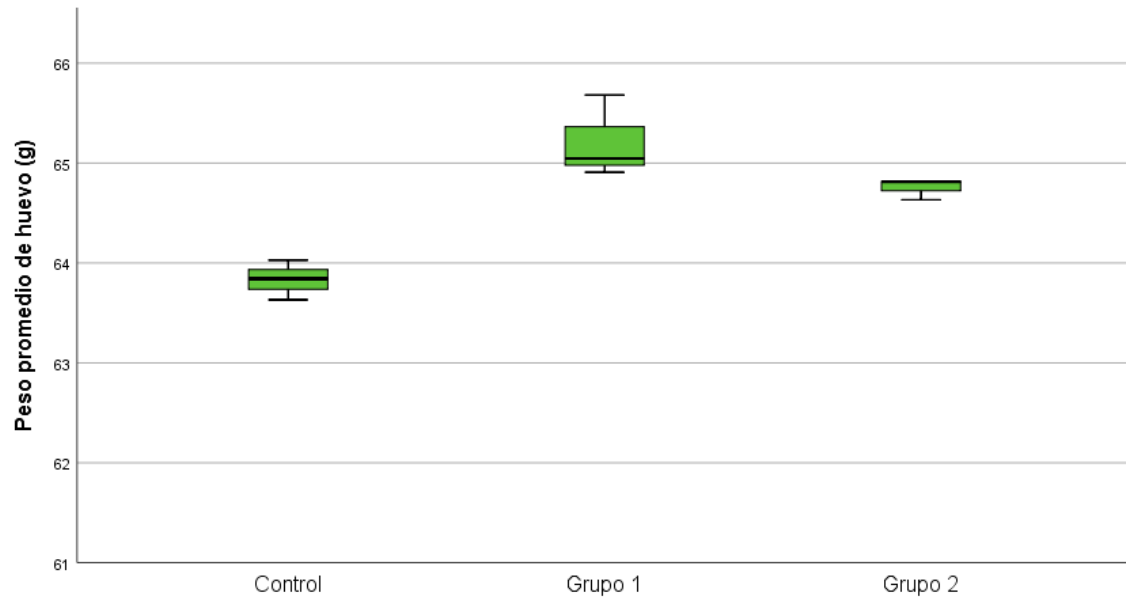
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 48.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 13° semana post tratamiento*



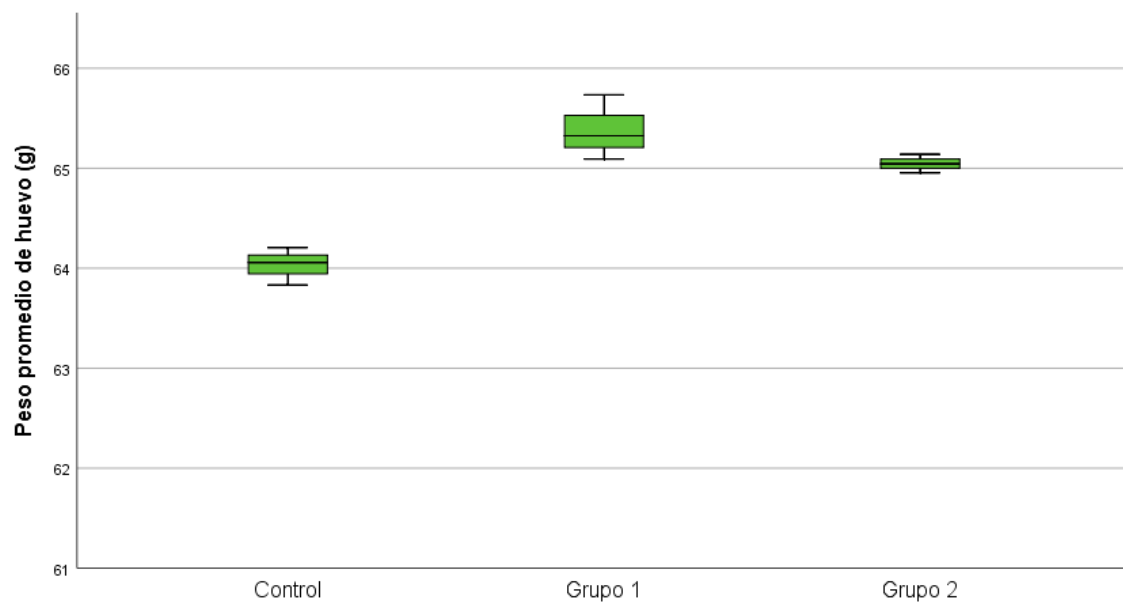
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 49.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 14° semana post tratamiento*



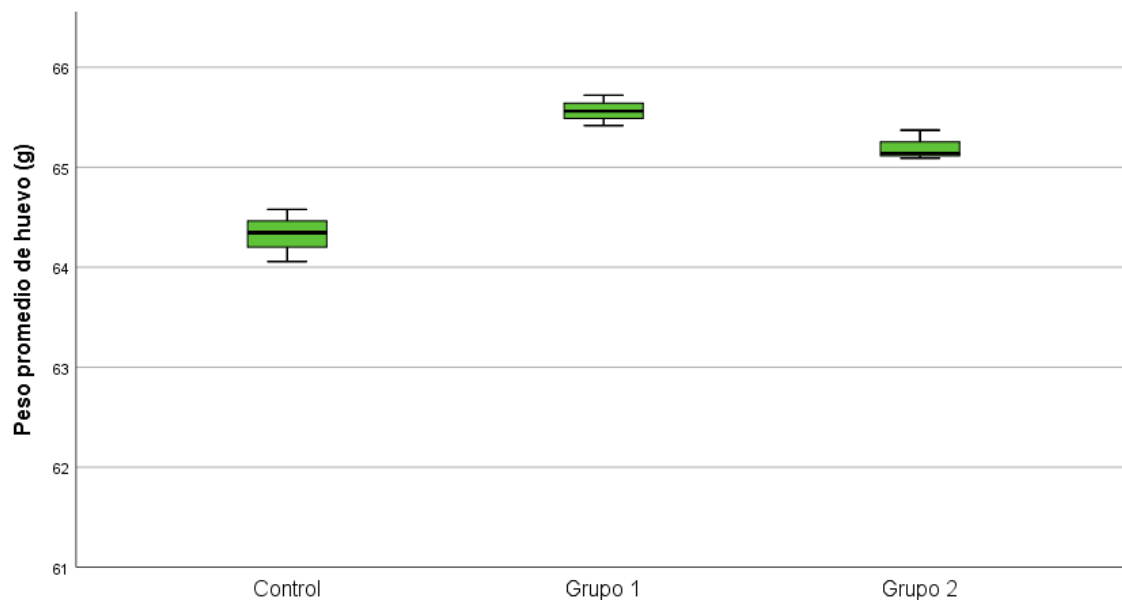
Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 50.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 15° semana post tratamiento*



Fuente: Elaboración propia – 2022

**Gráfico 51.** *Peso promedio del huevo en gramos en la 16° semana post tratamiento*



Fuente: Elaboración propia – 2022

En la semana inicial, a través de la prueba de homocedasticidad de Levene (ver anexo 13), se comprobó que el peso del huevo entre los grupos es homogéneo ( $p > 0.05$ ).

Los resultados de las mediciones semanales del peso del huevo confirman un incremento estadísticamente significativo, según el ANOVA de una vía, frente al control ( $p < 0.05$ ) en los grupos 1 y 2 desde la 5° y 6° semana post tratamiento respectivamente, hasta el final del experimento, según la prueba de Duncan (ver tabla 3; y gráficos 36 al 52).

## IX. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue determinar los efectos sobre los parámetros productivos de tasa de postura, fragilidad de la cáscara y peso del huevo de gallinas Hy-line Brown en producción, de 52 semanas de edad, mediante la suplementación durante 16 semanas con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la dieta.

Los postbióticos son una nueva tecnología aplicada para mejorar distintos aspectos de la salud tanto en medicina humana como veterinaria (Bontempo et al., 2006; Desnoyers et al., 2009; Yalçın et al., 2010); consisten en células inactivadas de manera intencional, pudiendo incluir partes de las mismas o sus metabolitos (Salminen et al., 2021). Los postbióticos elaborados con células de levadura han demostrado ser un suplemento prometedor para el alimento de animales en el rubro pecuario, pues mantienen los efectos positivos de la levadura sobre la modulación de la microbiota intestinal, el sistema inmunológico y la morfología intestinal (ENHALOR, 2020; Jin et al., 2019; Jensen et al., 2008; Zhang et al. 2020).

Según los resultados obtenidos de la presente investigación, la tasa de postura no logró alcanzar una diferencia estadística entre los grupos de aves analizadas. Se hipotetizó que, con la suplementación de postbióticos de levadura en la dieta, dicho parámetro podría verse incrementado, pues en otros estudios se habían obtenido efectos estadísticamente significativos sobre otros parámetros productivos tanto en gallinas de postura, mejorando la tasa de mortalidad, la tasa de huevos rotos (Jiaqi et al. 2017) o la conversión alimenticia (Hui et al.,

2016); como para otras líneas productivas como pollos de carne, donde consigue incrementar la ganancia de peso e igualmente mejorar la conversión alimenticia. No obstante, hay que considerar que la puesta de huevos es influenciada de manera primordial debido a un ciclo diario neuroendocrino y ovárico que estimulan la ovulación, seguida de la ovoposición (Scanes & Dridi, 2021); es difícil entonces poder influenciar dicho parámetro con un suplemento orientado a la salud intestinal y a potenciar la inmunidad, cuando las aves ya mantienen una tasa de postura adecuada según su genética y edad, y no se presentan condiciones importantes que lo afecten tales como fallos nutricionales (déficit de proteínas, energía o minerales; necesarios para la producción del huevo) o de manejo (iluminación: teniendo en cuenta que es necesario un correcto balance de luz-oscuridad para la estimulación preovulatoria de la LH) (Jacob et al., 2021; Hy-Line, 2017; Scanes & Dridi, 2021); o sin que exista un desafío sanitario importante que pueda disminuir la tasa de postura, como por ejemplo ocurre con la micoplasmosis (Swayne et al., 2019).

En el presente experimento se aprecia que la tasa de rotura de huevos, indicador utilizado para evaluar la fragilidad de la cáscara, fue significativamente menor en las aves suplementadas con postbiótico de levadura. Este hallazgo coincide con lo reportado por Jiaqi et al. (2017) y Hui et al. (2016) en sus respectivos estudios. Referente a ello, Scanes & Dridi (2021) nos describen que la formación de la cáscara de huevo tiene lugar en el istmo (donde se depositan las membranas de la cáscara) y el útero (donde ocurre la mineralización de la cáscara); la mayor cantidad del calcio utilizado en el proceso es proveniente de la dieta, mientras que lo restante



es extraído de los huesos medulares. Podemos entender entonces que la adecuada ingesta y absorción de calcio tienen una influencia directa sobre la resistencia de la cáscara.

La mayor absorción de calcio en el tracto intestinal ocurre en la porción proximal del yeyuno (van der Klis et al., 1990); aquí puede ser transportado a través de un sistema pasivo paracelular o activo transcelular (Dimke et al., 2011), y sufre la influencia directa de la hormona calcitriol  $1.25(0H)2D3$ , de la vitamina D (Scanes & Dridi, 2021). Tal como describen Gloux et al. (2019), la difusión pasiva del Ca se lleva a cabo en las uniones estrechas, teniendo la claudina (1, 2, 10 y 12) y la ocludina un rol importante en este proceso. Al respecto, Zhang et al. (2020) nos demuestran en su experimento que los cultivos de levadura son capaces de promover la expresión de genes ocludina y claudina 1: Se resuelve entonces que los cultivos de levadura son capaces de mejorar el proceso de difusión pasiva del calcio al estimular la producción de algunos de los componentes necesarios para que se lleve a cabo dicha difusión.

Asimismo, el proceso de transporte activo del calcio, según describen Scanes & Dridi (2021) y Stafford et al. (2017), se lleva a cabo en su totalidad en las microvellosidades de los enterocitos; células que a su vez conforman la mayor parte de las vellosidades de la mucosa intestinal: Es factible concluir entonces que, los postbióticos de levadura tienen un efecto positivo sobre el aprovechamiento del calcio en la dieta (que, a la postre, influye positivamente en disminuir la fragilidad de la cáscara) puesto que se aumentan los sitios donde se puede llevar a cabo el transporte o difusión de este mineral al promover un mayor crecimiento de las vellosidades (vellosidades más largas poseen un mayor superficie de enterocitos y uniones

estrechas) en la sección del intestino (yeyuno) donde se realiza esta absorción, como demostraron Zhang et al., (2023) y Jiaqi et al. (2017) en gallinas en etapa de producción.

La vitamina D es esencial para mantener la producción de huevos y la calidad de la cáscara, pues su forma biológicamente activa (calcitriol) es clave para aumentar la absorción de calcio a nivel intestinal (Scanes & Dridi, 2021). Tal como describe Holick (1995), citado por Blanch & Olivé (2014), la vitamina D de la dieta (en su forma D2 o D3) se asimila en la parte superior del yeyuno por difusión mediante micelas. Al igual que ocurre con el calcio, los postbióticos de levadura, al incrementar la superficie [vellosidades intestinales, demostrado por Zhang (2023)] donde se realiza la absorción de la vitamina proveniente del pienso, favorecen a que se cumpla satisfactoriamente su requerimiento diario, permitiendo que la cáscara tenga la resistencia adecuada.

De los dos primeros parámetros evaluados (Tasa de postura y fragilidad de la cáscara) es importante destacar que, tal como se señalan los expertos de Hy-Line (2016): Ante una deficiencia de calcio en la dieta, el más sensible es la fragilidad de la cáscara, siendo en consecuencia el que mayor grado de variabilidad tendrá con una mayor/menor absorción de Ca en la dieta. Esto podría explicar por qué hubo una diferencia significativa con la fragilidad de la cáscara y no con la tasa de postura en el experimento.

Así como ocurre con la absorción de calcio y vitamina D, promover el desarrollo de vellosidades intestinales de mayor longitud, con un suplemento orientado a la salud intestinal

y la inmunidad, también permite el mejor aprovechamiento de otros nutrientes, como son los péptidos y aminoácidos, que también son transportados a través de los enterocitos por vía transcelular (o paracelular, en el caso de los péptidos) según nos explican Scanes & Dridi (2021). Conforme al parámetro del peso del huevo, los expertos de Hy-Line (2018) exponen que uno de los factores influyentes es la nutrición: La energía, la metionina, el ácido linoléico, grasa total, y algunos aminoácidos pueden estimular un incremento del tamaño y peso del huevo al ser asimilados en mayor cantidad por las aves. Podemos concluir entonces que los postbióticos de levadura poseen el efecto de aumentar el peso del huevo, nuevamente, al incrementar la superficie de absorción de los mismos en el intestino delgado. Esta afirmación es consistente con los resultados obtenidos en este estudio, pues los huevos de las aves que recibieron suplementación con el postbiótico de levadura tuvieron un peso estadísticamente significativo mayor comparados al control, y teniendo en cuenta que todas las condiciones (edad de las aves, tamaño de partículas y nutrientes de la dieta, disponibilidad de agua, entre otros) fueron las mismas para todos los grupos.

Considerando el tiempo en que tardaron en aparecer, durante el experimento, las diferencias significativas en los parámetros de fragilidad de cáscara y peso del huevo, al suplementar la dieta de las aves con las dos dosis de postbióticos de levadura (5 – 6 semanas para el primero, 7 semanas para el segundo) frente al control, y considerando también que en los reportes de Gonzales Lizana (2020) y Hui et al. (2016) se exponen igualmente periodos de 5 semanas para la manifestación de las primeras diferencias estadísticas entre grupos experimental y control; podemos inferir que los efectos sugeridos de aumento de longitud de las vellosidades en el

intestino delgado toman tiempo en desarrollarse. Entre los factores que promueven dicho desarrollo podemos mencionar el establecimiento de una microbiota benéfica estable y la función de barrera de la mucosa, descritos por Scanes & Dridi (2021). Ambos elementos, favorecidos por el cultivo de levadura, como demuestran Zhang et al. (2020), apuntan al objetivo principal de proteger la integridad intestinal frente a los microbios nocivos que pretendan instalarse.

Si se protege la mucosa de la destrucción causada por estos patógenos, se ahorran esfuerzos del tejido intestinal para una reconstrucción constante, y facilita la conservación y desarrollo de las vellosidades intestinales, resguardando la integridad intestinal; de tal forma, hay un mejor aprovechamiento de los nutrientes en la dieta y, finalmente, la obtención de mejores parámetros productivos: Precisamente lo que se observó en el presente trabajo de tesis.

## X. CONCLUSIONES

- La suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) a razón de 0.075% y 0.1% en el alimento en el presente experimento, no alcanzó un efecto significativo sobre la tasa de postura en gallinas de postura en etapa productiva.
- La suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento, a razón de 0.075% y 0.1%, demostró un efecto positivo significativo sobre la fragilidad de la cáscara de huevo en gallinas de postura en etapa productiva, mostrando una diferencia estadística luego de las primeras 7 semanas desde el inicio del tratamiento, y preservando la dureza de la cáscara durante las 16 semanas que duró la experimentación.
- La suplementación con postbiótico de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el alimento, a razón de 0.075% y 0.1%, incrementó significativamente el peso del huevo en gallinas de postura de 52 semanas de edad frente al control, a partir de la 6<sup>o</sup> y 5<sup>o</sup> semana post tratamiento respectivamente, desde que se suministró el tratamiento.
- La eficiencia para producir los efectos positivos de ambos tratamientos (0.075% y 0.1% de suplementación en el alimento) fueron muy similares, y no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellas durante casi toda la prueba: Se concluye que

ambas dosis son efectivas para producir efectos beneficiosos sobre los parámetros de fragilidad de la cáscara y peso del huevo en gallinas de 52 semanas de edad.

## **XI. RECOMENDACIONES**

- Continuar con las pruebas con dosis menores por tonelada de alimento, para comprobar si los postbióticos de levadura continúan ejerciendo sus efectos beneficios con menor suplementación; así como dosis mayores, para evaluar si se consiguen diferencias significativas en la tasa de postura.
- Realizar pruebas en diferentes edades, para comparar la eficiencia de los postbióticos en las diferentes etapas de las gallinas de postura.
- Incorporar más parámetros para evaluación en los estudios posteriores, tales como longitud de las vellosidades intestinales, grosor de la cáscara, coloración de la cáscara, entre otros.
- Proseguir con las pruebas de suplementación de postbióticos en estirpes de carne o de reproducción, así como en diferentes especies animales como porcinos o cuyes.

## XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ada, L; Blanco, J; De las Cagigas, R. (2002). Prebióticos Y Probióticos, Una Relación Beneficiosa. *Rev. cuba. aliment. nutr* , 16(1), 63-68.
- Alarcón, L. V., Allepuz, A., & Mateu, E. (2021). *Biosecurity in pig farms: a review*.  
<https://doi.org/10.1186/s40813-020-00181-z>
- Bernal Torres, C. A. (2009). Metodología De La Investigación. In *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CESAR BERNAL CUARTA EDICION* (3rd ed.). PEARSON EDUCACIÓN.
- Bischoff, S. C., Barbara, G., Buurman, W., Oosthuizen, T., Schulzke, J. D., Serino, M., Tilg, H., Watson, A., & Wells, J. M. (2014). Intestinal permeability – a new target for disease prevention and therapy. *BMC Gastroenterology*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/S12876-014-0189-7>
- Blanch, A., & Olivé, M. (2014). La VITAMINA D y sus metabolitos en avicultura. *SELECCIONES AVÍCOLAS*, 19–22.
- Bontempo, V., Di Giancamillo, A., Savoini, G., Dell’Orto, V., & Domeneghini, C. (2006). Live yeast dietary supplementation acts upon intestinal morpho-functional aspects and growth in weanling piglets. *Animal Feed Science and Technology*, 129(3–4), 224–236.  
<https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2005.12.015>
- Borel, P. (2003). Factors affecting intestinal absorption of highly lipophilic food microconstituents (fat-soluble vitamins, carotenoids and phytosterols). In *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* (Vol. 41, Issue 8, pp. 979–994). Clin Chem Lab Med.  
<https://doi.org/10.1515/CCLM.2003.151>



- Brenes, A., & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1–2), 1–14. <https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2010.03.007>
- Broom, L. J. (2015). Organic acids for improving intestinal health of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 71(4), 630–642. <https://doi.org/10.1017/S0043933915002391>
- Çabuk, M., Eratak, S., Alçicek, A., & Bozkurt, M. (2014). Effects of herbal essential oil mixture as a dietary supplement on egg production in quail. *The Scientific World Journal*. <https://doi.org/10.1155/2014/573470>
- Carro, M. D., & Ranilla, J. (2002). *LOS ADITIVOS ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO DE LOS ANIMALES: SITUACIÓN ACTUAL Y POSIBLES ALTERNATIVAS*. Sitio Argentino de Producción Animal. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Caspani, G., & Swann, J. (2019). Small talk: microbial metabolites involved in the signaling from microbiota to brain. In *Current Opinion in Pharmacology* (Vol. 48, pp. 99–106). *Curr Opin Pharmacol*. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2019.08.001>
- CDC. (2012, September 13). *Salmonella Enteritidis Infections Linked to Ground Beef*. <https://www.cdc.gov/salmonella/enteritidis-07-12/signs-symptoms.html>
- Clavijo, V., & Flórez, M. J. V. (2018). The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: A review. *Poultry Science*, 97(3), 1006–1021. <https://doi.org/10.3382/PS/PEX359>
- Corr, S. C., Li, Y., Riedel, C. U., O'Toole, P. W., Hill, C., & Gahan, C. G. M. (2007). Bacteriocin production as a mechanism for the antiinfective activity of *Lactobacillus salivarius* UCC118.

*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(18), 7617–7621. <https://doi.org/10.1073/PNAS.0700440104>

Desnoyers, M., Giger-Reverdin, S., Bertin, G., Duvaux-Ponter, C., & Sauvant, D. (2009). Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1620–1632. <https://doi.org/10.3168/JDS.2008-1414>

Dimke, H., Hoenderop, J. G. J., & Bindels, R. J. M. (2011). Molecular basis of epithelial Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> transport: Insights from the TRP channel family. In *Journal of Physiology* (Vol. 589, Issue 7, pp. 1535–1542). *J Physiol*. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2010.199869>

ENHALOR. (2020). *Bioyestar*. <https://www.enhalor.com/proshow/?1.html>

FAO. (2022). *Production. Gateway to poultry production and products. Chickens*.

Feng, Y., Wang, Y., Wang, P., Huang, Y., & Wang, F. (2018). Short-Chain Fatty Acids Manifest Stimulative and Protective Effects on Intestinal Barrier Function Through the Inhibition of NLRP3 Inflammasome and Autophagy. *Cellular Physiology and Biochemistry: International Journal of Experimental Cellular Physiology, Biochemistry, and Pharmacology*, 49(1), 190–205. <https://doi.org/10.1159/000492853>

Foster, N., Kyriazakis, I., & Barrow, P. (2021). Advancements and Technologies in Pig and Poultry Bacterial Disease Control. In *Advancements and Technologies in Pig and Poultry Bacterial Disease Control*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-02322-1>

Gloux, A., le Roy, N., Brionne, A., Bonin, E., Juanchich, A., Benzoni, G., Piketty, M.-L., Prié, D., Nys, Y., Gautron, J., Narcy, A., & Duclos, M. J. (2019). Candidate genes of the transcellular

- and paracellular calcium absorption pathways in the small intestine of laying hens. *Poultry Science*, 98(11), 6005–6018. <https://doi.org/10.3382/ps/pez407>
- Goldstein, D. L. (1989). Absorption by the cecum of wild birds: is there interspecific variation. *The Journal of Experimental Zoology. Supplement : Published under Auspices of the American Society of Zoologists and the Division of Comparative Physiology and Biochemistry*, 3(3 S), 103–110. <https://doi.org/10.1002/JEZ.1402520517>
- Gonzales Lizana, C. D. (2020). *Uso de metabolitos funcionales bioactivos en dietas de pollos cobb 500 sobre el comportamiento productivo*.
- Grandclément, C., Tannières, M., Moréra, S., Dessaux, Y., & Faure, D. (2016). Quorum quenching: role in nature and applied developments. *FEMS Microbiology Reviews*, 40(1), 86–116. <https://doi.org/10.1093/FEMSRE/FUV038>
- Heard, G. S., & Annison, E. F. (1986). Gastrointestinal absorption of vitamin B-6 in the chicken (*Gallus domesticus*). *The Journal of Nutrition*, 116(1), 107–120. <https://doi.org/10.1093/JN/116.1.107>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014a). *METODOLOGIA INVESTIGACIÓN* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014b). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGRAW-HILL .
- Hui, L., Cheng, P., Xueqiong, K., & Shangping, X. (2016). Efectos de la Suplementación con Cultivo de Levadura en la Dieta sobre el Rendimiento de la Puesta y la Calidad del Huevo. *Exposición de Piensos*, 4. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-0084.2016.04.006>
- Hy-Line. (2017). *Boletín Técnico. La ciencia de la calidad del huevo*.

- Hy-Line. (2018). *Boletín Técnico. Mejorando el tamaño del huevo*
- Hy-Line. (2016). *Technical Update. Understanding the role of the skeleton in egg production.*
- Hy-Line. (2022). *Hy-Line Brown*. <https://www.hyline.com/spanish/variedades/brown>
- International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP). (2020). *Prebiotics*.  
<https://isappscience.org/for-scientists/resources/prebiotics/>
- Itzá Ortiz, M. F., & Ciro Galeano, J. A. (2020). *Parámetros productivos importancia en producción avícola*. BM Editores. <https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-importancia-en-produccion-avicola/>
- Jacob, J. P., Wilson, H. R., Miles Richard D., Butcher, G. D., & Mather, F. Ben. (2021). *Factors Affecting Egg Production in Backyard Chicken Flocks*. University of Florida IFAS Extension.  
<https://edis.ifas.ufl.edu/publication/PS029>
- Jamroz, D., Jakobsen, K., Bach Knudsen, K. E., Wiliczekiewicz, A., & Orda, J. (2002). Digestibility and energy value of non-starch polysaccharides in young chickens, ducks and geese, fed diets containing high amounts of barley. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology*, 131(3), 657–668. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(01\)00517-7](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(01)00517-7)
- Jensen, G. S., Patterson, K. M., & Yoon, I. (2008). Yeast culture has anti-inflammatory effects and specifically activates NK cells. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 31(6), 487–500. <https://doi.org/10.1016/J.CIMID.2007.08.005>
- Jiaqi, Z., Yuchang, Q., Junguo, L., Jun, L., Libin, N., & Zhiqin, Y. (2017). Efectos del cultivo de levadura en el rendimiento productivo, la calidad del huevo y el índice de higiene del huevo en

gallinas ponedoras. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 29(9).

<https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-267x.2017.09.038>

Jin, X., Zhang, M., & Yang, Y. feng. (2019). Saccharomyces cerevisiae  $\beta$ -glucan-induced SBD-1 expression in ovine ruminal epithelial cells is mediated through the TLR-2-MyD88-NF- $\kappa$ B/MAPK pathway. *Veterinary Research Communications*, 43(2), 77–89.

<https://doi.org/10.1007/s11259-019-09747-x>

Józefiak, D., Rutkowski, A., & Martin, S. A. (2004). Carbohydrate fermentation in the avian ceca: A review. In *Animal Feed Science and Technology* (Vol. 113, Issues 1–4, pp. 1–15). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.09.007>

Khan, S. H., & Iqbal, J. (2015). Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition.

[Http://www.Tandfonline.Com/Action/JournalInformation?Show=aimsScope&journalCode=tar20#.VsXoziCLRhE](http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?show=aimsScope&journalCode=tar20#.VsXoziCLRhE), 44(1), 359–369. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1079527>

Laverde Gomez, J. A., Mukhopadhyaya, I., Duncan, S. H., Louis, P., Shaw, S., Collie-Duguid, E., Crost, E., Juge, N., & Flint, H. J. (2019). Formate cross-feeding and cooperative metabolic interactions revealed by transcriptomics in co-cultures of acetogenic and amyolytic human colonic bacteria. *Environmental Microbiology*, 21(1), 259–271. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14454>

Laverty, G., Elbrønd, V. S., Árnason, S. S., & Skadhauge, E. (2006). Endocrine regulation of ion transport in the avian lower intestine. In *General and Comparative Endocrinology* (Vol. 147, Issue 1, pp. 70–77). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.ygcn.2006.01.008>

Leasure, E. E., & Link, R. P. (1940). Studies on the Saliva of the Hen. *Poultry Science*, 19(2), 131–134. <https://doi.org/10.3382/PS.0190131>

- Lebeer, S., Vanderleyden, J., & De Keersmaecker, S. C. J. (2010). Host interactions of probiotic bacterial surface molecules: Comparison with commensals and pathogens. In *Nature Reviews Microbiology* (Vol. 8, Issue 3, pp. 171–184). Nat Rev Microbiol. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2297>
- Lopera, P. (2017). Medición de Parámetros Productivos en Avicultura. *AviNews A. Latina*, 1.
- Mahdy, M. A., Jamal, M. T., Al-Harb, M., Al-Mur, B. A., & Haque, F. (2022). *Use of yeasts in aquaculture nutrition and immunostimulation: A review*. <https://doi.org/10.7324/JABB.2022.100507>
- Markowiak, P., & Ślizewska, K. (2018). The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens*, 10(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/S13099-018-0250-0/METRICS>
- Okumura, R., & Takeda, K. (2017). Roles of intestinal epithelial cells in the maintenance of gut homeostasis. *Experimental & Molecular Medicine*, 49(5). <https://doi.org/10.1038/EMM.2017.20>
- Petrova, M. I., Imholz, N. C. E., Verhoeven, T. L. A., Balzarini, J., Van Damme, E. J. M., Schols, D., Vanderleyden, J., & Lebeer, S. (2016). Lectin-Like Molecules of *Lactobacillus rhamnosus* GG Inhibit Pathogenic *Escherichia coli* and *Salmonella* Biofilm Formation. *PloS One*, 11(8). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0161337>
- Rehman, H. U., Vahjen, W., Awad, W. A., & Zentek, J. (2007). Indigenous bacteria and bacterial metabolic products in the gastrointestinal tract of broiler chickens. *Archives of Animal Nutrition*, 61(5), 319–335. <https://doi.org/10.1080/17450390701556817>
- Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M. M., Sanders, M. E., Shamir, R., Swann, J. R., Szajewska, H., & Vinderola, G. (2021). The International Scientific

Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 2021 18:9, 18(9), 649–667. <https://doi.org/10.1038/s41575-021-00440-6>

Sanchez, N. C. B., Broadway, P. R., & Carroll, J. A. (2021). Influence of Yeast Products on Modulating Metabolism and Immunity in Cattle and Swine. *Animals* 2021, Vol. 11, Page 371, 11(2), 371. <https://doi.org/10.3390/ANI11020371>

Scanes, C. G., & Dridi, S. (Eds.). (2021). *Sturkie's Avian physiology* (7th ed.).

Schmölz, L. (2016). Complexity of vitamin E metabolism. *World Journal of Biological Chemistry*, 7(1), 14. <https://doi.org/10.4331/wjbc.v7.i1.14>

Shang, Y., Kumar, S., Oakley, B., & Kim, W. K. (2018). Chicken Gut Microbiota: Importance and Detection Technology. *Frontiers in Veterinary Science*, 5(OCT), 254. <https://doi.org/10.3389/FVETS.2018.00254>

Stafford, N., Wilson, C., Oceandy, D., Neyses, L., & Cartwright, E. J. (2017). The Plasma Membrane Calcium ATP and Their Role as Major New Players in Human Disease. *Physiological Reviews*, 97(3), 1089–1125. <https://doi.org/10.1152/physrev.00028.2016>

Sudo, S. Z., & Duke, G. E. (1980). Kinetics of absorption of volatile fatty acids from the ceca of domestic turkeys. *Comparative Biochemistry and Physiology -- Part A: Physiology*, 67(2), 231–237. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(80\)90268-6](https://doi.org/10.1016/0300-9629(80)90268-6)

Sun, Z., Harris, H. M. B., McCann, A., Guo, C., Argimón, S., Zhang, W., Yang, X., Jeffery, I. B., Cooney, J. C., Kagawa, T. F., Liu, W., Song, Y., Salvetti, E., Wrobel, A., Rasinkangas, P., Parkhill, J., Rea, M. C., O'Sullivan, O., Ritari, J., ... O'Toole, P. W. (2015). Expanding the biotechnology potential of lactobacilli through comparative genomics of 213 strains and

associated genera. *Nature Communications* 2015 6:1, 6(1), 1–13.

<https://doi.org/10.1038/ncomms9322>

Svihus, B., Choct, M., & Classen, H. L. (2013). Function and nutritional roles of the avian caeca: a review. *World's Poultry Science Journal*, 69(2), 249–264.

<https://doi.org/10.1017/S0043933913000287>

Swiaętkiewicz, S., Arczewska-Włosek, A., & Józefiak, D. (2014). Immunomodulatory efficacy of yeast cell products in poultry: a current review. *World's Poultry Science Journal*, 70(1), 57–

68. <https://doi.org/10.1017/S0043933914000051>

Swayne, D. E., Glisson, J. R., McDougald, L. R., Nolan, L. K., Suarez, D. L., & Nair, V. (Eds.). (2019). *Diseases of Poultry* (14th ed.).

Tactacan, G. B., Rodriguez-Lecompte, J. C., Karmin, O., & House, J. D. (2011). Functional characterization of folic acid transport in the intestine of the laying hen using the everted intestinal sac model. *Poultry Science*, 90(1), 83–90. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01029>

Tytgat, H. L. P., Douillard, F. P., Reunanen, J., Rasinkangas, P., Hendrickx, A. P. A., Laine, P. K., Paulin, L., Satokari, R., & de Vos, W. M. (2016). Lactobacillus rhamnosus GG Outcompetes Enterococcus faecium via Mucus-Binding Pili: Evidence for a Novel and Heterospecific Probiotic Mechanism. *Applied and Environmental Microbiology*, 82(19), 5756–5762.

<https://doi.org/10.1128/AEM.01243-16/ASSET/B9D5EFAA-9FE4-42E2-AAFE->

[A58240B6C075/ASSETS/GRAPHIC/ZAM9991174180005.JPEG](https://doi.org/10.1128/AEM.01243-16/ASSET/B9D5EFAA-9FE4-42E2-AAFE-A58240B6C075/ASSETS/GRAPHIC/ZAM9991174180005.JPEG)

van der Klis, J. D., Verstegen, M. W., & De Wit, W. (1990). Absorption of minerals and retention time of dry matter in the gastrointestinal tract of broilers. *Poultry Science*, 69(12), 2185–2194.

<https://doi.org/10.3382/ps.0692185>



- Wei, S., Morrison, M., & Yu, Z. (2013). Bacterial census of poultry intestinal microbiome. *Poultry Science*, *92*(3), 671–683. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02822>
- Yalçın, S., Yalçın, S., Çakin, K., Eltan, Ö., & Dağışan, L. (2010). Effects of dietary yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, egg traits, egg cholesterol content, egg yolk fatty acid composition and humoral immune response of laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *90*(10), 1695–1701. <https://doi.org/10.1002/JSFA.4004>
- Zhang, J., Chen, P., Zhang, C., Khalil, M. M., Zhang, N.-Y., Qi, D.-S., Wang, Y.-W., & Sun, L.-H. (2020). Yeast culture promotes the production of aged laying hens by improving intestinal digestive enzyme activities and the intestinal health status. *Poultry Science*, *99*(4), 2026–2032. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.017>
- Zhang, J., Yuan, Y., Wang, F., He, H., Wan, K., & Liu, A. (2023). Effect of yeast culture supplementation on blood characteristics, body development, intestinal morphology, and enzyme activities in geese. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *107*(2), 598–606. <https://doi.org/10.1111/jpn.13706>
- Zimmerman, J. J., Karriker, L. A., Ramirez, A., Schwartz, K. J., Stevenson, G. W., & Zhang, J. (Eds.). (2019). *Diseases of Swine* (11th ed.). John Wiley & Sons, Inc.

### XIII. ANEXOS

#### 13.1. Anexo 1: Consentimiento informado



**Solicitud: Consentimiento para realizar proyecto de tesis**

**Ing. Estuardo Jara Benites**

**Gerente General de Avícola JB S.A.C.**

Yo, Sergio André Aliaga Benites, con DNI 70346248; Ante usted respetuosamente me presento y expongo:

Que, habiendo culminado la carrera de Medicina Veterinaria en la Universidad Ricardo Palma, solicito a usted permiso para realizar un proyecto de tesis titulado: " **Efecto de la suplementación con postbióticos de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en gallinas de postura en etapa productiva**", a fin de obtener el grado de Licenciado.

Se espera, así mismo, que este proyecto de tesis coadyuve en la mejora de la producción de la granja.

Por lo expuesto, y agradeciendo su atención, ruego usted evalúe mi solicitud.

4 de agosto del 2022; Trujillo, Perú

**13.2. Anexo 2:** Formato de evaluación semanal de producción e indicadores de calidad de huevo: Peso promedio y tasa de huevos con cáscara quebrada.

**FORMATO DE EVALUACIÓN SEMANAL DE PRODUCCIÓN E  
INDICADORES DE CALIDAD DE HUEVO: PESO PROMEDIO Y TASA  
DE HUEVOS CON CÁSCARA QUEBRADA**

Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cascara quebrada (%)

Fuente: Elaboración propia – 2022

**13.3. Anexo 3:** Programa de vacunación

SEM	DIAS	VACUNA	VIA DE APLICACION
		<b>GUMBORO</b>	PLANTA DE INCUBACIÓN
		<b>NEWCASTLE + BRONQUITIS</b>	
	1	<b>MAREK HVT + LT + RISPENS</b>	
2	17	<b>NEWCASTLE + BRONQUITIS</b>	ASPERSION / SPRAY
7	50	<b>TIFOSIS 9-R</b>	SC
7	50	<b>CORYZA INFECCIOSA</b>	IM
8	57	<b>NEWCASTLE + BRONQUITIS</b>	ASPERSION / SPRAY
<b>11</b>	<b>74</b>	<b>MYCOPLASMA G.</b>	<b>SPRAY</b>
14	87	<b>NEWCASTLE + BRONQUITIS</b>	ASPERSION / SPRAY
14	92	<b>VIRUELA + ENCEFALO</b>	PUNZON AL ALA
14	92	<b>TIFOSIS 9-R</b>	SC
15	105	<b>CUADRUPLE OLEOSA</b>	IM
19	130	<b>NEWCASTLE + BRONQUITIS</b>	ASPERSION / SPRAY
<b>REVACUNACION DE VACUNA NEWCASTLE + BRONQUITIS A PARTIR DE LAS 35 SEMANAS. LUEGO CADA 10 SEMANAS (45, 55 Y 65 SEM).</b>			







### 13.7. Anexo 7: Prueba de homogeneidad de varianzas para el peso de las aves

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso del ave	,688	2	1149	,503

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.8. Anexo 8: Parámetros productivos evaluados en la semana inicial del tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
0	4/08/2022	Control	1	128	108	6740	2	84.38%	62.41	1.85%
0	4/08/2022	Control	2	128	109	6705	1	85.16%	61.51	0.92%
0	4/08/2022	Control	3	128	110	6835	2	85.94%	62.14	1.82%
0	4/08/2022	Grupo 1	1	128	111	6955	1	86.72%	62.66	0.90%
0	4/08/2022	Grupo 1	2	128	109	6805	2	85.16%	62.43	1.83%
0	4/08/2022	Grupo 1	3	128	110	6835	1	85.94%	62.14	0.91%
0	4/08/2022	Grupo 2	1	128	109	6825	2	85.16%	62.61	1.83%
0	4/08/2022	Grupo 2	2	128	112	6955	1	87.50%	62.10	0.89%
0	4/08/2022	Grupo 2	3	128	111	6845	1	86.72%	61.67	0.90%

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.9. Anexo 9: Prueba de homogeneidad de varianzas para la tasa de postura

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Tasa de Producción (%)	,516	2	6	,621

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.10. Anexo 10: Prueba de homogeneidad de varianzas para la fragilidad de la cáscara

	Estadístico de			Sig.
	Levene	gl1	gl2	
Tasa de huevos con cáscara quebrada (%)	,002	2	6	,998

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.11. Anexo 11: Prueba de homogeneidad de varianzas para el peso del huevo

	Estadístico de			Sig.
	Levene	gl1	gl2	
Peso promedio de huevo (g)	,541	2	6	,608

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.12. Anexo 12: Parámetros productivos evaluados a la 1<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
1	11/08/2022	Control	1	128	108	6755	2	84.38%	62.55	1.85%
1	11/08/2022	Control	2	128	110	6795	2	85.94%	61.77	1.82%
1	11/08/2022	Control	3	128	110	6825	1	85.94%	62.05	0.91%
1	11/08/2022	Grupo 1	1	128	111	6965	1	86.72%	62.75	0.90%
1	11/08/2022	Grupo 1	2	128	108	6760	1	84.38%	62.59	0.93%
1	11/08/2022	Grupo 1	3	128	111	6925	2	86.72%	62.39	1.80%
1	11/08/2022	Grupo 2	1	128	110	6870	1	85.94%	62.45	0.91%
1	11/08/2022	Grupo 2	2	128	111	6905	2	86.72%	62.21	1.80%
1	11/08/2022	Grupo 2	3	128	112	6935	2	87.50%	61.92	1.79%

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.13. Anexo 13: Parámetros productivos evaluados a la 2<sup>o</sup> semana post tratamiento



Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
2	18/08/2022	Control	1	128	109	6825	2	85.16%	62.61	1.83%
2	18/08/2022	Control	2	128	111	6840	2	86.72%	61.62	1.80%
2	18/08/2022	Control	3	128	112	6995	2	87.50%	62.46	1.79%
2	18/08/2022	Grupo 1	1	128	110	6915	2	85.94%	62.86	1.82%
2	18/08/2022	Grupo 1	2	128	110	6890	1	85.94%	62.64	0.91%
2	18/08/2022	Grupo 1	3	128	111	6915	2	86.72%	62.30	1.80%
2	18/08/2022	Grupo 2	1	128	112	7005	1	87.50%	62.54	0.89%
2	18/08/2022	Grupo 2	2	128	110	6865	2	85.94%	62.41	1.82%
2	18/08/2022	Grupo 2	3	128	113	6985	1	88.28%	61.81	0.88%

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.14. Anexo 14: Parámetros productivos evaluados a la 3<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
3	25/08/2022	Control	1	128	107	6725	2	83.59%	62.85	1.87%
3	25/08/2022	Control	2	128	112	6935	2	87.50%	61.92	1.79%
3	25/08/2022	Control	3	128	112	7010	1	87.50%	62.59	0.89%
3	25/08/2022	Grupo 1	1	128	108	6850	2	84.38%	63.43	1.85%
3	25/08/2022	Grupo 1	2	128	109	6880	2	85.16%	63.12	1.83%
3	25/08/2022	Grupo 1	3	128	112	7025	1	87.50%	62.72	0.89%
3	25/08/2022	Grupo 2	1	128	111	6970	1	86.72%	62.79	0.90%
3	25/08/2022	Grupo 2	2	128	109	6840	2	85.16%	62.75	1.83%
3	25/08/2022	Grupo 2	3	128	114	7085	2	89.06%	62.15	1.75%

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.15. Anexo 15: Parámetros productivos evaluados a la 4<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
4	1/09/2022	Control	1	128	109	6865	2	85.16%	62.98	1.83%
4	1/09/2022	Control	2	128	110	6850	3	85.94%	62.27	2.73%
4	1/09/2022	Control	3	127	112	7025	2	88.19%	62.72	1.79%
4	1/09/2022	Grupo 1	1	128	109	6975	2	85.16%	63.99	1.83%
4	1/09/2022	Grupo 1	2	128	110	7005	1	85.94%	63.68	0.91%
4	1/09/2022	Grupo 1	3	128	113	7115	2	88.28%	62.96	1.77%
4	1/09/2022	Grupo 2	1	128	113	7125	2	88.28%	63.05	1.77%
4	1/09/2022	Grupo 2	2	128	111	7015	2	86.72%	63.20	1.80%
4	1/09/2022	Grupo 2	3	128	112	6980	2	87.50%	62.32	1.79%

Fuente: Elaboración propia – 2022

**13.16. Anexo 16:** Parámetros productivos evaluados a la 5<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
5	8/09/2022	Control	1	128	108	6785	3	84.38%	62.82	2.78%
5	8/09/2022	Control	2	128	109	6795	2	85.16%	62.34	1.83%
5	8/09/2022	Control	3	127	111	6970	2	87.40%	62.79	1.80%
5	8/09/2022	Grupo 1	1	127	109	6985	1	85.83%	64.08	0.92%
5	8/09/2022	Grupo 1	2	128	110	7035	2	85.94%	63.95	1.82%
5	8/09/2022	Grupo 1	3	128	112	7105	1	87.50%	63.44	0.89%
5	8/09/2022	Grupo 2	1	128	112	7120	2	87.50%	63.57	1.79%
5	8/09/2022	Grupo 2	2	128	110	6980	1	85.94%	63.45	0.91%
5	8/09/2022	Grupo 2	3	128	112	7035	2	87.50%	62.81	1.79%

Fuente: Elaboración propia – 2022

**13.17. Anexo 17:** Parámetros productivos evaluados a la 6<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
6	15/09/2022	Control	1	128	110	6950	3	85.94%	63.18	2.73%
6	15/09/2022	Control	2	128	111	6955	3	86.72%	62.66	2.70%
6	15/09/2022	Control	3	127	110	6950	2	86.61%	63.18	1.82%
6	15/09/2022	Grupo 1	1	127	107	6855	1	84.25%	64.07	0.93%
6	15/09/2022	Grupo 1	2	128	111	7135	2	86.72%	64.28	1.80%
6	15/09/2022	Grupo 1	3	128	113	7230	2	88.28%	63.98	1.77%
6	15/09/2022	Grupo 2	1	128	112	7155	2	87.50%	63.88	1.79%
6	15/09/2022	Grupo 2	2	128	112	7135	1	87.50%	63.71	0.89%
6	15/09/2022	Grupo 2	3	128	110	6955	1	85.94%	63.23	0.91%

Fuente: Elaboración propia – 2022

**13.18. Anexo 18:** Parámetros productivos evaluados a la 7<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
7	22/09/2022	Control	1	128	109	6905	4	85.16%	63.35	3.67%
7	22/09/2022	Control	2	128	110	6910	3	85.94%	62.82	2.73%
7	22/09/2022	Control	3	127	110	6970	3	86.61%	63.36	2.73%
7	22/09/2022	Grupo 1	1	127	108	6930	1	85.04%	64.17	0.93%
7	22/09/2022	Grupo 1	2	128	110	7095	2	85.94%	64.50	1.82%
7	22/09/2022	Grupo 1	3	128	112	7165	2	87.50%	63.97	1.79%
7	22/09/2022	Grupo 2	1	128	110	7045	2	85.94%	64.05	1.82%
7	22/09/2022	Grupo 2	2	128	112	7165	2	87.50%	63.97	1.79%
7	22/09/2022	Grupo 2	3	128	109	6925	2	85.16%	63.53	1.83%

Fuente: Elaboración propia – 2022

**13.19. Anexo 19:** Parámetros productivos evaluados a la 8<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
8	29/09/2022	Control	1	128	110	6975	4	85.94%	63.41	3.64%
8	29/09/2022	Control	2	128	112	7065	2	87.50%	63.08	1.79%
8	29/09/2022	Control	3	127	110	6955	4	86.61%	63.23	3.64%
8	29/09/2022	Grupo 1	1	127	109	7005	2	85.83%	64.27	1.83%
8	29/09/2022	Grupo 1	2	128	113	7320	2	88.28%	64.78	1.77%
8	29/09/2022	Grupo 1	3	128	111	7105	2	86.72%	64.01	1.80%
8	29/09/2022	Grupo 2	1	128	111	7125	2	86.72%	64.19	1.80%
8	29/09/2022	Grupo 2	2	127	110	7050	1	86.61%	64.09	0.91%
8	29/09/2022	Grupo 2	3	128	111	7100	2	86.72%	63.96	1.80%

Fuente: Elaboración propia – 2022

**13.20. Anexo 20:** Parámetros productivos evaluados a la 9<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
9	7/10/2022	Control	1	128	108	6845	3	84.38%	63.38	2.78%
9	7/10/2022	Control	2	128	111	7005	3	86.72%	63.11	2.70%
9	7/10/2022	Control	3	127	109	6885	4	85.83%	63.17	3.67%
9	7/10/2022	Grupo 1	1	127	108	6950	2	85.04%	64.35	1.85%
9	7/10/2022	Grupo 1	2	128	112	7265	2	87.50%	64.87	1.79%
9	7/10/2022	Grupo 1	3	128	110	7065	2	85.94%	64.23	1.82%
9	7/10/2022	Grupo 2	1	128	111	7135	3	86.72%	64.28	2.70%
9	7/10/2022	Grupo 2	2	127	109	6995	2	85.83%	64.17	1.83%
9	7/10/2022	Grupo 2	3	128	109	6980	1	85.16%	64.04	0.92%

Fuente: Elaboración propia – 2022

**13.21. Anexo 21:** Parámetros productivos evaluados a la 10<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
10	14/10/2022	Control	1	127	107	6785	2	84.25%	63.41	1.87%
10	14/10/2022	Control	2	128	112	7065	4	87.50%	63.08	3.57%
10	14/10/2022	Control	3	127	111	7030	3	87.40%	63.33	2.70%
10	14/10/2022	Grupo 1	1	127	109	7025	1	85.83%	64.45	0.92%
10	14/10/2022	Grupo 1	2	128	110	7140	2	85.94%	64.91	1.82%
10	14/10/2022	Grupo 1	3	128	111	7145	3	86.72%	64.37	2.70%
10	14/10/2022	Grupo 2	1	128	111	7145	3	86.72%	64.37	2.70%
10	14/10/2022	Grupo 2	2	127	111	7135	3	87.40%	64.28	2.70%
10	14/10/2022	Grupo 2	3	128	110	7045	1	85.94%	64.05	0.91%

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.22. Anexo 22: Parámetros productivos evaluados a la 11<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
11	21/10/2022	Control	1	127	108	6875	3	85.04%	63.66	2.78%
11	21/10/2022	Control	2	128	110	6955	3	85.94%	63.23	2.73%
11	21/10/2022	Control	3	127	110	6975	3	86.61%	63.41	2.73%
11	21/10/2022	Grupo 1	1	127	110	7110	2	86.61%	64.64	1.82%
11	21/10/2022	Grupo 1	2	128	112	7290	1	87.50%	65.09	0.89%
11	21/10/2022	Grupo 1	3	128	111	7155	2	86.72%	64.46	1.80%
11	21/10/2022	Grupo 2	1	128	112	7220	3	87.50%	64.46	2.68%
11	21/10/2022	Grupo 2	2	127	109	7025	2	85.83%	64.45	1.83%
11	21/10/2022	Grupo 2	3	128	111	7115	2	86.72%	64.10	1.80%

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.23. Anexo 23: Parámetros productivos evaluados a la 12<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
12	28/10/2022	Control	1	127	109	6950	3	85.83%	63.76	2.75%
12	28/10/2022	Control	2	128	111	7015	4	86.72%	63.20	3.60%
12	28/10/2022	Control	3	127	110	7000	2	86.61%	63.64	1.82%
12	28/10/2022	Grupo 1	1	127	109	7060	2	85.83%	64.77	1.83%
12	28/10/2022	Grupo 1	2	128	110	7185	2	85.94%	65.32	1.82%
12	28/10/2022	Grupo 1	3	128	111	7165	2	86.72%	64.55	1.80%
12	28/10/2022	Grupo 2	1	128	113	7295	3	88.28%	64.56	2.65%
12	28/10/2022	Grupo 2	2	127	108	6980	3	85.04%	64.63	2.78%
12	28/10/2022	Grupo 2	3	128	111	7125	2	86.72%	64.19	1.80%

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.24. Anexo 24: Parámetros productivos evaluados a la 13<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
13	3/11/2022	Control	1	127	107	6835	4	84.25%	63.88	3.74%
13	3/11/2022	Control	2	127	109	6915	4	85.83%	63.44	3.67%
13	3/11/2022	Control	3	127	109	6940	3	85.83%	63.67	2.75%
13	3/11/2022	Grupo 1	1	127	109	7080	2	85.83%	64.95	1.83%
13	3/11/2022	Grupo 1	2	128	109	7135	1	85.16%	65.46	0.92%
13	3/11/2022	Grupo 1	3	128	111	7180	2	86.72%	64.68	1.80%
13	3/11/2022	Grupo 2	1	128	111	7175	2	86.72%	64.64	1.80%
13	3/11/2022	Grupo 2	2	127	108	6995	3	85.04%	64.77	2.78%
13	3/11/2022	Grupo 2	3	128	110	7090	1	85.94%	64.45	0.91%

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.25. Anexo 25: Parámetros productivos evaluados a la 14<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
14	10/11/2022	Control	1	127	108	6915	3	85.04%	64.03	2.78%
14	10/11/2022	Control	2	127	106	6745	4	83.46%	63.63	3.77%
14	10/11/2022	Control	3	127	108	6895	4	85.04%	63.84	3.70%
14	10/11/2022	Grupo 1	1	127	108	7025	2	85.04%	65.05	1.85%
14	10/11/2022	Grupo 1	2	128	110	7225	2	85.94%	65.68	1.82%
14	10/11/2022	Grupo 1	3	127	109	7075	1	85.83%	64.91	0.92%
14	10/11/2022	Grupo 2	1	128	111	7195	3	86.72%	64.82	2.70%
14	10/11/2022	Grupo 2	2	127	107	6935	2	84.25%	64.81	1.87%
14	10/11/2022	Grupo 2	3	128	109	7045	2	85.16%	64.63	1.83%

Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.26. Anexo 26: Parámetros productivos evaluados a la 15<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
15	17/11/2022	Control	1	127	107	6870	4	84.25%	64.21	3.74%
15	17/11/2022	Control	2	127	107	6830	5	84.25%	63.83	4.67%
15	17/11/2022	Control	3	126	106	6790	3	84.13%	64.06	2.83%
15	17/11/2022	Grupo 1	1	127	108	7055	2	85.04%	65.32	1.85%
15	17/11/2022	Grupo 1	2	128	109	7165	1	85.16%	65.73	0.92%
15	17/11/2022	Grupo 1	3	127	109	7095	2	85.83%	65.09	1.83%
15	17/11/2022	Grupo 2	1	128	111	7220	2	86.72%	65.05	1.80%
15	17/11/2022	Grupo 2	2	126	107	6970	2	84.92%	65.14	1.87%
15	17/11/2022	Grupo 2	3	128	108	7015	2	84.38%	64.95	1.85%

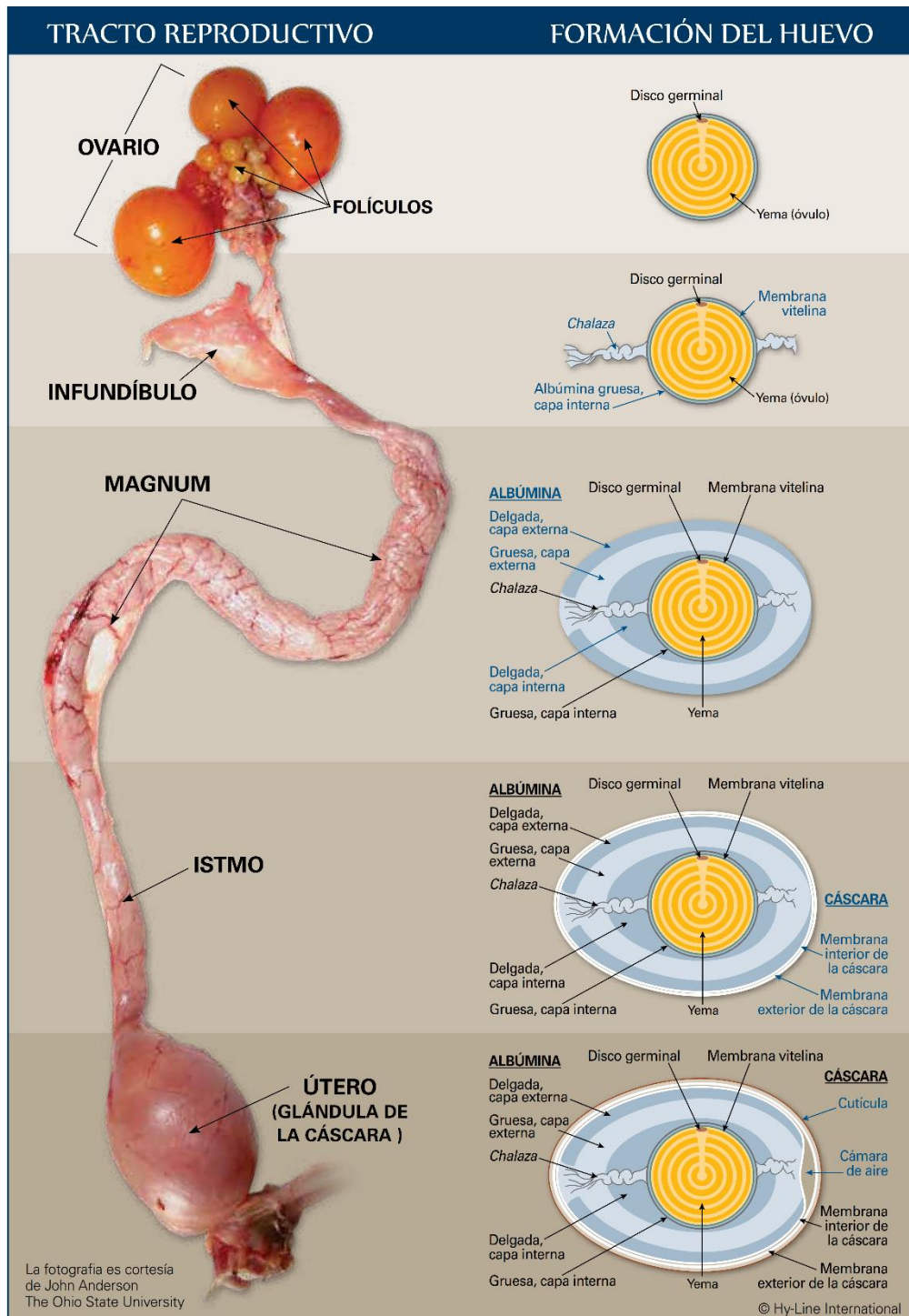
Fuente: Elaboración propia – 2022

### 13.27. Anexo 27: Parámetros productivos evaluados en la 16<sup>o</sup> semana post tratamiento

Semana	Fecha de evaluación	Grupo	Réplica	Número de aves	Número total de huevos	Peso neto (g)	Número de huevos con cáscara quebrada	Tasa de Producción (%)	Peso promedio de huevo (g)	Tasa de huevos con cáscara
16	24/11/2022	Control	1	127	107	6910	5	84.25%	64.58	4.67%
16	24/11/2022	Control	2	127	106	6790	4	83.46%	64.06	3.77%
16	24/11/2022	Control	3	126	107	6885	4	84.92%	64.35	3.74%
16	24/11/2022	Grupo 1	1	127	107	7015	3	84.25%	65.56	2.80%
16	24/11/2022	Grupo 1	2	128	111	7295	2	86.72%	65.72	1.80%
16	24/11/2022	Grupo 1	3	127	108	7065	1	85.04%	65.42	0.93%
16	24/11/2022	Grupo 2	1	128	109	7100	1	85.16%	65.14	0.92%
16	24/11/2022	Grupo 2	2	126	108	7060	2	85.71%	65.37	1.85%
16	24/11/2022	Grupo 2	3	128	111	7225	3	86.72%	65.09	2.70%

Fuente: Elaboración propia – 2022

13.28. Anexo 28: Gráfico del tracto reproductivo de las gallinas y formación del huevo



Fuente: Hy-line – 2017