

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



### **UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS**

#### **PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS**

#### **TESIS:**

#### **OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE SEMILLA Y CÁSCARA DE MANGO Y SU EFECTO DIETARIO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO, CALIDAD DEL HUEVO, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE INMUNOGLOBULINAS SÉRICAS EN GALLINAS PONEDORAS DE LÍNEAS COMERCIALES Y CRIOLLAS MEJORADAS**

Para optar el Grado Académico de

#### **DOCTOR EN CIENCIAS**

#### **MENCIÓN: PRODUCCIÓN ANIMAL**

Presentada por:

**Mg. LINCOL ALBERTO TAFUR CULQUI**

Asesor:

**Dr. MANUEL EBER PAREDES ARANA**

Cajamarca, Perú

2025

### CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:  
Lincol Alberto Tafur Culqui  
DNI: 27288117  
Escuela Profesional de Ingeniería Zootecnista/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias. Programa de Doctorado Mención: Producción Animal
2. Asesor: Dr. Manuel Eber Paredes Arana
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis     Trabajo de investigación     Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
Obtención del extracto etanólico de semilla y cáscara de mango y su efecto dietario sobre el rendimiento productivo, calidad del huevo, capacidad antioxidante y contenido de inmunoglobulinas séricas en gallinas ponedoras de líneas comerciales y criollas mejoradas.
6. Fecha de evaluación: **22/05/2025**
7. Software antiplagio:                     TURNITIN                     URKUND (ORIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **7%**
9. Código Documento: **3117:461546003**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **27/05/2025**

*Firma y/o Sello  
Emisor Constancia*



**Dr. Manuel Eber Paredes Arana**  
DNI: 26733001

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 by  
**LINCOL ALBERTO TAFUR CULQUI**  
Todos los derechos reservados



**PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**MENCIÓN: PRODUCCIÓN ANIMAL**

Siendo las *16* horas, del día 13 de mayo del año dos mil veinticinco, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el Dr. JORGE PIEDRA FLORES, Dr. GILBERTO FERNÁNDEZ IDROGO, Dr. EDUARDO ALBERTO TAPIA ACOSTA y en calidad de Asesor, el Dr. MANUEL EBER PAREDES ARANA. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado y el Reglamento del Programa de Doctorado de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la SUSTENTACIÓN de la tesis titulada: **OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE SEMILLA Y CÁSCARA DE MANGO Y SU EFECTO DIETARIO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO, CALIDAD DEL HUEVO, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE INMUNOGLOBULINAS SÉRICAS EN GALLINAS PONEDORAS DE LÍNEAS COMERCIALES Y CRIOLLAS MEJORADAS**; presentado por el Magister Scientiae en Producción Animal LINCOL ALBERTO TAFUR CULQUI.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó *la aprobación* con la calificación de *diecisiete (17)* la mencionada Tesis; en tal virtud, el Magister Scientiae en Producción Animal LINCOL ALBERTO TAFUR CULQUI, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **DOCTOR EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Mención **PRODUCCIÓN ANIMAL**

Siendo las *18* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

Dr. Manuel Eber Paredes Arana  
Asesor

Dr. Jorge Piedra Flores  
Presidente-Jurado Evaluador

Dr. Gilberto Fernández Idrogo  
Jurado Evaluador

Dr. Eduardo Alberto Tapia Acosta  
Jurado Evaluador

## **-DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi guía y mi fuerza en todo momento. Su presencia en mi vida me ha dado la fortaleza y la sabiduría necesarias para superar desafíos y alcanzar mis metas. Todo es posible gracias a su amor y misericordia.

Esta tesis está dedicada a mis padres Alberto y María por su amor incondicional, darme mi educación y quienes han sido mi apoyo constante, motivación y ejemplo de perseverancia y dedicación.

A mis hermanos, que siempre han sido una fuente de inspiración y fuerza. A su lado aprendí el valor de seguir siempre hacia adelante para alcanzar objetivos personales y profesionales además de la importancia de la unión familiar. Este logro es tanto de ustedes como mío.

A mi hijo Liam Valentino, ver su sonrisa y sus ojos llenos de curiosidad me impulsa a ser tu mejor ejemplo y seguir esforzándome cada día. Este logro es también para ti, con la esperanza de que encuentres inspiración y sigas tus sueños con la misma pasión.

A mis Docentes, cuyo conocimiento y orientación han sido pilares fundamentales, agradezco la paciencia, la dedicación y el constante estímulo para ir más allá de mis límites.

A mis amigos, quienes han compartido risas, desafíos y momentos agradables en este camino. por su comprensión y aliento en los momentos difíciles y por estar siempre ahí para compartir alegrías, tristezas y desafíos.

A todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a mi desarrollo personal y profesional durante estos años, agradecerles por su apoyo y contribuciones.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por concederme la salud, fortaleza y sabiduría para poder culminar con este trabajo de investigación.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a las instituciones Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Laboratorio MICROCLIN S.R.L., Empresa Corporación de Granjas del Perú SAC y Empresa Rodriguez, que de diversas maneras contribuyeron a la realización de esta tesis de doctorado.

A mi asesor Dr. Manuel Paredes por su orientación experta y paciencia infinita. Su sabiduría y guía han sido fundamentales en cada paso de este proceso. Agradezco la generosidad con la que compartió sus conocimientos y la confianza depositada en mi capacidad para llevar a cabo esta investigación.

Al personal de mantenimiento, servicios generales y administrativos.

A mis compañeros de investigación, quienes compartieron conmigo momentos de trabajo intenso, pero también de camaradería y apoyo mutuo. Su amistad fue un constante aliento en los momentos difíciles.

A los Estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Descripción del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.2. Justificación e importancia.....	3
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial.....	7
2.2. Marco conceptual.....	13
2.2.1. El rendimiento productivo de gallinas comerciales.....	13
2.2.2. La calidad del huevo.....	14
2.2.3. Los antioxidantes del huevo.....	14
2.2.4. Las inmunoglobulinas séricas.....	16
2.2.5. La cáscara de mango.....	16
2.2.5.1. Composición nutricional de cáscara de mango.....	17
2.2.5.2. Los polifenoles de cáscara de mango.....	17
2.2.5.3. Los carotenoides de cáscara de mango.....	18
2.2.5.4. Actividad antimicrobial de cáscara de mango.....	19
2.2.6. La semilla de mango.....	19
2.2.6.1. Composición nutricional de semilla de mango.....	19
2.2.6.2. Carbohidratos de semilla de mango.....	20
2.2.6.3. Proteínas y aminoácidos de semilla de mango.....	20
2.2.6.4. Lípidos y ácidos grasos de semilla de mango.....	20

2.2.6.5. Minerales y vitaminas de semilla de mango .....	21
2.2.6.6. Composición fitoquímica de semilla de mango.....	22
2.2.6.7. Propiedades anticancerígenas de semilla de mango .....	23
2.2.6.8. Actividad antimicrobial de semilla de mango .....	24
2.2.7. Gallinas Novogen Brown.....	24
2.2.8. Gallinas Criollas Mejoradas.....	26
2.3. Definición de términos básicos.....	27
2.3.1. Maceración .....	27
2.3.2. Extracto etanólico .....	28
2.3.3. Fibra dietaria .....	28
2.3.4. Rendimiento animal .....	28
2.3.5. La prueba de Elisa .....	29
CAPÍTULO III.....	31
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	31
3.1. Hipótesis.....	31
3.1.1. Hipótesis general .....	31
3.1.2. Hipótesis estadística .....	31
3.2. Variables.....	31
3.3. Indicadores .....	31
CAPÍTULO VI .....	33
MARCO METODOLÓGICO .....	33
4.1. Lugar de ejecución.....	33
4.2. Datos metereológicos .....	33
4.3. Diseño de investigación .....	34
4.4. Métodos de investigación.....	34
4.5. Población y muestra.....	34
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de información .....	35
4.7. Infraestructura, equipamiento, materiales e insumos .....	35

4.8. Obtención de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango .....	37
4.9. Animales, diseño experimental y tratamientos .....	38
4.10. Manejo alimenticio de gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas.....	39
4.11. Procedimientos de mezcla de alimentos y recolección de huevos .....	39
4.12. Calidad del huevo .....	39
4.13. Indicadores de rendimiento productivo.....	40
a) Consumo de alimento .....	40
b) Conversión alimenticia.....	40
c) Número de huevos.....	40
d) Porcentaje de postura.....	41
e) Masa de huevos .....	41
f) Peso de huevos .....	41
4.14. Indicadores de calidad del huevo .....	41
a) Unidades Haugh.....	41
b) Índice de forma .....	41
c) Índice de yema .....	42
d) Grosor de cáscara .....	42
e) Luminosidad, enrojecimiento y amarillez de yema .....	42
4.15. Indicadores de capacidad antioxidante .....	43
4.16. Inmunoglobulinas séricas.....	43
4.17. Análisis estadístico.....	44
CAPÍTULO V .....	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
5.1. Rendimiento productivo .....	45
5.1.1. Consumo de alimento .....	45
5.1.2. Conversión alimenticia .....	47
5.1.3. Número de huevos.....	50
5.1.4. Porcentaje de postura .....	53

5.1.5. Masa de huevos.....	55
5.1.6. Peso de huevos .....	58
5.2. Calidad del huevo .....	60
5.2.1. Unidades Haugh .....	60
5.2.2. Índice de forma .....	63
5.2.3. Índice de yema.....	65
5.2.4. Grosor de cáscara.....	67
5.2.5. Luminosidad de yema .....	69
5.2.6. Enrojecimiento de yema.....	72
5.2.7. Amarillez de yema.....	75
5.3. Capacidad antioxidante.....	77
5.3.1. Polifenoles de yema.....	77
5.3.2. Malondialdehido de yema .....	80
5.4. Inmunoglobulinas séricas.....	83
5.4.1. Titulación de enfermedad de Gumboro .....	83
5.4.2. Titulación de enfermedad de Bronquitis Infecciosa .....	85
5.4.3. Titulación de enfermedad de Newcastle.....	87
5.5. Rentabilidad y la relación beneficio costo.....	91
CAPÍTULO VI .....	95
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	95
6.1. Conclusiones .....	95
6.2. Recomendaciones .....	96
CAPÍTULO VII .....	98
BIBLIOGRAFÍA.....	98
CAPÍTULO VIII .....	109
ANEXOS.....	109

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Composición nutricional de semilla de mango.....	22
Tabla 02: Rendimiento productivo de galinas ponedoras Novogen Brown .....	25
Tabla 03: Especificaciones de dieta de 22 a 45 semanas de edad .....	25
Tabla 04: Calidad de huevo en Gallinas Novogen Brown de 20 a 24 semanas.....	26
Tabla 05: Rendimiento productivo semana 18 a 52 semanas .....	27
Tabla 06: Datos meteorológicos y geográficos del lugar de estudio .....	33
Tabla 07: Ingredientes y contenido nutricional de dieta en fase de postura .....	39
Tabla 08: Efecto de interacción dieta y línea genética del consumo de alimento .....	45
Tabla 09: Efecto de dieta del consumo de alimento .....	45
Tabla 10: Efecto de línea genética del consumo de alimento.....	46
Tabla 11: Efecto de interacción dieta y línea genética de la conversión alimenticia ...	48
Tabla 12: Efecto de dieta de la conversión alimenticia .....	48
Tabla 13: Efecto de línea genética de la conversión alimenticia.....	48
Tabla 14: Efecto de dieta de número de huevos .....	50
Tabla 15: Efecto de interacción dieta y línea genética de número de huevos .....	51
Tabla 16: Efecto de línea genética de número de huevos.....	51
Tabla 17: Efecto de interacción de dieta y línea genética de porcentaje de postura...	53
Tabla 18: Efecto de dieta de porcentaje de postura .....	53
Tabla 19: Efecto de línea genética de porcentaje de postura.....	53
Tabla 20: Efecto de dieta de masa de huevos .....	55
Tabla 21: Efecto de interacción de dieta y línea genética de masa de huevos.....	56
Tabla 22: Efecto de línea genética de masa de huevos .....	56
Tabla 23: Efecto de interacción de dieta y línea genética del peso de huevos .....	58
Tabla 24: Efecto de dieta del peso de huevos.....	58
Tabla 25: Efecto de línea genética del peso de huevos .....	59
Tabla 26: Efecto de interacción de dieta y línea genética de unidades Haugh.....	60
Tabla 27: Efecto de dieta de unidades Haugh.....	61

Tabla 28: Efecto de línea genética de unidades Haugh .....	61
Tabla 29: Efecto de interacción dieta y línea genética de índice de forma .....	63
Tabla 30: Efecto de línea genética de índice de forma.....	63
Tabla 31: Efecto de dieta de índice de forma .....	64
Tabla 32: Efecto de interacción de dieta y línea genética de índice de yema.....	65
Tabla 33: Efecto de línea genética de índice de yema .....	65
Tabla 34: Efecto de dieta de índice de yema .....	66
Tabla 35: Efecto de dieta de grosor de cáscara .....	67
Tabla 36: Efecto de interacción de dieta y línea genética de grosor de cáscara .....	68
Tabla 37: Efecto de línea genética de grosor de cáscara.....	68
Tabla 38: Efecto de interacción de dieta y línea genética de luminosidad de yema ...	70
Tabla 39: Efecto de dieta de luminosidad de la yema .....	70
Tabla 40: Efecto de línea genética de luminosidad de yema.....	70
Tabla 41: Efecto de interacción dieta y línea genética de enrojecimiento de yema ....	72
Tabla 42: Efecto de dieta de enrojecimiento de yema.....	73
Tabla 43: Efecto de línea genética de enrojecimiento de yema.....	73
Tabla 44: Efecto de interacción de dieta y línea genética de amarillez de yema .....	75
Tabla 45: Efecto de dieta de amarillez de yema.....	75
Tabla 46: Efecto de línea genética de amarillez de yema .....	75
Tabla 47: Efecto de interacción de dieta y línea genética de polifenoles de yema de huevo.....	78
Tabla 48: Efecto de dieta de polifenoles de yema de huevo .....	78
Tabla 49: Efecto de línea genética de polifenoles de yema de huevo .....	78
Tabla 50: Efecto de interacción dieta y línea genética de malondialdehído de yema .	80
Tabla 51: Efecto de dieta de malondialdehído de yema .....	81
Tabla 52: Efecto de línea genética de malondialdehído de yema.....	81

Tabla 53: Efecto de interacción de dieta y línea genética de titulación frente a Gumboro .....	83
Tabla 54: Efecto de dieta de titulación frente a Gumboro.....	83
Tabla 55: Efecto de línea genética de titulación frente a Gumboro .....	84
Tabla 56: Efecto de interacción de dieta y línea genética de titulación frente a Bronquitis Infecciosa .....	86
Tabla 57: Efecto de dieta de titulación frente a Bronquitis Infecciosa .....	86
Tabla 58: Efecto de línea genética de titulación frente a Bronquitis Infecciosa.....	86
Tabla 59: Efecto de interacción de dieta y línea genética de titulación frente a Newcastle .....	88
Tabla 60: Efecto de dieta de titulación frente a Newcastle .....	88
Tabla 61: Efecto de línea genética de titulación frente a Newcastle .....	88
Tabla 62: Rentabilidad y relación beneficio costo en gallinas Novogen Brown.....	94
Tabla 63: Rentabilidad y relación beneficio costo en gallinas Criollas Mejoradas .....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Imagen satelital de lugar de ubicación del estudio .....	33
---	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Análisis de varianza de consumo de alimento.....	109
Anexo 02: Análisis de varianza de conversión alimenticia.....	109
Anexo 03: Análisis de varianza de número de huevos.....	109
Anexo 04: Análisis de varianza de porcentaje de postura.....	109
Anexo 05: análisis de varianza de masa de huevos.....	109
Anexo 06: análisis de varianza de peso de huevos.....	110
Anexo 07: análisis de varianza de unidades Haugh.....	110
Anexo 08: análisis de varianza de índice de forma.....	110
Anexo 09: análisis de varianza de índice de yema.....	110
Anexo 10: Análisis de varianza de grosor de cáscara.....	110
Anexo 11: análisis de varianza de luminosidad de yema.....	110
Anexo 12: Análisis de varianza de enrojecimiento de yema.....	111
Anexo 13: análisis de varianza de amarillez de yema.....	111
nexo 14: Análisis de varianza de polifenoles de yema.....	111
Anexo 15: Análisis de varianza de malondialdehido de yema.....	111
Anexo 16: Análisis de varianza de titulación frente a Gumboro.....	111
Anexo 17: Análisis de varianza de titulación frente a Bronquitis Infecciosa.....	111
Anexo 18: Análisis de varianza de titulación frente a Newcastle.....	112
Anexo 19: Tabla resumen de rendimiento productivo.....	112
Anexo 20: Tabla resumen de resultados de calidad de huevo.....	112
Anexo 21: Tabla resumen de resultados de capacidad antioxidante.....	113
Anexo 22: Tabla resumen de resultados de inmunoglobulinas séricas.....	113

## LISTA DE ABREVIATURAS

a: Coordenadas de enrojecimiento.

ANOVA: Análisis de varianza.

b: Coordenadas de amarillez.

BHT: Hidroxitolueno butilado

cm: Centímetros.

CIE Comisión Internacional de Iluminación.

EERM: Extracto etanólico de residuos de mango.

EESCM: Extracto etanólico de semilla y cáscara de mango.

EM/kg: Energía metabolizable por kilogramo.

g: Gramos.

g/ave/día: Gramos por ave por día.

g/kg: Gramos por kilogramo.

GM: Media geométrica.

kcal: Kilocalorías.

kcal/kg: Kilocalorías por kilogramo.

kDa: Kilodaltons.

kg: Kilogramos.

kg/ave: Kilogramos por ave.

kg/ave/día: Kilogramos por ave por día.

m<sup>2</sup>: Metros cuadrados.

mg: Miligramos.

mg/g: Miligramos por gramo.

mg/100g: Miligramos por 100 gramos.

mg GAE/100g DW: Miligramos de ácido gálico por 100 gramos de peso seco.

mg QE/g DW: Miligramos de quercetina por gramo de peso seco.

mg/ml: Miligramos por mililitro.

min: Minutos.

MJ/kg: Megajoules por kilogramo.

ml: Mililitros.

mm: Milímetros.

Mw/Mn: Índice de dispersidad o polidispersidad.

m.s.n.m.: Metros sobre el nivel del mar.

Nº/ave/día: Número de huevos por ave por día.

ng/g: Nanogramos por gramo.

nm: Nanómetros.

L: Coordenadas de luminosidad.

ppm: Partes por millón.

rpm: Revoluciones por minuto.

ug: Microgramos.

ug/g: Microgramos por gramo.

UH: Unidades haugh.

UI: Unidades internacionales.

ug: Micrómetros.

U/ml: Unidades por mililitro.

uM TE/g DW: Micromoles de trolox por gramo de peso seco.

%: Porcentaje.

## RESUMEN

Se llevo a cabo un estudio con el objetivo de evaluar el extracto etanólico de semilla y cáscara de mango y su efecto dietario sobre el rendimiento productivo, calidad del huevo, capacidad antioxidante y contenido de inmunoglobulinas séricas de gallinas ponedoras de las líneas comerciales Novogen Brown y Criolla Mejorada. El experimento fue realizado en el Galpón de Aves de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca. Se utilizaron 180 aves de 20 semanas de edad alojadas en 60 jaulas de alambre galvanizado con rejillas, malla, comedero lineal, bebedero tipo copa y bandeja de excretas, previa clasificación en 10 tratamientos y 6 repeticiones con 3 aves, realizándose las evaluaciones desde la semana 20 hasta la semana 33 de edad de las gallinas. Se empleó el software InfoStat efectuando el diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 5 y la prueba de diferencia mínima significativa ( $p < 0.05$ ). Los resultados revelaron, en la variable rendimiento productivo, que la dieta basal de postura sin la inclusión de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango (EESCM) obtuvieron, las gallinas Novogen Brown, los mejores valores de conversión alimenticia de 4.41, número de huevos de 57.17, porcentaje de postura de 60.82, masa de huevos de 35.70 kg/ave/día y peso de huevo de 58.65 g y con la dieta basal de postura más la inclusión de 1500 ppm de EESCM obtuvo, las gallinas Criollas Mejoradas, el mejor valor de consumo de alimento de 137.14 g. En la variable calidad de huevo la dieta basal de postura con las inclusiones de 1000, 1500 y 2000 ppm de EESCM, las gallinas Novogen Brown, obtuvieron los mejores valores de unidades Haugh de 93.17, índice de forma de 77.62 %, grosor de cáscara de 0.36 mm, luminosidad de yema de 79.12 y amarillez de yema de 69.21 y en la dieta basal de postura con la inclusión de 2000 ppm de EESCM, en las gallinas Criollas Mejoradas, obtuvieron los mejores promedios de índice de yema de 0.47 % y enrojecimiento de yema de 12.84. En la variable capacidad antioxidante que la dieta basal de postura con la inclusión de 2000 ppm de EESCM, en las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas, obtuvieron los mejores valores de polifenoles de 1.05 mg/g y

malondialdehído de 5.73 ng/g respectivamente. En la variable de inmunoglobulinas séricas que la dieta basal de postura con la inclusión de 2000 ppm de EESCM, las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas, obtuvieron los mejores valores de titulaciones frente a las enfermedades de Gumboro de 11758.83 GM, Bronquitis Infecciosa de 15229.33 GM y Newcastle de 2671.83 GM respectivamente. En los indicadores económicos obtuvieron los mejores valores de rentabilidad de 10.39 % y relación beneficio costo de 1.10 en las gallinas Novogen Brown y rentabilidad de -41.82 % y relación beneficio costo de 0.58 en las gallinas Criollas Mejoradas.

Palabras clave: Extracto etanólico, semilla de mango, cáscara de mango, rendimiento productivo, calidad de huevo, capacidad antioxidante, inmunoglobulinas séricas, Novogen Brown, Criollas Mejoradas.

## ABSTRACT

A study was carried out to evaluate the ethanolic extract of mango seed and peel and its dietary effect on productive performance, egg quality, antioxidant capacity and serum immunoglobulin content of laying hens of the commercial lines Novogen Brown and Criolla Mejorada. The experiment was conducted in the Poultry Shed of the Faculty of Animal Science Engineering of the National University of Cajamarca. 180 birds of 20 weeks of age were used, housed in 60 galvanized wire cages with grids, mesh, linear feeder, cup type drinker and manure tray, previously classified into 10 treatments and 6 repetitions with 3 birds, evaluations being carried out from week 20 to week 33 of age of the hens. InfoStat software was used, performing the completely randomized design with a 2 x 5 factorial arrangement and the least significant difference test ( $p < 0.05$ ). The results revealed, in the variable productive performance, that the basal laying diet without the inclusion of ethanolic extract of mango seed and peel (EESCM) obtained, the Novogen Brown hens, the best feed conversion values of 4.41, number of eggs of 57.17, laying percentage of 60.82, egg mass of 35.70 kg/bird/day and egg weight of 58.65 g and with the basal laying diet plus the inclusion of 1500 ppm of EESCM obtained, the Improved Creole hens, the best feed consumption value of 137.14 g. In the egg quality variable, the basal laying diet with the inclusions of 1000, 1500 and 2000 ppm of EESCM, the Novogen Brown hens obtained the best values of Haugh units of 93.17, shape index of 77.62%, shell thickness of 0.36 mm, yolk luminosity of 79.12 and yolk yellowness of 69.21 and in the basal laying diet with the inclusion of 2000 ppm of EESCM, in the Improved Creole hens, they obtained the best averages of yolk index of 0.47% and yolk redness of 12.84. In the antioxidant capacity variable than the basal laying diet with the inclusion of 2000 ppm of EESCM, in Novogen Brown and Improved Creole hens, obtained the best values of polyphenols of 1.05 mg / g and malondialdehyde of 5.73 ng / g respectively. In the variable of serum immunoglobulins than the basal laying diet with the inclusion of 2000 ppm of EESCM, Novogen Brown and Improved Creole hens obtained the best titer values against Gumboro diseases of

11758.83 GM, Infectious Bronchitis of 15229.33 GM and Newcastle of 2671.83 GM respectively. In the economic indicators, the best profitability values were obtained: 10.39% and a benefit-cost ratio of 1.10 in the Novogen Brown hens, and profitability of -41.82% and a benefit-cost ratio of 0.58 in the Improved Creole hens.

Keywords: Ethanolic extract, mango seed, mango peel, productive performance, egg quality, antioxidant capacity, serum immunoglobulins, Novogen Brown, Improved Creoles.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

#### 1.1.1. Descripción del problema

Existe una demanda creciente de productos pecuarios en todos los países en desarrollo y, muchos de estos están experimentando un déficit de alimentos, los cuales son incapaces de obtener suficientes cantidades de materia prima alimentaria para obtener aves de corral más sanas. Por lo tanto, existe una enorme necesidad de aumentar la producción animal y sus productos afines por lo que, los suplementos alimenticios nutritivos a base de plantas, pretenden obviar estos problemas al proporcionarnos recursos alimentarios de calidad (Achilonu *et al.*, 2018). Al desarrollar un esquema dietético sostenible para las aves de corral, en las condiciones ambientales desfavorables actuales, significa que los recursos alimentarios no convencionales disponibles deben de utilizarse de manera eficiente minimizando el desperdicio para aumentar la base de los recursos alimentarios mediante métodos innovadores utilizando nuevas fuentes de suministro de piensos que no compitan con el sistema alimentario humano (Binversie y Miller, 2013). Por ello, los residuos agrícolas industriales de las frutas se ven favorecidos en este contexto al utilizar los subproductos y residuos de cultivos agroindustriales para la alimentación de las aves de corral por lo que se debe establecer desarrollar conocimiento, a través de la investigación, para el mejor aprovechamiento y utilización de estos residuos de cultivos y subproductos agroindustriales como recurso alimentario, ya que enormes cantidades de estos residuos de frutas generadas, son vertidas en vertederos causando contaminación ambiental, que podrían ser buenas fuentes de componentes nutritivos y compuestos terapéuticos en el alimento (Achilonu *et al.*, 2018).

Los residuos y los subproductos frutícolas se generan durante las actividades industriales, como la clasificación, limpieza, procesamiento, cocción y envasado que

incluyen hojas, orujo, cáscara, pulpa, semillas y tallos. Los productos que quedan durante la cosecha de frutas han ganado mucha atención recientemente y esta popularidad se le atribuye al hecho de que los productos vegetales producen metabolitos secundarios esenciales que se sabe que es altamente beneficioso para la salud animal, particularmente en la industria avícola ya que las frutas contienen macromoléculas importantes de metabolitos primarios como carbohidratos, lípidos, ácidos grasos, ácidos nucleicos y aminoácidos, que son necesarios para impulsar las reacciones metabólicas en los organismos vivos (Ibrahim *et al.*, 2007).

El aprovechamiento de estos residuos para la recuperación de sus compuestos de valor agregado ofrece una nueva vía para el manejo de los residuos, el crecimiento industrial y la economía del país. Generalmente estos residuos contienen grandes cantidades de compuestos de polisacáridos, fibras, pigmentos, minerales además de fitoquímicos y, su extracción puede ser un negocio sostenible y una alternativa lucrativa debido a su amplio espectro de bioactividades. Los fitoquímicos presentes principalmente en las frutas son los polifenoles, flavonoides, carotenoides, isoflavonas, ácido fenólico, taninos, isotiocianatos, lignanos, saponinas, etc. Los estudios proporcionan evidencia de que varios fitoquímicos extraídos a partir de material de desecho vegetal mostró la prevención o el control de diversas enfermedades, entre ellas la diabetes, cáncer, trastornos cardiovasculares, hipertensión, etc. Además, estos extractos de residuos vegetales o fitoquímicos actúan como conservantes naturales y aumentan la vida útil de diversos sistemas de alimentos. Por lo tanto, para agregar valor a estos residuos, la extracción de sus compuestos bioactivos y funcionales es el mejor enfoque (Leong y Chang, 2022).

A nivel mundial, una gran cantidad de desechos de cáscara de mango es generado durante el procesamiento del jugo de mango y durante el procesamiento los restos de frutas, cáscaras y semillas representan entre el 35 y el 60 % del peso total que se desecha como residuo. Al mismo tiempo se ha informado e identificado que la cáscara de mango tiene un alto contenido de componentes bioactivos incluidos a los

flavonoides, ácidos fenólicos, fibra, vitaminas, carotenoides y mangiferina que es uno de los antioxidantes más abundantes y potentes además de una fuerte actividad antiinflamatoria y antimicrobiana (Koirala *et al.*, 2024). Así también, las semillas de mango tienen similar composición nutricional comparable a la del maíz con 69.2-80 % de carbohidratos, 7.5-13 % de proteínas, 2.0-4,6 % de fibra, 2.2-2,6 % de ceniza, 0.21 % de calcio y 0.22 % de fósforo, sin embargo, contiene factores antinutricionales, como el tanino, que se une con fuentes de carbohidratos y reduce su digestibilidad en las aves de corral, por lo tanto, necesita más procesamiento para un uso máximo en la ración e información limitada sobre el valor alimenticio como ingrediente alimentario para ponedoras (Beyene *et al.*, 2019).

El aprovechamiento de los residuos de semilla y cáscara de mango mediante la obtención de extractos etanólicos de fácil aislamiento, los cuales son ricos en una gran variedad de sustancias bioactivas con diversidad de propiedades comprobadas para mejorar la calidad física, química y nutricional del huevo de gallina y por ser un alimento de primera necesidad muy disponible en el Perú producido principalmente en la región de la costa, pero, producido también en la sierra potenciará el rendimiento productivo, la calidad del huevo, la capacidad antioxidante y el contenido de inmunoglobulinas séricas tanto para las gallinas comerciales Novogen Brown y las Criollas Mejoradas.

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el efecto dietario de los niveles de inclusión de 0, 500, 1000, 1500 y 2000 ppm del extracto etanólico de semilla y cáscara de mango sobre el rendimiento productivo, calidad del huevo, capacidad antioxidante y contenido de inmunoglobulinas séricas de gallinas ponedoras de las líneas comerciales Novogen Brown y Criolla Mejorada?

### **1.2. Justificación e importancia**

El procesamiento de las frutas genera cantidades significativas de residuos ricos en compuestos bioactivos, y su aprovechamiento podría agregar valor económico a la cadena productiva de frutos procesados (Pereira *et al.*, 2021). En el norte del Perú, se

ha producido un crecimiento progresivo de la superficie cultivada del mango (*Mangifera indica L*) alcanzando, en la campaña 2017-2018, 350 mil toneladas, de las cuales 207 mil toneladas se destinaron a la exportación como fruta fresca, jugos y pulpa, permitiéndole al Perú posicionarse como el tercer mayor exportador de mangos en el mundo (Ortiz, 2021).

La actividad procesadora del mango genera grandes cantidades de cáscara y semilla que, desecadas y molidas, pueden utilizarse en la alimentación de los rumiantes por su alto contenido de fibra cruda. Sin embargo, esta harina de residuos contiene principios bioactivos muy saludables que se vienen utilizando como aditivos alimenticios y antimicrobianos en las aves. Algunas investigaciones han demostrado que el extracto etanólico de semilla y cáscara de mango tienen una alta actividad antimicrobiana contra la *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* (Untol *et al.*, 2019; Arbos *et al.*, 2013). La semilla de mango es una fuente de ácidos grasos insaturados, provitamina A en forma de caroteno, vitaminas C y E (Oliveira *et al.*, 2011) y fenol glicosilxantona en forma de mangiferina, con potente actividad antioxidante (Barreto *et al.*, 2008). También se ha determinado que el extracto etanólico de semilla de mango tiene actividades analgésicas, antidiarreicas, antiinflamatorias, antifúngicas, así como efectos hipoglicemiantes (Vieira *et al.*, 2016).

Freitas *et al.* (2012) verificaron que dosis de 200 y 400 ppm de extracto etanólico de mango obtenidos de la cáscara o semilla no afectaron el rendimiento de pollos de engorde de 1 a 42 días, retrasando la oxidación lipídica de la carne de pollo almacenada durante 15 días. Del mismo modo, Freitas *et al.* (2015), observaron que dosis de hasta 400 ppm de extracto etanólico de cáscara y semilla de mango agregados a las dietas de pollos de engorde reducen la oxidación lipídica y mantienen el color en la carne de pechuga durante el almacenamiento congelado. Por otro lado, Zhang *et al.* (2017) encontraron que los pollos de engorde alimentados con saponinas de extracto de hoja de mango mostraron un mejor rendimiento, calidad de carne y metabolismo lipídico en relación con aves que no recibieron saponinas en su alimentación. Reducciones en los

niveles de lipoproteína de muy baja densidad y triglicéridos totales en pollos de engorde de 14, 28 y 42 días de edad alimentados con 5.0 % y 7.5 % de harina de residuos de mango fueron observados por Vieira et al. (2016). Reducción en la puntuación de oscurecimiento y aumento en la luminosidad de la carne de pollo se observó con 1000 ppm de extracto etanólico de semilla de mango (De Melo *et al.*, 2020).

En el Perú, la crianza de gallinas ponedoras es realizada por grandes empresas avícolas que garantizan un suministro adecuado de huevos para el consumo de los pobladores; sin embargo, la producción a gran escala de huevos de gallinas, se lo desarrolla principalmente en la región de la costa, lo que acarrea la reducción en la calidad debido al transporte y almacenamiento prolongado de este alimento de primera necesidad en la alimentación humana, debido a que el huevo, por contener un gran contenido de lípidos, es susceptible a la oxidación lipídica. Las características físicas en general del huevo permitirán determinar la frescura del mismo y condiciones óptimas para su almacenamiento y comercialización en el tiempo adecuado. Del mismo modo el incentivo de la producción a menor escala de huevos de gallina en la región de la sierra permitirá propiciar actividades económicas con un producto que tiene una percepción ecológica a partir de las gallinas criollas adaptadas a las condiciones ambientales de la región andina.

Con el presente estudio se pretende contribuir con el conocimiento y la utilidad de incluir en la dieta extracto etanólico de semilla y cáscara de mango (EESCM) para mejorar el rendimiento productivo, la calidad del huevo, la capacidad antioxidante y el contenido de inmunoglobulinas séricas en gallinas ponedoras comerciales y criollas mejoradas para el consumo humano; teniendo como antecedentes algunos resultados de trabajos de investigación que demostraron amplios beneficios nutricionales y de calidad en general en la producción de los huevos de las aves comerciales.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto dietario de los niveles de inclusión de 0, 500, 1000, 1500 y 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango y su efecto sobre el rendimiento productivo, calidad del huevo, capacidad antioxidante y contenido de inmunoglobulinas séricas de gallinas ponedoras de las líneas comerciales Novogen Brown y Criolla Mejorada.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto dietario de los niveles de inclusión de 0, 500, 1000, 1500 y 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango en gallinas ponedoras de las líneas comerciales Novogen Brown y Criolla Mejorada con la finalidad de mejorar el rendimiento productivo.
- Evaluar el efecto dietario de los niveles de inclusión de 0, 500, 1000, 1500 y 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango en gallinas ponedoras de las líneas comerciales Novogen Brown y Criolla Mejorada con la finalidad de mejorar la calidad del huevo.
- Evaluar el efecto dietario de los niveles de inclusión de 0, 500, 1000, 1500 y 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango en gallinas ponedoras de las líneas comerciales Novogen Brown y Criolla Mejorada con la finalidad de mejorar la capacidad antioxidante.
- Evaluar el efecto dietario de los niveles de inclusión de 0, 500, 1000, 1500 y 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango en gallinas ponedoras de las líneas comerciales Novogen Brown y Criolla Mejorada con la finalidad de mejorar el contenido de inmunoglobulinas séricas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

Beyene *et al.* (2019) estudiaron la semilla de mango hervida (*Mangifera indica*) como reemplazo al grano de maíz en el rendimiento de postura, calidad del huevo y rentabilidad de la ración de ponedoras en el norte de Etiopía en un total de 120 aves Bovans Brown con pesos y edades similares aleatoriamente asignados a 5 tratamientos con 3 réplicas, que consistieron de 8 aves evaluadas entre la semana 24 y la semana 36 de edad de las aves, en un periodo experimental de 90 días. Los tratamientos consistieron con las tasas de inclusión, en dietas formuladas para ser isocalóricas con 2900 kcal de EM/kg de materia seca e isonitrogenadas con 17 % de proteína cruda en los niveles de 0 %, 25 %, 50 %, 75 % y 100 % para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> respectivamente utilizando el diseño completamente al azar. La semilla de mango, luego de extraer el núcleo, se cortó en trozos pequeños, se hirvió con agua a temperatura de 100 °C durante 30 minutos secado al sol durante 72 horas y finalmente molido en un tamaño de tamiz de 5 mm. En los resultados de la variable rendimiento productivo de los indicadores número de huevos, porcentaje de postura, peso de huevos, masa de huevos y conversión alimenticia no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados de la variable calidad del huevo utilizando un calibrador digital para medir a los indicadores grosor de cáscara, índice de yema, unidades haugh y el color de yema también no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. En el análisis de presupuesto parcial en la venta de huevo por costo de alimento en dólares se obtuvieron los más altos valores de 0.09, 0.1, 0.11 y 0.12 en los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> comparado con 0.08 del T<sub>1</sub>.

Lokaewmanee *et al.* (2011) evaluaron en su estudio los efectos de la piel de mango dietética y piel de mango combinada con extractos de pimentón, sobre el rendimiento de la producción, calidad del huevo y polifenoles de la yema de huevo, empleando 60 gallinas Boris Brown desde la semana 44 hasta la semana 47 de edad

asignadas a 6 grupos de 10 aves utilizando para el análisis de calidad del huevo 10 huevos por tratamiento apoyados en el sistema de análisis estadístico ANOVA y la prueba de Tukey. Se utilizaron en los tratamientos una dieta estándar (control), y complementos del 0.1 % de piel de mango, 1 % de extracto de pimentón, 5 % de extracto de pimentón, 0.1 % de piel de mango con 1 % de extracto de pimentón y 0.1 % de piel de mango con 5 % de extracto de pimentón. En la variable rendimiento productivo de los indicadores consumo de alimento (g/ave/día), porcentaje de postura y masa de huevos no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos. En la variable calidad del huevo de los indicadores grosor de cáscara y unidades haugh también no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, en la luminosidad y el enrojecimiento de yema de huevo se encontraron diferencias significativas y en la amarillez no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Freitas *et al.* (2013) ejecutaron en su investigación los extractos etanólicos de semilla y cáscara de mango como antioxidantes sobre el rendimiento y la estabilidad lipídica en la alimentación de gallinas cuando utilizaron 180 ponedoras comerciales Hisex White de 40 semanas de edad, evaluadas durante 63 días alojadas en jaulas de alambre galvanizado de 25 cm x 40 cm x 30 cm, con densidad de 2 aves por jaula con 16 horas de iluminación diaria. Las aves recibieron alimento y agua *ad libitum* durante todo el periodo experimental, con iluminación durante 16 horas de luz diaria, los comederos se llenaron 2 veces al día, temprano en la mañana y al final de la tarde y el pienso se movió para incentivar el consumo. La recolección de los huevos se realizó diariamente al final de la tarde y las aves fueron distribuidas en un diseño completamente al azar con 6 tratamientos y 5 repeticiones de 6 aves. Las raciones experimentales fueron isocalóricas e isonitrogenadas según el manual de manejo de la línea Hisex White y la composición de alimentos propuesto por Rostagno. Para la preparación del extracto, la cáscara y la semilla fue sometido a secado en estufa a 50 °C con un tiempo de 24 horas, para la cáscara, y 48 horas, para las semillas; luego el material fue triturado y sometido a extracción sumergido en 10 litros durante 7 días a

temperatura de 25 °C con los disolventes orgánicos hexano y etanol. Por otro lado, los tratamientos consistieron en alimento sin adición de antioxidante (control), ración con hidroxitolueno butilado (BHT, 200 ppm), raciones de extracto de cáscara de mango (Ecas, 200 ppm) y (Ecas, 400 ppm) y raciones con extracto de semilla de mango (Ecar, 200 ppm) y (Ecar, 400 ppm). Los resultados en la variable desempeño productivo en los indicadores consumo de alimento, porcentaje de postura, peso del huevo, masa de huevo y conversión alimenticia no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En las características de los huevos en el indicador unidades haugh si hubo diferencias a favor de los tratamientos con la inclusión del extracto etanólico de cáscara y semilla de mango comparado con el tratamiento testigo.

Barry *et al.* (2019) llevaron a cabo el estudio de efectos de las dietas basadas en desechos de mango en los parámetros de crecimiento de gallinas ponedoras y parámetros biométricos de los huevos. El material animal estuvo constituido por 210 gallinas Isa Brown Red evaluadas en las fases de crecimiento de 11 a 18 semanas y postura de 18 a 24 semanas de edad, divididas en 3 lotes de 70 gallinas con pesos promedios significativamente homogéneos y cada lote fue subdividido en 2 sub lotes de 35 ponedoras para reducir la competencia por el alimento colocándolas después en jaulas. Los datos fueron analizados con el *software* XLSTAT para el ANOVA y el modelo de Fisher para la comparación de medias. Las aves cuando se alimentaron con 3 dietas denominadas dieta de mango y maíz (MMD), dieta de maíz (CMD) y una dieta control (ACD) encontraron diferencias significativas ( $p$ -valor  $<0.05$ ) con el valor más alto en el indicador consumo voluntario con el estadístico de 66.48 g de la dieta MMD comparado con los valores de 60.73 y 60.90 g de las dietas CMD y ACD respectivamente. Sin embargo, en el indicador conversión alimenticia los estadísticos más altos fueron obtenidos por las dietas CMD y ACD con los valores de 5.55 y 5.75 respectivamente comparado con el valor estadístico más bajo de 7.25 en la dieta MMD. Así también para el indicador peso de huevos, los estadísticos más altos fueron obtenidos por las dietas

CMD y ACD con los valores de 68.968 y 62.009 g respectivamente comparado con el estadístico más bajo de 40.903 g en la dieta MMD.

Rehman *et al.* (1994) en su estudio evaluaron la utilización de residuos de frutas y verduras en dietas de ponedoras asignadas aleatoriamente 150 gallinas White Leghorn de 24 semanas de edad evaluadas durante 17 semanas divididos en 5 grupos de 30, con réplicas de 10 aves en jaulas de 76 cm x 76 cm x 38 cm. Se utilizaron 5 dietas experimentales isonitrogenadas e isocalóricas las que fueron una dieta control (E<sup>a</sup>), dieta con 80 g/kg de residuos de naranja (E<sup>1</sup>), dieta con 80 g/kg de residuos de zanahoria (E<sup>2</sup>), dieta con 80 g/kg de residuos de cáscara de mango (E<sup>3</sup>) y la dieta con 80 g/kg de residuos de semilla de mango (E<sup>4</sup>). La cáscara y la semilla de mango, luego de la extracción del jugo, se molieron en un molino de martillo a 2.36 mm para luego ser secado al sol. En los resultados, aunque los estadísticos más altos fueron obtenidos con la dieta con 80 g/kg de residuos de zanahoria (E<sup>2</sup>), en los indicadores producción de huevos diarios para 100 gallinas, peso completo del huevo incluyendo la cáscara y el consumo de alimento se encontraron diferencias significativas, sin embargo, en la conversión alimenticia no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Orayaga y Sheidi (2018) en su estudio rendimiento de la postura y características del huevo de codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) alimentadas con dietas que contenían harina de rechazo de fruta de mango de las variedades locales Julie, Peter, John e Hindi, utilizaron rodajas de pulpa y cáscara de mango secadas directamente al sol durante 7 días almacenado en bolsas de polietileno hasta su uso. Se evaluaron 120 codornices japonesas de 51 días de edad criadas y manejadas intensivamente en jaulas de 0.90 m x 0.60 m x 0.45 m en un periodo experimental de 28 días cuyo diseño fue el completamente al azar con 3 réplicas de 8 aves asignadas aleatoriamente siendo cada jaula equipada con bebederos y comederos. La harina de rechazos de fruta de mango fue incorporada y molida en un tamaño de partícula de 500 um en los niveles de 0 (control), 40 g/kg, 80 g/kg, 120 g/kg y 160 g/kg, para producir 5 dietas para cada uno de los tratamientos respectivamente.

En los resultados de la variable rendimiento de postura en los indicadores consumo de alimento, eficiencia de conversión de alimento por kilogramo de huevos, número de huevos en 28 días, producción de huevos/ave/día, masa de huevos y peso de huevos no hubo diferencias significativas ( $p$ -valor  $>0.05$ ) entre los tratamientos.

Govindappa (2022) llevo a cabo un experimento titulado Efecto del reemplazo del maíz por niveles graduados de polvo de semilla de mango sobre el rendimiento, características de carcasa y salud intestinal en las aves Giriraja. Para ello se utilizaron en total 150 pollitas de la línea doble propósito Giriraja de un día de edad pesados, marcados en el ala y vacunados contra enfermedades de Marek, Newcastle y Bursitis infecciosa siendo aleatoriamente distribuidos en 5 grupos experimentales de 30 aves y cada uno de estos constó de 3 repeticiones con 10 pollitas con una duración del estudio de 56 días. La alimentación experimental de inicio y finalización isonitrogénica e isocalórica se conformaron con una dieta basal y niveles de inclusión de 0 %, 2.5 %, 5 %, 7.5 % y 10 % de polvo de semilla de mango. Se utilizó el diseño completamente al azar utilizando el *software* estadístico SPSS versión 2007 y las diferencias entre medias ( $p <0.05$ ) se probaron utilizando el método múltiple de Duncan. En los resultados de titulación frente a la enfermedad de Newcastle no se encontró diferencias significativas desde la semana 1 hasta la semana 8 de edad de las aves ( $p$ -valor 7.58).

Paredes y Lara (2023) llevaron a cabo un experimento para evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de extracto etanólico de cáscara y semilla de mango (EESCM) sobre el rendimiento productivo, colesterol sérico, oxidación lipídica de la carne y pigmentación de la piel de patos Muscovy. Para ello, se distribuyeron 80 patos machos de 35 días de edad en un diseño experimental completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones de 4 aves. Los tratamientos consistieron en las dietas sin adición de EESCM (testigo) y 250 mg/kg, 500 mg/kg, 750 mg/kg o 1000 mg/kg de EESCM. Hubo diferencias estadísticas entre tratamientos para la ganancia de peso, conversión alimenticia y peso relativo de hígado y grasa abdominal. Los patos alimentados con la dieta control tenían niveles de colesterol total significativamente más

altos que los animales que recibieron dietas que contenían EESCM. Se redujo el malondialdehído en la carne de pato con la inclusión dietaria de EESCM y se logró mayor amarillez y luminosidad en la piel de la carcasa, con dosis entre 750 ppm y 1000 ppm. El extracto de residuos de mango en niveles de 750 ppm y 1000 ppm potenció el rendimiento productivo de patos Muscovy de 35 a 84 días de edad. El EESCM redujo el colesterol sérico a partir del nivel de inclusión de 250 mg/kg, con capacidad antioxidante en cualquier dosis y con mayor actividad pigmentante de la piel en dosis de 1000 ppm.

Pereira *et al.* (2021) llevaron a cabo un experimento para evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de extracto etanólico de semilla de mango (EESM) sobre el rendimiento, características de la canal, peso relativo de los segmentos del tracto digestivo y parámetros sanguíneos de pollos de engorde. Para ello, se distribuyeron 756 pollitos machos Ross 308 de un día de edad en el diseño experimental completamente al azar con 7 tratamientos y 6 repeticiones de 18 aves. Los tratamientos consistieron en los siguientes: dieta sin adición de antioxidante (testigo); con adición de 200 mg/kg del antioxidante hidroxitolueno butilado (BHT); y dietas con 200 mg/kg, 400 mg/kg, 600 mg/kg, 800 mg/kg o 1000 mg/kg de EESM. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para las variables rendimiento, características de la canal, ni peso relativo de los segmentos del tubo digestivo. En cuanto al perfil de lípidos séricos, se observó que los pollos de engorde alimentados con la dieta control tenían niveles de colesterol total significativamente más altos que los animales que recibieron dietas que contenían el EESM. Sin embargo, no hubo una diferencia significativa entre el uso del antioxidante sintético BHT y la adición de EESM en diferentes niveles. El extracto etanólico de semilla de mango en la alimentación de pollos de engorde de 1 a 42 días de edad no tiene efectos adversos sobre el rendimiento, las características de la canal o el peso relativo de los segmentos del tracto digestivo. Sin embargo, influye en su metabolismo lipídico reduciendo el colesterol plasmático total a partir del nivel de inclusión de 200 mg/kg.

Freitas *et al.* (2015) evaluaron el efecto dietético de los extractos de mango sobre la estabilidad de los lípidos y la coloración de la carne de pechuga de pollo de engorde durante el almacenamiento congelado. Los tratamientos consistieron en dieta de pollos de engorde sin antioxidantes (control) y dietas que contenían las siguientes cantidades de antioxidantes: 200 ppm de hidroxitolueno butilado (BHT), 200 ppm de extracto de cáscara de mango (MPE), 400 ppm de MPE, 200 ppm de extracto de semilla de mango (MSE) y 400 ppm de MSE. Las pechugas de pollo de engorde se almacenaron durante 90 días y se realizaron análisis de oxidación de lípidos y color cada 30 días. Los valores de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico aumentaron durante el almacenamiento a los 90 días, pero el tratamiento con 400 ppm de MSE arrojó valores más bajos, lo que indica una mayor actividad antioxidante. Durante el almacenamiento, los valores de luminosidad disminuyeron y el enrojecimiento aumentó. Las adiciones de 200 ppm de BHT y 400 ppm de MPE aumentaron el amarilleamiento a los 60 días de almacenamiento. Por lo tanto, los extractos de cáscara y semilla de mango agregados a las dietas de pollos de engorde reducen la oxidación de lípidos y mantienen el color en la carne de pechuga durante el almacenamiento congelado siendo, el extracto de semilla de mango a 400 ppm, el más efectivo.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. El rendimiento productivo de gallinas comerciales**

Las gallinas ponedoras comerciales son, en el campo de la agricultura económica, las unidades de producción en las que el objetivo es maximizar su rendimiento y aprovechar todo su potencial genético y su efecto beneficioso en su salud. Para medir sus parámetros productivos se registran el número y peso de los huevos de forma diaria para determinar la producción, masa de huevos, peso de huevos y el consumo de alimento nos sirve para obtener la conversión alimenticia (Galal *et al.*, 2008). Los huevos son una valiosa fuente de proteínas y de grasas en la dieta humana y, debido a la continua mejora en el rendimiento productivo de las gallinas ponedoras, los requerimientos relativos de proteína y de energía, de su alimentación, está en

aumento por lo que se requiere de otras fuentes dietéticas con el objetivo de mejorar su producción. Asimismo, su desempeño está influenciado por otros factores como el valor y nivel nutricional, la raza y su estado fisiológico consistente con los estándares de consumo de alimento sin una adición baja o alta para poder ejercer un mayor efecto sobre el rendimiento de la producción de huevos y la salud corporal, por lo que es crucial necesitar realizar estudios adicionales en este campo (Gao *et al.*, 2021).

### **2.2.2. La calidad del huevo**

La calidad del huevo comprende una serie de aspectos relacionados con la cáscara, la albúmina y la yema, y se puede dividir en calidad externa y calidad interna. Las características externas e internas de calidad del huevo son relevantes en la cría de aves de corral debido a sus efectos sobre la producción, la reproducción y el crecimiento de la progenie. Estudios previos han demostrado una relación entre las características de calidad del huevo externo e interno y estas relaciones se ven afectadas por la edad, el genotipo del ave, el tipo de sistema de cría y la nutrición. Por lo tanto, es importante prestar atención a estas características para mantener la calidad y evitar problemas de conservación y comercialización de los huevos (Inca *et al.*, 2020).

### **2.2.3. Los antioxidantes del huevo**

Los antioxidantes son uno de los componentes esenciales que mejoran la calidad de la alimentación, especialmente si reducen la oxidación de lípidos donde los radicales libres no sólo afectan la calidad de estos en los alimentos crudos o procesados, ya que también conducen a la pérdida de su valor nutricional. En la última década, la búsqueda de los antioxidantes ha ganado considerable atención por los consumidores que los prefieren de fuentes naturales debido a la preocupación sobre los efectos tóxicos y carcinogénicos de los antioxidantes sintéticos. Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar y obtener antioxidantes naturales potentes, más baratos y seguros. El contenido de antioxidantes del huevo es casi nulo y una fracción se encuentra en la yema, entonces, fortificar el huevo con antioxidantes, puede mejorar su calidad, lo que se puede lograr alterando la ración en el alimento para las aves. Entre

los compuestos, tanto la luteína como la zeaxantina resultaron ser las moléculas más ampliamente estudiadas en los huevos. Estos ayudan a reducir la degeneración macular relacionada con la edad ya sea filtrando la luz azul dañina y/o como antioxidantes. Hasta el momento se dispone de pocos datos existentes sobre los posibles polifenoles en los huevos de aves de corral. Las gallinas son muy conocidas para poder convertir biológicamente moléculas relacionadas con la salud de la dieta al huevo (Vilija, 2017).

Se sabe que la ingesta de los antioxidantes a través de la dieta es importante para reducir el daño oxidativo en las células y la mejora de la salud humana. Aunque los huevos son conocidos por su excepcional calidad nutricional, generalmente no se consideran como alimentos antioxidantes. Se plantea la hipótesis de que el estrés oxidativo es el responsable de la aparición y el desarrollo de diversas enfermedades y envejecimiento. Se cree que los antioxidantes dietéticos imparten beneficios potenciales al reducir el riesgo de algunas enfermedades crónicas al mantener la homeostasis redox. Existe una extensa investigación sobre la presencia y caracterización de antioxidantes de frutas, verduras, cereales y hierbas; sin embargo, sólo hay investigaciones limitadas con respecto a los antioxidantes de los productos animales. Los huevos son una parte importante de nuestro desayuno y una excelente fuente de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales de alta calidad. Muchas proteínas del huevo, como la ovoalbúmina, la ovotransferrina, la fosvitina y los lípidos del huevo como fosfolípidos, así como ciertos micronutrientes como vitamina E y A, selenio y carotenoides, se informa que tienen propiedades antioxidantes. Además, los huevos pueden enriquecerse con antioxidantes, es decir con carotenoides, vitamina E, selenio y yodo, mediante la manipulación del alimento para las aves. La cocina doméstica tendía a reducir la actividad antioxidante del huevo, mientras que la digestión gastrointestinal de los huevos cocidos aumentó los antioxidantes debido a la liberación de aminoácidos y péptidos (Nimalaratne y Jiamping, 2015). Los componentes del huevo imparten diversas actividades biológicas, incluidas las antimicrobianas, antioxidantes,

antihipertensivas, inmunomoduladoras y propiedades antiadhesivas, beneficiosas más allá de la nutrición básica. La actividad antioxidante de los compuestos derivados del huevo ha atraído gran atención debido a las posibles funciones contra diversas enfermedades crónicas y cardíacas. Recientemente, encontramos que los aromáticos aminoácidos triptófano y tirosina, derivados de péptidos, fosfolípidos, vitamina E, carotenoides y la fosvitina, son compuestos que contribuyen con las propiedades antioxidantes de la yema de huevo (Nimalaratne *et al.*, 2015).

#### **2.2.4. Las inmunoglobulinas séricas**

Las inmunoglobulinas son glicoproteínas secretadas por las células B llamadas células plasmáticas. Cada monómero de molécula de inmunoglobulina consta de pares idénticos de cadenas ligeras y pesadas mantenidas juntas por enlaces disulfuro y fuerzas electrostáticas. Las clases más importantes dentro del sistema inmunológico humoral según la cadena pesada, existen 5 isotipos de inmunoglobulinas, IgA, IgD, IgE, IgG e IgM. Las regiones variables de inmunoglobulinas permiten el entrecruzamiento no covalente con antígenos bacterianos, por lo que la región constante transduce señales en respuesta a la unión con el antígeno, así como también a través de respuestas secundarias de los anticuerpos como la opsonización y la activación del complemento (Jarczak *et al.*, 2020). La respuesta de los anticuerpos a las vacunas es medida a través de una evaluación de la inmunidad en el suero sanguíneo (Bunchasak *et al.*, 2005). Las inmunoglobulinas desempeñan un papel importante en la función inmunológica del cuerpo, entre las cuales las IgA, IgG e IgM son comúnmente los indicadores utilizados para evaluar el estado inmunológico del cuerpo. Por ejemplo, las IgG tiene el papel de neutralizar las toxinas bacterianas y las antitoxinas antimicrobianas, mientras tanto presentando el mayor contenido siendo un anticuerpo importante en la inmunidad humoral y la IgM es capaz de disolver las bacterias patógenas con la activación del complemento y las respuestas primarias de anticuerpos (Wang *et al.*, 2024).

#### **2.2.5. La cáscara de mango**

El procesamiento de la fruta del mango genera cáscara y semilla como subproductos principales. La cáscara de mango se compone de varios fitoquímicos valiosos incluidos los carotenoides, polifenoles y otros compuestos bioactivos. Debido al alto contenido de fibra dietética, la cáscara de mango se ha utilizado en una variedad de complementos alimenticios para potenciar sus propiedades funcionales ya que posee propiedades antioxidantes y eliminadoras de radicales libres (Veeranjaneya *et al.*, 2021).

#### **2.2.5.1. Composición nutricional de cáscara de mango**

La composición de la cáscara del mango depende principalmente del estado de madurez, localidad, variedad y condiciones climáticas en su región de producción. Contiene una variedad de macronutrientes como un 20 % a 30 % de carbohidratos totales, proteínas, aminoácidos, lípidos, ácidos orgánicos, fibra dietética y micronutrientes. La fibra dietética es un importante nutriente funcional y su concentración en diferentes variedades de mango oscilan entre el 16-28 % de fibra soluble y 29-50 % de fibra insoluble. El contenido de vitamina C oscila entre 188-2570 µg/g (Ajila *et al.*, 2007). Se informa cantidades más altas de vitamina C en la cáscara madura en comparación con la cáscara cruda y la presencia de vitamina E de 205-509 µg/g. La concentración de vitamina E también es mayor en la cáscara de mango madura que en la cáscara de mango cruda. La cáscara de mango contiene niveles significativamente más altos que la pulpa de los siguientes minerales: Ca > K > Mg > Na > Fe > Mn > Zn > Cu (Veeranjaneya *et al.*, 2021).

#### **2.2.5.2. Los polifenoles de cáscara de mango**

La cáscara del mango tiene un mayor contenido de polifenoles que la pulpa del mango en todas las etapas de crecimiento del fruto que depende principalmente de la etapa de madurez, localidad, variedad y condiciones climáticas de su región de producción. El contenido de polifenoles varía entre 55-110 mg/g en peso seco, y se encuentran niveles más altos en la piel madura que la verde. Otros fitoquímicos importantes son la quercetina 3-ogalactósido y la mangiferina. Se estima que la cáscara

del mango tiene 1.69 g de mangiferina/kg en peso seco y, en temperaturas altas, su concentración disminuye. Debido a este proceso de transformación, las xantonas derivado de la forma de benzofenona es útil en la formación de xantona C-glucósidos en la cáscara del mango. El contenido de polifenoles es del 6 al 8 % del peso seco y las cantidades de flavonoides y xantonas en la cáscara son 4.6 y 7.3 veces mayor, respectivamente que en la pulpa. De los 6 derivados de xantonas identificadas en la cáscara del mango, la mangiferina C2-β-D-glucopiranosil-1,3,6,7-tetrahidroxixantona y C-glucosil xantina tienen muchas actividades farmacológicas. La mangiferina es una glucosil xantona con una característica de forma isomérica (mangiferina + isomangiferina + homomangiferina), y se encuentra en mayores concentraciones en la cáscara del mango que en la pulpa y las semillas (Veeranjaneya *et al.*, 2021).

### **2.2.5.3. Los carotenoides de cáscara de mango**

Los carotenoides son pigmentos solubles en grasa que crean los diferentes colores de las frutas como el amarillo, naranja y el rojo. Al igual que la pulpa, la cáscara del mango contiene altas concentraciones de carotenoides en forma de β-caroteno, que aporta vitamina A. Analizando su composición, se identificaron 8 carotenoides de diferentes colores en diferentes fases de maduración y variación de su contenido con respecto al color del fruto. En todos los cultivares, el β-caroteno, los isómeros cis-β-caroteno y violaxantina se presentaron como los compuestos principales. La concentración de carotenoides suele aumentar durante la maduración y es alto en la etapa del color amarillo.

Las antocianinas son pigmentos solubles en el agua y su presencia proporciona los colores rojo, azul y morado a los frutos. Son conocidas por sus efectos beneficiosos en la prevención de diversas enfermedades, entre ellas el cáncer, la diabetes y las enfermedades neuronales y cardiovasculares, promoviendo la salud humana. El contenido total oscila entre 3600-5650 μg/g en peso seco en la etapa de plena madurez y de 2030-3260 μg/g en la etapas crudas e inmaduras. Se observa un mayor contenido de antocianinas en las cáscaras de mango de color rojo en comparación con las

cáscaras de color amarillo y verde. Las principales antocianinas observadas en las cáscaras de diferentes colores de distintos cultivares incluyen cianidina, pelargonidina, delphinidina, malvidina, petunidina y peonidina (Veeranjaneya *et al.*, 2021).

#### **2.2.5.4. Actividad antimicrobial de cáscara de mango**

La cáscara de mango tiene como mayor contenido de compuestos fenólicos con un valor de 315.25 mg equivalentes de ácido gálico/g seco de extracto de cáscara de mango y un total del compuesto flavonoide con un valor de 195.63 mg equivalentes de catequina/g de extracto seco de cáscara de mango. Lo mejor actividad antibacteriana es contra *Bacillus cereus* y *Pseudomonas aeruginosa* con una concentración mínima inhibitoria de 0.78 y 6.26 mg/ml y concentración mínima bactericida de 12.5 y 12.5 mg/ml respectivamente. Además, tiene actividad antimicrobiana contra las bacterias *Estaphylococcus aureus*, *Estaphylococcus enteritidis* y *Esclerichia coli* (Sukkaew, 2022).

#### **2.2.6. La semilla de mango**

La semilla de mango está compuesta por una capa exterior leñosa (endocarpio) gruesa y dura que puede ser monoembrionaria o poliembrionaria (Torres *et al.*, 2015). El consumo de fruta fresca por parte de particulares y el procesamiento a gran escala de la industria de la pulpa da como resultado una cantidad significativa de semillas de mango generadas como subproducto. Este representa aproximadamente entre el 35-55 % del peso de la fruta fresca, dependiendo de la variedad. Los residuos de los subproductos del mango en vertederos causan problemas medioambientales porque no se descomponen rápidamente. Sin embargo, el uso de la semilla de mango para la extracción de aceite y fitoquímicos son económicamente rentables y ambientalmente seguros. Se compone de 68 % de semilla, 29 % de cáscara y 3 % de testa (Veeranjaneya *et al.*, 2021).

##### **2.2.6.1. Composición nutricional de semilla de mango**

Aunque se dispone de información sobre la composición nutricional de la semilla de mango, esta varía principalmente debido a diferencias varietales y geográficas. La

composición es única y comparable con otras semillas de oleaginosas como la manteca de cacao, la chía, el illipe, el kokum y la mantequilla de sal. La semilla es rica en nutrientes que se ha utilizado para desarrollar diversos productos con valor agregado y contiene altas cantidades de carbohidratos, proteínas, lípidos y varios minerales (Veeranjaneya *et al.*, 2021).

#### **2.2.6.2. Carbohidratos de semilla de mango**

Las semillas de mango contienen concentraciones más altas de carbohidratos con el rendimiento de almidón de 58-80 %. La calidad y composición de los carbohidratos dependen principalmente de las variedades de la fruta y región de cultivo (Veeranjaneya *et al.*, 2021).

#### **2.2.6.3. Proteínas y aminoácidos de semilla de mango**

La semilla de mango tiene entre un 6-13 % de proteína y su contenido depende principalmente de la variedad y, aunque el nivel de proteína es bajo, es nutritiva debido a su contenido esencial de aminoácidos que incluye 6.9 g de leucina, 4.4 g de isoleucina, 1.2 g de metionina, 3.4 g de fenilalanina, 4.3 g de lisina, 3.4 g de treonina, 2.7 g de tirosina y 5.8 g de valina por cada 100 g de proteína. La indigestibilidad y la naturaleza tóxica de la harina de semilla de mango se debe a la presencia de mayor concentración de taninos. Sin embargo, la proteína presente es de calidad debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales y su índice de calidad (Veeranjaneya *et al.*, 2021).

#### **2.2.6.4. Lípidos y ácidos grasos de semilla de mango**

Los lípidos son muy nutritivos, tienen un alto valor energético y son conocidos por sus propiedades funcionales. La semilla de mango contiene entre 8.15-13.16 % de aceite, es una fuente atractiva de lípidos debido a sus propiedades nutritivas y beneficiosas para la salud. Las características de la grasa son comparables a las de la mantequilla vegetal con una predominante presencia de ácido esteárico y oleico. En algunas variedades el contenido de ácido de grasas insaturadas, especialmente ácido linoleico, es 2 o 3 veces mayor que el de los ácidos grasos saturados. Los altos

contenidos de ácido esteárico y oleico, en el ácido graso total en el perfil, se atribuyen a su mayor estabilidad que los ácidos grasos poliinsaturados que contienen aceites. Además, la potencia antioxidante del extracto de aceite crudo de semilla de mango al 1 % es comparable con el de 200 ppm de hidroxitolueno butilado (BHT). La buena calidad de los comestibles del aceite de semilla de mango es comparable al aceite de semilla de soja y algodón. El contenido fenólico total y el período de inducción del aceite es mayor que el de varios aceites vegetales comerciales. Su rendimiento aumenta con la temperatura, el tiempo y el volumen de extracción disolvente. Sin embargo, la seguridad e idoneidad del aceite depende de la extracción procedimiento y calidad de la semilla de mango.

Los ácidos grasos obtenidos de la semilla de mango tienen muchas similitudes con la manteca de cacao en términos de propiedades, como contenido de grasa sólida, triglicéridos, cristalización y punto de fusión, por lo tanto, puede sustituirlo. Las grasas y los aceites de las semillas de mango de primera calidad extraídos mediante tecnologías modernas como fluidos supercríticos tienen características premium y, junto con la estearina de palma, se utilizan en la preparación de chocolates resistentes a la temperatura en países tropicales (Veeranjaneya *et al.*, 2021).

#### **2.2.6.5. Minerales y vitaminas de semilla de mango**

La semilla de mango contiene altos niveles de minerales, concretamente 368 mg/100 g de potasio, 170 mg/100 g de calcio y 210 mg/100 g de fósforo y magnesio. También contiene las vitaminas antioxidantes C y E y otras vitaminas esenciales, incluidas K, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub> y B<sub>12</sub>, en diversas concentraciones que van desde 0.1 a 1 mg por cada 100 g. Además, contiene aproximadamente 15 UI de vitamina A y es una de las fuentes ricas de 0.12 mg/100 g en vitamina B<sub>12</sub>, que es superior a la ingesta diaria recomendada de vitamina de 2 a 3 µg que se puede utilizar para prevenir su deficiencia en los vegetarianos (Veeranjaneya *et al.*, 2021). A continuación, en la tabla 01 se muestra la composición nutricional de la semilla de mango.

Tabla 01: Composición nutricional de semilla de mango

<b>Características</b>	<b>Valores reportados</b>
Contenido de humedad (%)	38.55-45.20
Proteína cruda (%)	5.34-6.36
Grasas o aceite (%)	7.82-13.00
Fibra cruda (%)	2.02-3.96
Ceniza (%)	2.75-3.20
Energía metabolizable (%)	3275-3400
Extracto libre de nitrógeno (%)	67-70
Lisina (g/100g proteína)	3.13-5.50
Metionina (g/100g proteína)	1.02-2.30
Treonina (g/100g proteína)	2.03-3.38
Arginina (g/100g proteína)	5.20-8.86
Valina (g/100g proteína)	3.90-5.00
Histidina (g/100g proteína)	2.29-2.65
Calcio (mg/100g)	110-111
Magnesio (mg/100g)	85-95
Potasio (mg/100g)	18-22
Sodio (mg/100g)	21-26
Fósforo (mg/100g)	19-20
Fierro (mg/100g)	12
Manganeso (mg/100g)	1

Beriso y Tesfaye (2023)

#### **2.2.6.6. Composición fitoquímica de semilla de mango**

Al igual que la pulpa y la cáscara, la semilla de mango también se considera como una fuente potencial de polifenoles con una potente actividad antioxidante. Se estima que su extracto contiene alrededor de 112 mg de GAE/100 g de polifenoles totales y los constituyentes identificados fueron 20.7 mg de taninos, 6 mg de ácido gálico, 12.6 mg de cumarinas, 7.7 mg de ácido cafeico, 20.2 mg de vainillina, 4.2 mg de mangiferina, 10.4 mg de ácido ferúlico y 11.2 mg de ácido cinámico.

Se descubrió que su actividad antioxidante es mayor que la de otras semillas de frutas de yaca, longan y aguacate y se sugiere que el contenido polifenólico contribuye a su potente actividad antioxidante. Aproximadamente el 75 % de taninos totales están en forma hidrolizable, que necesita ser procesada antes de su uso en preparaciones de alimentos y piensos para reducir su efecto tóxico. Se informó una gran diferencia en la cantidad de 23 a 838 mg/100 g de ácido gálico y 3 a 156 mg/100 g GAE de ácido elágico

y la alta variación en la composición se les atribuyó a las diferencias de los métodos de extracción.

El contenido fenólico total (TPC) del aceite de semilla de mango varía de 9 a 10 TPC mg/g. Se informa que la hesperidina es el compuesto principal y los minerales antioxidantes presentes son el selenio, zinc, cobre, manganeso y potasio. Entre ellos, se encontró que la quercetina, la mangiferina, la isomangiferina, la homomangiferina, el kaempferol y las antocianinas eran los compuestos fenólicos y el ácido gálico, los ácidos fenólicos eran el cafeico, protocatecuico, cumárico, ferúlico y elálgico. En la semilla de mango el contenido total de flavonoides se estimó en aproximadamente  $3325 \pm 120$  mg de equivalente de catequina (CE)/100 g de semilla. Con la rica presencia de compuestos funcionales, esta muestra potencial para la preparación de alimentos funcionales con beneficios para la salud (Veeranjaneya *et al.*, 2021).

#### **2.2.6.7. Propiedades anticancerígenas de semilla de mango**

La semilla de mango tiene una alta actividad anticancerígena contra las células del cáncer de mama humano con baja toxicidad para las células sanas. El análisis cromatográfico muestra la presencia de compuestos que incluyen fenol 4.6-di (1,1-dimetil)etil-2-metil- (44.65 %), ácido fumárico, éster 2-decilundecílico (2.85 %), isoheptadecanol (1-hexadecanol, 2-metilo) (2.74 %), apigenina 7-glucósido (1.74 %) y cis-5-ácido dodecenoico, éster (3-cianopropil) dimetilsililo (1.47 %).

Estos compuestos también han mostrado alta actividad antioxidante, especialmente el BHT que se reconoce como un fármaco común y aditivo en la industria alimentaria. Dado que el cáncer de mama sigue siendo una enfermedad incurable, alternativas como la medicina complementaria y alternativa, que utiliza compuestos farmacológicos y bioactivos como las vitaminas, está creciendo rápidamente en el mundo.

Los extractos completos o puros de semillas de mango se presentan como una alternativa para el tratamiento del cáncer y para ello existe el propósito de realizar más investigaciones sobre su efecto y viabilidad de su uso que se requieren de estos

compuestos. Los efectos citotóxicos del extracto sobre las células de cáncer de mama se deben a la actividad sinérgica que tiene y se ha informado que la sinergia de los diferentes compuestos bioactivos presentes logra la máxima bioactividad (Torres *et al.*, 2015).

#### **2.2.6.8. Actividad antimicrobial de semilla de mango**

La semilla mediante pruebas de difusión en disco es de importancia médica contra los patógenos: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Vibrio vulnificus*. El extracto metanólico crudo de semilla de mango en una concentración de 100 mg/ml tiene actividad antimicrobiana y contienen altos niveles de compuestos antioxidantes mostrando actividad antibacteriana contra las bacterias gram positivas y gram negativas (Torres *et al.*, 2015).

#### **2.2.7. Gallinas Novogen Brown**

La gallina Novogen Brown es un ave de color marrón con plumaje blanco en el fondo que produce huevos marrones. Es reconocida como el ave más capaz de adaptarse a su entorno y siendo de naturaleza calmada, combina facilidad de manejo y rendimiento. Su producción es superior ya que cuenta con un excelente pico y persistencia para ciclos más largos, la calidad de huevo es mantenida hasta el final del ciclo de producción y sus huevos son medianos y grandes dependiendo del manejo del lote.

Su eficiencia alimenticia es reconocida para un costo de producción optimizado. Su facilidad de manejo es optimizada ya que su comportamiento es calmado con una puesta en el nido óptima para un mayor confort de trabajo con una adaptable capacidad a una variedad de ambientes, climas y sistemas de producción, resistente a diferentes retos de producción sanitarios, climáticos, nutricionales y de manejo (Novogen Brown Guía de Manejo, 2024). En la tabla 02 se muestra el rendimiento productivo a partir de la semana 20 de edad de la gallina Novogen Brown.

Tabla 02: Rendimiento productivo de gallinas ponedoras Novogen Brown

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Producción (%)	81.45
Pico de postura (%)	92-93
Edad de pico de postura (semanas)	25
Mortalidad acumulada (%)	5.53
Consumo de alimento (g/ave/día)	118-126
Peso corporal (g)	1455-1525
Viabilidad (%)	96-98
50 % de producción (semanas)	21-22
Número de huevos (año)	297-302
Número de huevos por incubar (año)	267-272
Huevos por incubar (%)	90

Chavarría *et al.* (2021)

En la tabla 03 se muestra las especificaciones de dieta a partir de la semana 22 hasta la semana 45 de edad de la gallina ponedora Novogen Brown.

Tabla 03: Especificaciones de dieta de 22 a 45 semanas de edad

<b>Cantidad a consumir (g/día)</b>	<b>Necesidad 110 g/ave/día</b>
Energía (kcal/kg)	3000-3160
Proteína cruda (%)	17.46
Fibra cruda (%)	3.5-6
Grasa cruda (%)	2.5-6
Lisina total (%)	0.87
Metionina total (%)	0.44
Metionina + cistina total (%)	0.78
Triptófano total (%)	0.19
Treonina total (%)	0.61
Isoleucina total (%)	0.70
Valina total (%)	0.77
Arginina total (%)	0.91
Calcio (%)	3.73
Fósforo disponible (%)	0.38
Sodio (%)	0.155
Cloro (%)	0.15-0.25
Ácido linoleico (%)	1.20

Novogen Brown Guía de Manejo (2024)

En la tabla 04 se muestra calidad de huevo a partir de la semana 20 hasta la semana 24 de edad de la gallina ponedora Novogen Brown.

Tabla 04: Calidad de huevo en Gallinas Novogen Brown de 20 a 24 semanas

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Índice de forma (%)	79.08
Grosor de cáscara (mm)	0.39
Unidades Haugh	95.94
Índice de yema (%)	45.19
Peso de huevo (g)	55.35

Rahaman *et al.* (2022)

### **2.2.8. Gallinas Criollas Mejoradas**

Las gallinas Criollas Mejoradas, en el mercado nacional de nuestro país, se les conoce también como gallinas híbridas o cruzadas y entre sus características tienen buena rusticidad, bajo consumo de alimento y adaptabilidad a toda clase de clima desarrollando gran resistencia a condiciones ambientales y toda clase de enfermedades en condiciones desfavorables. Su color de plumaje es muy variado (negras, blancas, rojas) y la cresta es de diferentes formas (copetonas y barbadas o papujas) con cuello desnudo o pirocas (Palomino, 2015). Se menciona su rusticidad, baja mortalidad y requieren de mayor tiempo para alcanzar la madurez sexual, la mayoría presentan clueques siendo esta una de las mayores ventajas. A la gallina carioca, llamada también peruana o cocotera, se caracteriza por tener el cuello sin plumas, la parte posterior de la cabeza y el cuello presentan un color rojo sangre oscuro; sus plumajes definidos son blanco, amarillo, rojo, gris; su tamaño es grande, es clueca, cuidadosa y buena madre, es muy buena ponedora y sus huevos son grandes (Rojas, 2023).

Es obtenido a partir de razas puras importadas y del gallo criollo desprovisto de plumas en el cuello (carioco) de procedencia peruana (Paredes y Raico, 2021). Son los cruces que se establecen entre razas criollas y razas puras para mejorar su producción de huevo, de carne o de ambos a la vez, obteniendo animales que combinan lo mejor de las distintas razas. Según la técnica el primer año se cruza un gallo de raza pura (criollo) con hembras puras, requiriendo un gallo por cada 10 gallinas. Al segundo año se cambia al gallo por otro de la misma raza pura para que se aparee con las gallinas obtenidas el año anterior ya mejoradas. Durante los siguientes 3 años las aves seguirán

reproduciéndose sin cambiar de gallo. Es frecuente encontrar aves criadas en gallineros improvisados en condiciones precarias o a las que no se les suministra la alimentación adecuada, en estos casos la recolección de huevos será pobre y la producción de carne escasa y de poca calidad en el cual un ave puede poner 50 o 60 huevos al año mientras que si se cuenta con razas de alta postura bien alimentadas puede alcanzar hasta más de 300 huevos. La producción intensiva de gallinas está hoy distribuida por casi todo el mundo y en los países occidentales la tendencia actual es a la especialización de la producción en granjas avícolas: Algunos productores se encargan del incubado de huevos, otros de la producción de huevos y otros de la cría de pollos para el mercado de la carne. En la tabla 05 se muestra el rendimiento productivo a partir de la semana 18 hasta las 52 semanas de edad de la gallina Criolla Mejorada (INTA y INATEC, 2008).

Tabla 05: Rendimiento productivo semana 18 a 52 semanas

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Edad al 50 % de puesta (días)	160.4
Edad al pico de puesta (días)	245.2
Puesta total (%)	53.1
Pico de postura (%)	81.3
Masa de huevo (kg/ave)	7.2
Conversión alimenticia (	4.32
Consumo de alimento (g/ave/día)	141.3
Peso corporal a las 18 semanas (g)	3061.5
Peso de huevo (g)	56.9
Número de huevos (ave)	126.1

Paredes y Raico (2021)

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Maceración**

Es una extracción que se realiza a temperatura ambiente que consiste en remojar el material vegetal, debidamente fragmentado, en un solvente (agua o etanol) Se prefiere el etanol puesto que a largos tiempos de extracción el agua puede propiciar la fermentación o la formación de mohos hasta que éste penetre y disuelva las porciones solubles. Se puede utilizar cualquier recipiente con tapa que no sea atacado con el disolvente; en éste se colocan el material vegetal con el disolvente y tapado se

deja en reposo por un período de 2 a 14 días con agitación esporádica; luego se filtra el líquido, se exprime el residuo, se recupera el solvente en un evaporador rotatorio y se obtiene el extracto (Gonzales, 2004).

### **2.3.2. Extracto etanólico**

Extracto con olor característico, obtenido a partir de materia prima desecada de origen vegetal, por maceración o percolación en contacto con etanol, seguida de la eliminación de dicho solvente por un procedimiento físico. Estos procesos pueden ser sometidos a determinadas operaciones para eliminar algunos de sus componentes y así mejorar notablemente la calidad del producto deseado (Gonzales, 2004).

### **2.3.3. Fibra dietaria**

La fibra dietaria se describe en términos de solubilidad; la fibra dietaria insoluble que se compone principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina, mientras que la fibra dietaria soluble se compone principalmente de polisacáridos no celulósicos, incluidas pectina (carbohidratos), gomas y mucílagos. La división de la fibra se basó en diferencias en los efectos fisiológicos. Originalmente se pensaba que la fibra soluble era más probable que reduzca los lípidos y la glucosa en la sangre, mientras que la fibra insoluble tenía más probabilidades de mejorar la laxación. Más recientemente, otros aspectos de la fibra como la viscosidad y la fermentabilidad explican estas diferencias en la respuesta fisiológica. Esta definición ha seguido evolucionando. La más reciente es un compuesto no digerible que, a través de su metabolización por microorganismos en el intestino, modula la composición y/o actividad del microbiota intestinal, confiriendo así un beneficio fisiológico efecto sobre el huésped (Korczak y Slavin, 2020).

### **2.3.4. Rendimiento animal**

Los animales tienen el potencial genético para producir carne, leche y huevos, dependiendo de la especie y la selección genética dentro de esa especie. El objetivo de la mayoría de los sistemas de crianza es permitir que el animal exprese su potencial genético de manera económica. En los países en desarrollo, es probable que los

animales tengan un menor potencial genético para la producción y dividir proporcionalmente más nutrientes en estrategias de mantenimiento y supervivencia que los que se encuentran en los países industrializados. Los animales de doble y triple propósito pueden tener diferentes eficiencias para cualquiera de los mayores usos de energía que los animales que han sido altamente seleccionados para un solo objetivo de producción, como las gallinas ponedoras especializadas para alta producción de huevos (Coleman y Moore, 2003). Por otro lado, existen también los efectos de la relación de los humanos con los animales sobre el rendimiento por lo que el gran miedo a los humanos se asocia con una reducción de la producción de huevos, el crecimiento, la eficiencia alimenticia, la calidad del producto y la actividad sexual, al tiempo que aumenta la agresión, las dificultades de manejo y la inmunosupresión. El contacto visual o físico con humanos puede provocar inhibición conductual, pánico por retirada y reacciones violentas de escape en los pollos a menudo con complicaciones asociadas, lesiones, así como respuestas suprarrenales. Las reacciones de miedo, como el pánico o los intentos violentos de escape, no sólo desperdician energía y, por lo tanto, imponen un costo metabólico, sino que también pueden provocar lesiones o incluso la muerte cuando las aves chocan contra obstáculos o se amontonan unas encima de otras (Rojas *et al.*, 2020).

### **2.3.5. Prueba de ELISA**

El ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) es una herramienta o técnica de serodiagnóstico en enfermedades, que después de infectarse con un patógeno, nuestro sistema inmunológico comienza a producir anticuerpos para combatir la infección para fines de diagnóstico o para evaluar la eficacia de la vacuna y proporcionarnos datos precisos e información sobre si la vacuna candidata está induciendo respuestas de anticuerpos potentes y el número de anticuerpos producidos. Es un método simple y rentable que se ha utilizado para evaluar la eficacia de la vacuna mediante la detección de la presencia de anticuerpos contra antígenos virales bacterianos y el diagnóstico de etapas de la enfermedad. El análisis de datos ELISA

utiliza a un componente químico que se desea medir y se determina la concentración de la muestra desconocida comparando su densidad óptica observada con una curva estándar (Dutt *et al.*, 2024).

## CAPÍTULO III

### PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

##### 3.1.1. Hipótesis general

La inclusión en las dietas de 0, 500, 1000, 1500 y 2000 ppm del extracto etanólico de semilla y cáscara de mango mejoran el rendimiento productivo, la calidad del huevo, la capacidad antioxidante y el contenido de inmunoglobulinas séricas en las gallinas ponedoras de las líneas comerciales Novogen Brown y Criolla Mejorada.

##### 3.1.2. Hipótesis estadística

Hipótesis nula ( $H_0$ )

$H_0: \mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5$  (línea Novogen Brown);  $\mu_6=\mu_7=\mu_8=\mu_9=\mu_{10}$  (línea Criolla Mejorada).

No existe diferencia significativa en el rendimiento productivo, calidad del huevo, capacidad antioxidante y contenido de inmunoglobulinas séricas a causa de los niveles de inclusión 0, 500, 1000, 1500 y 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango en gallinas ponedoras de las líneas comerciales Novogen Brown y Criolla Mejorada desde la semana 20 hasta la semana 33 de edad en los tratamientos.

Hipótesis alternante ( $H_a$ )

$H_a$ : Al menos una de las medias es diferente.

#### 3.2. Variables

Las variables evaluadas fueron los siguientes:

Variable independiente:

- El extracto etanólico de semilla y cáscara de mango.

Variables dependientes:

- El rendimiento productivo.
- La calidad de huevo.
- La capacidad antioxidante.
- El contenido de inmunoglobulinas séricas.

#### 3.3. Indicadores

Los indicadores evaluados en el rendimiento productivo fueron los siguientes:

- El consumo de alimento.
- La conversión alimenticia.
- El número de huevos.
- El porcentaje de postura.
- La masa de huevos.
- El peso de huevos.

Los indicadores evaluados en la calidad del huevo fueron los siguientes:

- Las unidades Haugh.
- El índice de forma.
- El índice de yema.
- El grosor de cáscara.
- La luminosidad de yema.
- El enrojecimiento de yema.
- La amarillez de yema.

Los indicadores evaluados en la capacidad antioxidantes fueron las siguientes:

- Los polifenoles de yema.
- El malondialdehído de yema.

Los indicadores evaluados de inmunoglobulinas séricas fueron las siguientes:

- La titulación frente al Gumboro.
- La titulación frente a la Bronquitis Infecciosa.
- La titulación frente al Newcastle.

Los indicadores económicos calculados fueron las siguientes:

- La rentabilidad.
- La relación beneficio costo.

## CAPÍTULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

#### 4.1. Lugar de ejecución

La etapa experimental de la presente investigación se realizó en las instalaciones del galpón de aves de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca construidas de material noble. Como ubicación geopolítica se localizó en la región, provincia y distrito de Cajamarca. El tiempo de estudio fue desde el 07 de abril al 09 de julio del año 2024. Por otro lado, de las incubadoras avícolas ubicadas en las ciudades de Lima y Trujillo se compraron las aves comerciales de un día de nacidos como pollitas de las líneas Novogen Brown y Criollas Mejoradas respectivamente, que luego de realizar la etapa de levante, fueron sometidas en la etapa de postura previo acostumbramiento de 7 días a un sistema de alojamiento intensivo en baterías. La imagen satelital del lugar donde se realizó el experimento se muestra a continuación en la figura 01:

Figura 01: Imagen satelital de lugar de ubicación del estudio



#### 4.2. Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos y geográficos que se presentaron durante el tiempo de experimentación se muestran a continuación en la tabla 06:

Tabla 06: Datos meteorológicos y geográficos del lugar de estudio

<b>Descripción</b>	<b>Valores</b>
Altitud	2750 m.s.n.m.
Latitud sur	7°11'36"
Longitud oeste	78°11'36"
Temperatura mínima promedio anual	10.95 °C
Temperatura máxima promedio anual	19.63 °C
Precipitación pluvial anual	847.3 mm
Humedad relativa promedio anual	67.87 %

Estación Augusto Weberbauer (SENAMHI) Cajamarca (abril - julio 2024)

#### **4.3. Diseño de investigación**

El diseño de investigación del trabajo fue de tipo experimental, ya que se administraron estímulos o tratamientos, cuyo propósito fue responder preguntas de investigación cumpliendo con los objetivos del estudio sometiendo una hipótesis a prueba. Además, fue un experimento puro porque se manipuló intencionalmente la variable independiente y se midieron las variables dependientes, existiendo los tratamientos con asignaciones al azar (Hernández *et al.*, 2014).

#### **4.4. Métodos de investigación**

La investigación fue aplicada con un enfoque cuantitativo basado en el cual los alcances resultaron de la revisión de literatura y objetivos del investigador siendo ésta a la vez descriptiva ya que consideró al fenómeno estudiado, sus componentes, medición de conceptos, además de ser explicativo y definir las variables ya que se determinó las causas de los fenómenos, generación de sentido de entendimiento y su estructuración (Hernández *et al.*, 2014).

#### **4.5. Población y muestra**

La población estuvo constituida por 200 pollitas Novogen Brown adquiridas de la Empresa Corporación de Granjas del Perú SAC ubicado en el distrito de Los Olivos en el departamento de Lima y 200 pollitas Criollas Mejoradas adquiridas de la empresa Rodriguez de la ciudad de Trujillo. Estas pollitas se criaron bajo un sistema de cama profunda hasta las 19 semanas de edad que previamente fueron vacunadas contra las enfermedades de Newcastle, Bronquitis Infecciosa, Gumboro y Viruela aviar, siguiendo

prácticas de manejo estándar. Luego, a las 20 semanas, todas las aves fueron ubicadas en 3 baterías que se ubicaron dentro del galpón de aves de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca. La muestra estuvo representada por 90 gallinas Novogen Brown y 90 gallinas Criollas Mejoradas con pesos iniciales de 1.860 kg y 3.160 kg respectivamente las que se obtuvieron de la misma población para realizar el experimento. Las unidades observacionales fueron las gallinas Novogen Brown y las gallinas Criollas Mejoradas.

#### **4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de información**

Se emplearon técnicas de inferencia estadística y para el procesamiento de datos se utilizaron el software InfoStat, hojas de cálculo excel, registros de rendimiento productivo y calidad de huevo, resultados de laboratorio, además de aplicación de fórmulas. Para probar o contrastar la hipótesis, se efectuaron análisis de varianzas con una probabilidad  $p < 0.05$  para encontrar diferencias significativas entre los tratamientos y para comparar medias se realizó la prueba de Duncan.

#### **4.7. Infraestructura, equipamiento, materiales e insumos**

Las infraestructuras utilizadas en el estudio fueron las siguientes:

- Galpón de aves de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca; instalaciones que fueron construidas de material noble el cual posee instalaciones eléctricas y de agua potable.
- Laboratorio de control de alimentos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, con equipos para la elaboración y obtención del extracto etanólico de semilla y cáscara de mango.
- Laboratorio de calidad física del huevo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Los equipos, materiales e insumos utilizados en el aviario fueron los siguientes:

- Baterías de estructura metálica con piso y paredes de alambre galvanizado, dividida de 2 pisos en cada uno de los lados equipadas con 4 comederos lineales de metal galvanizado, bebederos tipo copa ubicados en la parte anterior izquierda

y bandejas de excretas de plástico ubicadas en la parte inferior en cada una de las jaulas. Las dimensiones de cada jaula fueron de 0.60 m de ancho, 0.50 m de largo y 0.40 m de altura, en un área de 0.20 m<sup>2</sup>.

- 01 balanza de mesa digital con capacidad de 10 kg.
- 01 despicadora.
- 01 jaba o contenedor avícola para el transporte de aves.
- 01 termómetro.
- 03 baldes con capacidad de 20 litros.
- 3 focos de filamento.
- 01 espátula.
- 01 palana.
- 01 carretilla.
- 15 frascos de Vacunas para Bronquitis Infecciosa, Gumboro, Newcastle y Viruela aviar.
- 05 Jeringas desechables de 1 cm en ml.
- 01 frasco de alcohol medicinal.
- Materiales de escritorio.
- Implementos e utensilios de limpieza.

Los equipos para para la elaboración y obtención del extracto etanólico de semilla y cáscara de mango fueron los siguientes:

- 05 frascos de etanol.
- 01 frasco de agua destilada.
- 01 extractor soxhlet.
- 01 frasco buffer fosfato salino.
- 01 mortero.
- 01 barril.
- 01 filtro de laboratorio.
- 01 embudo.

- 01 balanza de sobremesa de precisión digital
- 01 termómetro.
- 05 recipientes de almacenamiento.
- 03 coolers portátiles o cajas térmicas.
- Implementos e utensilios de limpieza.

Los equipos para determinar características físicas de frescura del huevo fueron los siguientes:

- 01 calibrador digital de diámetro con escala en milímetros.
- 01 calibrador digital circular con escala en milímetros.
- 01 medidor de colorimetría CR-410.
- 01 báscula de bolsillo de 0.1 g de alta precisión.
- 05 rollos de papel absorbente.
- 01 mesa nivelada.
- 01 soporte de polietileno plano.
- Implementos e utensilios de limpieza.

#### **4.8. Obtención de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango**

Los frutos frescos de mango se obtuvieron de productores del distrito de Chilate, región Cajamarca, país de Perú. El cultivar que se estudió fue la variedad de mango Kent que fueron pesados y se les retiró la cáscara y la semilla. La obtención del EESCM se realizó en el laboratorio de control de alimentos de la Universidad Nacional de Cajamarca. Las semillas y cáscaras de mango, se obtuvieron manualmente los cuales se secaron en una estufa a temperatura de 40 °C durante 3 días. Las muestras secas se molieron y mezclaron hasta obtener un polvo homogéneo fino antes de la extracción. Los residuos de mango (30 g de material desecado) se colocaron durante 2 h con 200 ml de etanol al 90 % en un extractor Soxhlet, luego el extracto fue secado durante 3 horas obteniéndose una solución pastosa, por lo que cada muestra después de este proceso se diluyó en 10 ml de buffer fosfato salino (BFS), de acuerdo al procedimiento desarrollado por Untol *et al.*, (2019). Por cada 10 kg de materia fresca de residuos de

mango (5 kg de cáscara + 5 kg de semilla) se obtuvo aproximadamente en promedio 1116 g de materia seca con 288 g de EESCM, luego del extraído fue diluido con 372 ml de BFS (Paredes y Lara, 2023).

#### **4.9. Animales, diseño experimental y tratamientos**

Un total de 180 gallinas ponedoras, 90 de la línea comercial Novogen Brown y 90 de la línea Criolla Mejorada. A las 20 semanas de edad fueron seleccionadas al azar para ser utilizadas en este estudio. Las gallinas se alojaron en jaulas a razón de 3 gallinas por jaula y tuvieron libre acceso al alimento y agua potabilizada durante todo el experimento. La temperatura del ambiente se mantuvo a  $20\pm 3$  °C con 14 horas de luz en el día.

Se realizó una prueba de alimentación de 13 semanas para evaluar los efectos del EESCM en sus diferentes niveles de inclusión en la dieta sobre el rendimiento de puesta de las gallinas de 20 semanas a 33 semanas de edad. Las aves fueron asignadas al azar a 10 grupos de combinaciones de tratamientos con 6 réplicas y 3 gallinas por réplica para cada grupo. Los 10 grupos recibieron las siguientes dietas:

T<sub>1</sub> = Dieta basal sin EESCM en gallina comercial Novogen Brown.

T<sub>2</sub> = Dieta basal + 500 ppm de EESCM en gallina comercial Novogen Brown.

T<sub>3</sub> = Dieta basal + 1000 ppm de EESCM en gallina comercial Novogen Brown.

T<sub>4</sub> = Dieta basal + 1500 ppm de EESCM en gallina comercial Novogen Brown.

T<sub>5</sub> = Dieta basal + 2000 ppm de EESCM en gallina comercial Novogen Brown.

T<sub>6</sub> = Dieta basal sin EESCM en gallina comercial Criolla Mejorada.

T<sub>7</sub> = Dieta basal + 500 ppm de EESCM en gallina comercial Criolla Mejorada.

T<sub>8</sub> = Dieta basal + 1000 ppm de EESCM en gallina comercial Criolla Mejorada.

T<sub>9</sub> = Dieta basal + 1500 ppm de EESCM en gallina comercial Criolla Mejorada.

T<sub>10</sub> = Dieta basal + 2000 ppm de EESCM en gallina comercial Criolla Mejorada.

La dieta basal se mezcló en el laboratorio de control de alimentos de la Universidad Nacional de Cajamarca. Por otro lado, las jaulas de cada grupo de tratamientos estuvieron separados para evitar mezclar las dietas del experimento.

#### 4.10. Manejo alimenticio de gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas

La dieta para la etapa de postura fue preparada por el investigador y las gallinas Novogen Brown y las gallinas Criollas Mejoradas la recibieron desde la semana 20 hasta la semana 33 de edad de las aves, proporcionándoles el alimento a las 8 horas de la mañana. La dieta y el contenido nutricional se muestra en la tabla 07:

Tabla 07: Ingredientes y contenido nutricional de dieta en fase de postura

Ingredientes	%	Contenido nutricional	
Maíz amarillo	60.00	Materia seca (%)	88.46
Harina de soya	26.20	Energía metabolizable (kcal/kg)	2789
Aceite de palma	3.00	Proteína bruta (%)	17.04
Carbonato cálcico	8.45	Fibra cruda (%)	2.81
Fosfato monobásico	1.70	Calcio (%)	3.59
Cloruro sódico marino	0.40	Fósforo disponible (%)	0.44
DL metionina	0.15	Sodio (%)	0.18
Premezcla	0.10	Lisina (%)	0.83
		Metionina (%)	0.39

Elaboración propia

#### 4.11. Procedimientos de mezcla de alimentos y recolección de huevos

El EESCM se incorporó por completo a la fórmula alimenticia, para lo cual primero se lo mezcló con aceite de palma y luego se lo añadió al resto de los demás ingredientes. El consumo y el sobrante del pienso se registró diariamente por tratamiento el que nos permitió calcular el consumo de alimento. La conversión alimenticia se calculó mediante el consumo de alimento dividido con la masa de huevos durante el experimento. En el último día del estudio 3 gallinas por tratamiento fueron seleccionadas al azar y se recogieron muestras de sangre individuales que se centrifugaron a 3000 rpm durante 15 min a 4 °C para ser separado del suero las muestras que fueron luego congeladas a 20 °C hasta el análisis de los parámetros inmunológicos séricos.

#### 4.12. Calidad del huevo

Los huevos de cada tratamiento fueron recolectados, pesados y registrados diariamente hasta el análisis de los parámetros de calidad del huevo y capacidad de antioxidantes. 180 huevos, 18 por tratamiento, fueron seleccionados al azar y

examinados para evaluarlos al inicio, intermedio y al final de la producción durante el experimento. La altura, diámetro de albúmina y de yema en milímetros, peso del huevo en gramos, grosor de cáscara en milímetros y el color de yema se midieron con la ayuda de los instrumentos calibrador digital y medidor de colorimetría. El índice de forma del huevo se calculó dividiendo diámetro menor con diámetro mayor por 100. Luego de separar la clara y cáscara, de la yema se dividió la altura con el diámetro para obtener el índice de yema. Para el cálculo de las unidades Haugh consistió en que el contenido del huevo se depositó en una superficie plana y se colocó en un extremo un calibrador digital en forma perpendicular a la superficie penetrando el albumen hasta tocar el punto más bajo, a partir del cual se empezó a medir.

#### **4.13. Indicadores de rendimiento productivo**

Los indicadores del rendimiento productivo que se evaluaron en el experimento fueron los siguientes:

##### **a) Consumo de alimento**

El consumo de alimento es la cantidad de pienso consumido en una determinada unidad de tiempo, registrando el consumo todos los días y restándole del residuo. Este indicador se obtuvo de la siguiente manera:

Consumo de alimento (g/ave/día) = [(consumo de alimento - residuo/número de gallinas por jaula) /número de días del experimento)].

##### **b) Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia en aves ponedoras indicó la cantidad de alimento consumido para producir un kilogramo de huevos durante una unidad de tiempo. La conversión alimenticia se determinó de la siguiente manera:

Conversión alimenticia =  $\frac{\text{consumo del alimento (gramos)}}{\text{masa de huevo (gramos)}}$

##### **c) Número de huevos**

El número de huevos fue la suma total de la cantidad de huevos de cada unidad experimental. Se determinó de la siguiente manera:

$$\text{Número de huevos/ave/día} = \frac{\text{N° de huevos totales}}{\text{Total gallinas x días totales}}$$

Número de huevos = N° de huevos producidos por día

#### **d) Porcentaje de postura**

El porcentaje de postura se determinó contando la cantidad de huevos puestos por jaula y luego se dividió por la cantidad de gallinas por jaula. Se determinó de la siguiente manera:

$$\text{Postura (\%)} = \frac{\text{N° de huevos puestos}}{\text{N° de gallinas}} \times 100$$

#### **e) Masa de huevos**

La masa de huevos se obtuvo al multiplicar la cantidad de huevos producidos por tratamiento por el peso del mismo. Se determinó de la siguiente manera:

Masa de huevos = N° de huevos producidos x peso del huevo

#### **f) Peso de huevos**

El peso de huevos se obtuvo al pesar todos los huevos puestos en el día por jaula dividiendo entre el número de huevos. Se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Peso de huevo} = \frac{\text{Peso de huevos de gallinas alojadas (kg)}}{\text{Número de huevos de gallinas alojadas}}$$

### **4.14. Indicadores de calidad del huevo**

Los indicadores de calidad del huevo que se evaluaron en el experimento fueron los siguientes:

#### **a) Unidades Haugh**

Las unidades Haugh es un indicador que se obtuvo con la fórmula de Eisen *et al.* (1962) siendo esta una medida de la calidad interna del huevo que viene hacer la relación entre el peso del huevo y la altura de albúmina. Se lo determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{U.H.} = 100 \times \text{Log} (\text{altura del albumen} - (1.7 \times \text{peso del huevo})^{0.37} + 7.57$$

#### **b) Índice de forma**

El índice de forma es una medida de la calidad externa del huevo y se lo determinó a partir del siguiente índice:

$$\text{Índice de forma} = \frac{\text{diámetro menor} \times 100}{\text{diámetro mayor}}$$

**c) Índice de yema**

El índice de yema se determinó midiendo el ancho y la altura de la yema. Este indicador se obtiene colocando ambos extremos del calibrador en el punto más bajo de la yema localizado en la superficie plana, hasta la parte superior de la yema. Las medidas se tomaron con la yema en posición natural cuando se rompe el huevo. La fórmula fue la siguiente:

$$\text{Índice de yema} = \text{altura de yema} / \text{ancho de yema}$$

**d) Grosor de cáscara**

Es una medida de la calidad externa del huevo y se determinó quebrando los huevos vaciándose el contenido y se procedió a medir el grosor de la cáscara utilizando un calibrador digital denominado Vernier. Su fórmula fue la siguiente:

$$\text{Espesor de cáscara} = \text{N}^\circ \text{ de mediciones del grosor de la cáscara}$$

**e) Luminosidad, enrojecimiento y amarillez de yema**

Los valores de luminosidad, enrojecimiento y amarillez de yema de huevo fueron obtenidos de forma aleatoria al inicio, intermedio y final del experimento con la ayuda de un medidor de colorimetría Konica Minolta CR-410 a través de espacios de color conocido como CIELAB analizando 180 yemas de huevo en los espacios del laboratorio de calidad física del huevo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca. Este método expresa el color de un objeto objetivamente y es ampliamente usado ya que correlaciona valores numéricos de color consistentemente con la percepción visual humana y los investigadores lo usan para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias y expresar precisamente sus resultados a otros en términos numéricos. Este sistema permite una representación precisa y estándar del color en un espacio tridimensional, facilitando la comparación y

el análisis de colores en diversas aplicaciones. El color de la yema de huevos se expresó en dimensiones o coordenadas de luminosidad (L), enrojecimiento (a) y amarillez (b) de acuerdo con el sistema de color de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) los cuales representan o indican lo siguiente:

- L = Luminosidad (0 = negro, 100 = blanco).
- a = Posición entre los colores verde y rojo (valores negativos hacia el verde y positivos hacia el rojo).
- b = Posición entre los colores azul y amarillo (valores negativos hacia el azul y positivos hacia el amarillo).

#### **4.15. Indicadores de capacidad antioxidante**

Se extrajeron 0.5 g de yema de huevo liofilizada en polvo de las muestras usando una mezcla de disolvente ternario (metanol:acetato de etilo:éter de petróleo con 0.1 % con un estabilizante butilhidroxitolueno a temperatura ambiente durante 1 min usando un mezclador vórtex y los sobrenadantes combinados se evaporaron bajo gas nitrógeno y el residuo se disolvió en 2 ml de éter metílico de butilo terciario:metanol. Estas muestras se filtraron a través de una membrana de nailon de microfiltración biológica de 0.45  $\mu\text{m}$  y fue analizado mediante cromatografía líquida de alta velocidad y resolución. Las muestras fueron protegidas de la luz durante la extracción y el análisis. El caudal fue de 0.3 ml/min y los carotenoides se detectaron a 450 nm identificándose en sus espectros de ultravioleta visible, tiempo de retención y orden de elución en comparación con los compuestos estándar, mientras que la cuantificación se basó en puntos en una curva de calibración estándar.

#### **4.16. Inmunoglobulinas séricas**

Al final del experimento, después de la privación de alimento durante la noche, se eligieron 3 gallinas por tratamiento de las líneas comerciales Novogen Brown y Criollas Mejoradas que tuvieron un peso vivo cercano a la media y se extrajeron 3 ml de sangre de la vena del ala colocados en tubos de ensayo sin anticoagulante, luego se separó de los 3 ml el suero mediante centrifugación a 3000 rpm durante 15 minutos

mantenido a una temperatura de -20 °C en un refrigerador criogénico. La proteína total se analizó con un kit de prueba y la cantidad de fracciones de gammaglobulinas se investigaron mediante electroforesis con la técnica de acetato de celulosa utilizando la prueba de inhibición por hemaglutinación para evaluar los niveles de titulación de las enfermedades de Gumboro, Bronquitis Infecciosa y Newcastle determinándose en los ácidos grasos no esterificados. La inmunoglobulina A (IgA) y la inmunoglobulina G (IgG) del suero sanguíneo se analizaron con muestras diluidas adecuadamente mediante un ensayo de inmunoabsorción ligado a las enzimas mediante la prueba de ELISA.

#### **4.17. Análisis estadístico**

Todos los datos se sometieron al análisis estadístico utilizando el diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 5 de acuerdo con el procedimiento para análisis de datos del programa Infostat. Se efectuaron análisis de varianzas con una probabilidad  $p < 0.05$  para encontrar diferencias significativas entre los tratamientos. Se realizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa para comparar promedios. Las pollitas Novogen Brown y Criollas Mejoradas fueron distribuidos en 10 tratamientos y 6 repeticiones haciendo un total de 60 unidades experimentales y dentro de cada una de ellas se alojaron a 3 aves.

El modelo aditivo lineal utilizado fue el siguiente:  $Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación de la variable respuesta obtenida del tratamiento con el i-ésimo nivel de A, el j-ésimo nivel de B y la repetición k-ésima.

$\mu$  = Media general.

$A_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (líneas Novogen Brown y Criolla Mejorada).

$B_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor B (niveles de dieta 0, 500, 1000, 1500 y 2000 ppm de EESCM).

$AB_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B en su repetición k.

$e_{ij}$  = Efecto del error aleatorio.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Rendimiento productivo

##### 5.1.1. Consumo de alimento

Los resultados obtenidos del diseño factorial en el consumo de alimento se aprecian en las tablas 08, 09 y 10. En los resultados de interacción de dieta por línea genética y dieta no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en el resultado de línea genética se encontraron diferencias altamente significativas. Por lo tanto, se puede decir que sólo hubo efecto de la línea genética en el consumo de alimento.

Tabla 08: Efecto de interacción dieta y línea genética del consumo de alimento

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Consumo de alimento (g/ave/día)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	162.52 <sup>a</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	159.77 <sup>a</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	153.75 <sup>a</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	151.28 <sup>a</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	148.58 <sup>a</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	114.15 <sup>b</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	112.18 <sup>b</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	111.75 <sup>b</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	109.85 <sup>b</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	109.15 <sup>b</sup>
p valor = 0.8780				

Tabla 09: Efecto de dieta del consumo de alimento

Efecto	Dieta	Consumo de alimento (g/ave/día)
Efecto de dieta	1500	137.14 <sup>a</sup>
	1000	136.96 <sup>a</sup>
	0	132.97 <sup>a</sup>
	2000	130.21 <sup>a</sup>
	500	129.22 <sup>a</sup>
p valor = 0.5563		

Tabla 10: Efecto de línea genética del consumo de alimento

Efecto	Línea genética	Consumo de alimento (g/ave/día)
Efecto de línea genética	Criolla mejorada	155.18 <sup>a</sup>
	Novogen Brown	111.42 <sup>b</sup>
p valor = <0.0001		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados son similares a los obtenidos por Rafiu *et al.* (2014) en su estudio Características del Rendimiento y la Calidad del Huevo de Ponedoras Comerciales Alimentadas con Harina de Semilla de Mango Procesada a Diferentes Niveles de Inclusión. Las muestras del proceso de la harina de semilla de mango fueron: secado al sol, remojado, tratado con lejía y sancochado con niveles de inclusión de 0, 10, 15 y 20 %. En los resultados de consumo de alimento no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) y el más alto promedio de 94.43 g fue en el proceso de secado al sol con el nivel de inclusión del 20 % comparado con el promedio más bajo de 83.33 g en la dieta sin la inclusión de harina de semilla de mango. Los resultados son similares a los obtenidos en el experimento en el efecto de dieta ( $p = 0.5563$ ) no hubo diferencias estadísticas y los promedios más altos se obtuvieron con los niveles de inclusión en la dieta de 1500 y 1000 ppm del EESCM. Resultados diferentes se dieron en el experimento en el cual hubo diferencias altamente significativas en el efecto de la línea genética ( $p < 0.0001$ ) y los estadísticos más altos se obtuvieron en las gallinas Criollas mejoradas con 155.18 g comparado con las Novogen Brown con el valor más bajo de 111.42 g.

Los resultados son diferentes a los obtenidos por Barry *et al.* (2019) en su estudio Efectos de Dietas Basadas en Desechos de Mango en los Parámetros de Crecimiento de Gallinas Ponedoras y Parámetros Biométricos de los Huevos. Las aves cuando se alimentaron con dieta de mango y maíz (MMD), dieta de maíz (CMD) y una

dieta control (ACD) encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) y el más alto estadístico del consumo de alimento de 66.48 gramos fue obtenido en la dieta MMD comparado con los estadísticos de 60.73 gramos y 60.90 gramos con las dietas CMD y ACD respectivamente. Sin embargo, en el estudio en el efecto de dieta ( $p = 0.5563$ ) no se encontraron diferencias estadísticas y los promedios más altos se obtuvieron con los niveles de inclusión en la dieta de 1500 y 1000 ppm del EESCM. Por otro lado, en la línea genética se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y el más alto estadístico de 155.18 g fue obtenido por las gallinas Criollas Mejoradas comparado con el valor más bajo de 111.42 g por las gallinas Novogen Brown.

La adición del EESCM a la dieta de gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas aumenta la fibra dietética al incrementar la sensación de saciedad, lo que podría reducir el consumo de alimento. Asimismo, al contener propiedades antioxidantes puede mejorar la salud de las gallinas al obtener una mejor eficiencia alimenticia con un menor consumo de alimento debido a una mejor salud y metabolismo de las aves. Sin embargo, los efectos exactos pueden variar debido a otros factores que pueden influir como pueden ser los niveles utilizados de extracto, por lo que una concentración alta de ciertos compuestos, puede ser atractiva o menos apetecible. Así también se debe a propiedades organolépticas del extracto que pueden afectar la palatabilidad del alimento ya que, si el extracto mejora estas propiedades, las gallinas pueden consumir más alimento. Por otro lado, si se toma en cuenta la digestibilidad de los compuestos presentes en el extracto estas pueden afectar la digestibilidad de otros nutrientes en la dieta al contemplar cambios en el consumo de alimento para compensar una mejor o inferior digestión. Esto quedó observado en los resultados al no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos al evaluar este indicador.

### **5.1.2. Conversión alimenticia**

Los resultados obtenidos del diseño factorial en la conversión alimenticia se aprecian en las tablas 11, 12 y 13. En los resultados de interacción de dieta por línea genética y dieta no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en el

resultado de línea genética se encontraron diferencias altamente significativas. Por lo tanto, se puede decir que sólo hubo efecto de la línea genética en la conversión alimenticia.

Tabla 11: Efecto de interacción dieta y línea genética de la conversión alimenticia

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Conversión alimenticia
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	2.45 <sup>a</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	2.50 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	2.52 <sup>a</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	2.71 <sup>a</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	2.78 <sup>a</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	6.35 <sup>b</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	6.37 <sup>b</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	6.96 <sup>b</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	7.06 <sup>b</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	7.21 <sup>b</sup>
p valor = 0.9361				

Tabla 12: Efecto de dieta de la conversión alimenticia

Efecto	Dieta	Conversión alimenticia
Efecto de dieta	0	4.41 <sup>a</sup>
	500	4.43 <sup>a</sup>
	1500	4.74 <sup>a</sup>
	2000	4.88 <sup>a</sup>
	1000	5.00 <sup>a</sup>
p valor = 0.6191		

Tabla 13: Efecto de línea genética de la conversión alimenticia

Efecto	Línea genética	Conversión alimenticia
Efecto de línea genética	Novogen Brown	2.59 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	6.79 <sup>b</sup>
p valor = <0.0001		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados difieren de los obtenidos por Rafiu *et al.* (2014) en su estudio Características del Rendimiento y la Calidad del Huevo de Ponedoras Comerciales Alimentadas con Harina de Semilla de Mango Procesada a Diferentes Niveles de Inclusión. Las muestras del proceso de la harina de semilla de mango fueron: secado

al sol, remojado, tratado con lejía y sancochado con los niveles de inclusión de 0, 10, 15 y 20 %. En los resultados de conversión alimenticia hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) y el más alto valor estadístico de 10.81 en el proceso de secado al sol fue con el nivel de inclusión del 20 % comparado con el valor estadístico más bajo de 13.72 en la dieta sin la inclusión de harina de semilla de mango. En los resultados del estudio en el efecto de dieta no hubo diferencias significativas ( $p = 0.6191$ ) pero, los mejores valores se obtuvieron con los niveles de inclusión en la dieta de 0 y 500 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de la línea genética hubo diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y el mejor valor se obtuvo en las gallinas Novogen Brown con 2.59 comparado con el inferior valor de 6.79 en las gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados son diferentes a los obtenidos por Rehman *et al.* (1994) en su estudio Utilización de Residuos de Frutas y Verduras en Dietas de Ponedoras. Se utilizaron 5 dietas experimentales isonitrogenadas e isocalóricas las que fueron una dieta control ( $E^a$ ), dieta con 80 g/kg de residuos de naranja ( $E^1$ ), dieta con 80 g/kg de residuos de zanahoria ( $E^2$ ), dieta con 80 g/kg de residuos de cáscara de mango ( $E^3$ ) y la dieta con 80 g/kg de residuos de semilla de mango ( $E^4$ ). En la conversión alimenticia se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.04$ ) con los mejores estadísticos de 3.15 y 3.55 que lo obtuvieron la dieta  $E^3$  y  $E^4$  respectivamente, comparado con el valor inferior de 3.73 en  $E^a$ . En el estudio en el efecto de dieta no se encontraron diferencias estadísticas ( $p = 0.6191$ ), sin embargo, los mejores valores se obtuvieron con los niveles de inclusión en la dieta de 0 y 500 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y el mejor estadístico de 2.59 lo obtuvo las gallinas Novogen Brown comparado con el inferior valor de 6.79 en las gallinas Criollas Mejoradas.

Los compuestos presentes en el EESCM como los polifenoles y flavonoides, pueden mejorar su rendimiento y eficiencia metabólica de las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas que podría llevar a una mejor conversión alimenticia, ya que aprovecharían mejor los nutrientes. El EESCM contiene enzimas que mejoran la

digestibilidad de la dieta permitiendo a que las gallinas absorban más nutrientes de la misma cantidad de alimento, mejorando así la conversión alimenticia. Así también, los compuestos bioactivos presentes en el EESCM pueden influir positivamente en el microbiota intestinal de las gallinas, promoviendo un ambiente intestinal saludable y mejorando la absorción de nutrientes. Sin embargo, se considerarían otros factores que pueden influir como son la cantidad de extracto añadido que debe ser adecuada para evitar desequilibrios nutricionales ya que una dosificación incorrecta puede perjudicar la conversión alimenticia al no proporcionar los nutrientes necesarios en la cantidad adecuada. Asimismo, la calidad y pureza del extracto pueden influir en su efectividad al tener mejores o bajos resultados en la conversión alimenticia. Por otro lado, el tiempo que las gallinas tardan en adaptarse a la nueva dieta puede afectarlo, pero si se hace una transición gradual ayudaría a minimizar el impacto negativo en la conversión alimenticia. Al tener en cuenta estos posibles factores pudieron notarse en los resultados similares de los tratamientos del experimento al no encontrarse diferencias estadísticas.

### 5.1.3. Número de huevos

Los resultados obtenidos del diseño factorial en el número de huevos se aprecian en las tablas 14, 15 y 16. En los resultados de interacción dieta por línea genética y dieta no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en el resultado de línea genética se encontraron diferencias altamente significativas. Por lo tanto, se puede decir que sólo hubo efecto de la línea genética en el número de huevos.

Tabla 14: Efecto de dieta de número de huevos

Efecto	Dieta	Número de huevos (Nº/ave/día)
	0	57.17 <sup>a</sup>
Efecto de dieta	500	55.86 <sup>a</sup>
	1500	55.36 <sup>a</sup>
	1000	53.50 <sup>a</sup>
	2000	52.97 <sup>a</sup>
p valor = 0.8654		

Tabla 15: Efecto de interacción dieta y línea genética de número de huevos

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Número de huevos (N°/ave/día)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	72.78 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	72.39 <sup>a</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	71.78 <sup>a</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	69.34 <sup>a</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	66.67 <sup>a</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	41.56 <sup>b</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	40.33 <sup>b</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	39.95 <sup>b</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	38.33 <sup>b</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	36.61 <sup>b</sup>
p valor = 0.9205				

Tabla 16: Efecto de línea genética de número de huevos

Efecto	Línea genética	Número de huevos (N°/ave/día)
Efecto de línea genética	Novogen Brown	70.59 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	39.36 <sup>b</sup>
p valor = <0.0001		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Similares resultados son obtenidos por Orayaga y Sheidi (2018) en su estudio Rendimiento de la Postura y Características del Huevo de Codornices Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) cuando se alimentaron con dietas que contenían harina de rechazo de fruta de mango de las variedades locales Julie, Peter, John y Hindi. La harina de rechazos de fruta de mango fue incorporada en los niveles de 0 (control), 40, 80, 120 y 160 g/kg. En el número de huevos no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), sin embargo, el promedio más alto de 20.96 fue obtenido en la dieta sin la inclusión de harina de rechazo de fruta de mango comparado con los más bajos promedios de 16.62 y 18.34 en los niveles de inclusión en las dietas de 40 y 160 g/kg. Asimismo, en el estudio en el efecto de dieta no se encontró diferencias estadísticas ( $p = 0.8654$ ) y el promedio más alto de 57.17 se obtuvo sin la inclusión de EESCM. Por otro lado, en el efecto de la línea genética hubo diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y el más

alto promedio de 70.59 se obtuvo en las gallinas Novogen Brown comparado con el valor de 39.36 en las gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados son iguales a los obtenidos por Rehman *et al.* (1994) en su estudio Utilización de Residuos de Frutas y Verduras en Dietas de Ponedoras cuando utilizaron 5 dietas experimentales isonitrogenadas e isocalóricas las que fueron una dieta control (E<sup>a</sup>), dieta con 80 g/kg de residuos de naranja (E<sup>1</sup>), dieta con 80 g/kg de residuos de zanahoria (E<sup>2</sup>), dieta con 80 g/kg de residuos de cáscara de mango (E<sup>3</sup>) y la dieta con 80 g/kg de residuos de semilla de mango (E<sup>4</sup>). En el número de huevos no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) y los promedios más altos de 2450 y 2438 lo obtuvieron la dieta E<sup>3</sup> y E<sup>4</sup> comparado con el valor más bajo de 1964 en E<sup>a</sup>. Asimismo, en los resultados del efecto de dieta no se encontraron diferencias significativas ( $p = 0.8654$ ) y el promedio más alto de 57.17 se obtuvo sin la inclusión del EESCM. Por otro lado, en el efecto de la línea genética se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y el más alto promedio de 70.59 se obtuvo en las gallinas Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 39.36 en las gallinas Criollas Mejoradas.

Los antioxidantes y compuestos bioactivos del EESCM pueden reducir el estrés oxidativo en las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas, lo que podría mejorar su rendimiento, aumentando la cantidad de huevos producidos. Como mencionamos anteriormente, una mejor conversión alimenticia puede permitir que las gallinas utilicen los nutrientes de manera más eficiente, lo que podría resultar en una mayor producción de huevos. Por otro lado, al tener un sistema inmunológico más fuerte reduciría la incidencia de enfermedades obteniendo una mayor cantidad de huevos. Sin embargo, quizás no hubo control de otras variables como condiciones ambientales, manejo del estrés de las aves, manejo del ambiente y condiciones de alojamiento que deben ser óptimos para asegurar una alta producción de huevos al no encontrar diferencias significativas entre tratamientos. Al no encontrar diferencias estadísticas, posiblemente

se debió a que estas condiciones que fueron similares para todos los tratamientos en el desarrollo de la fase experimental.

#### 5.1.4. Porcentaje de postura

Los resultados obtenidos del diseño factorial en el porcentaje de postura se aprecian en las tablas 17, 18 y 19. En los resultados de interacción dieta por línea genética y dieta no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en el resultado de línea genética se encontraron diferencias altamente significativas. Por lo tanto, se puede decir que sólo hubo efecto de la línea genética en el porcentaje de postura.

Tabla 17: Efecto de interacción de dieta y línea genética de porcentaje de postura

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Porcentaje de postura
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	77.42 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	77.01 <sup>a</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	76.36 <sup>a</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	73.76 <sup>a</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	70.92 <sup>a</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	44.21 <sup>b</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	42.91 <sup>b</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	42.50 <sup>b</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	40.78 <sup>b</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	38.95 <sup>b</sup>
p valor = 0.9205				

Tabla 18: Efecto de dieta de porcentaje de postura

Efecto	Dieta	Porcentaje de postura
Efecto de dieta	0	60.82 <sup>a</sup>
	500	59.43 <sup>a</sup>
	1500	58.90 <sup>a</sup>
	1000	56.91 <sup>a</sup>
	2000	56.35 <sup>a</sup>
p valor = 0.8653		

Tabla 19: Efecto de línea genética de porcentaje de postura

Efecto	Línea genética	Porcentaje de postura
Efecto de línea genética	Novogen Brown	75.09 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	41.87 <sup>b</sup>
p valor = <0.0001		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM

en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados coinciden con los obtenidos por Rafiu *et al.* (2014) en su estudio Características del Rendimiento y la Calidad del Huevo de Ponedoras Comerciales Alimentadas con Harina de Semilla de Mango Procesada a Diferentes Niveles de Inclusión. Las muestras del proceso de la harina de semilla de mango fueron: secado al sol, remojado, tratado con lejía y sancochado con los niveles de inclusión de 0, 10, 15 y 20 %. En los resultados del porcentaje de postura no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), sin embargo, el promedio más alto de 63.96 % en el proceso de secado al sol fue con el nivel de inclusión del 10 % comparado con el promedio más bajo de 61.28 % en la dieta sin la inclusión de harina de semilla de mango. Similares resultados se dieron en el experimento en el efecto de dieta en el cual no hubo diferencias estadísticas ( $p = 0.8653$ ) sin embargo, el promedio más alto se obtuvo sin la inclusión del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y el promedio más alto se obtuvo en las gallinas Novogen Brown con un valor de 75.09 % comparado con el valor más bajo de 41.87 % en las gallinas Criollas Mejoradas.

Similares resultados son obtenidos por Freitas *et al.* (2013) en su trabajo Extractos Etanólicos de Mango como Antioxidantes en la Alimentación de Gallinas Ponedoras. Los tratamientos consistieron en alimento sin adición de antioxidante (control), ración con hidroxitolueno butilado (BHT, 200 ppm), raciones de extracto de cáscara de mango (Ecas, 200 ppm) y (Ecas, 400 ppm) y raciones con extracto de semilla de mango (Ecar, 200 ppm) y (Ecar, 400 ppm). En el porcentaje de postura no se encontraron diferencias estadísticas y el más alto promedio de 95.96 % fue obtenido en el tratamiento control. En el experimento en el efecto de dieta no se encontraron diferencias estadísticas ( $p = 0.8653$ ) y el promedio más alto se obtuvo sin la inclusión del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y el más alto promedio de 75.09 % se obtuvo en las gallinas

Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 41.87 % en las gallinas Criollas Mejoradas.

La efectividad del extracto puede depender de su alta calidad, baja calidad y pureza que podría influenciar en poder obtener mejores resultados en la producción de huevos. Asimismo, la cantidad de extracto añadido debe ser adecuada para proporcionar los beneficios sin causar desequilibrios nutricionales. Así también, la forma en que se incorpora el extracto en la dieta, si este es mezclado uniformemente o rociado sobre el alimento pueden influir en su efectividad. Factores adicionales que pueden influir en este indicador incluyen el acceso a agua limpia y fresca, que es vital, ya que la fibra adicional de la dieta podría aumentar la necesidad de agua y su falta reduciría la producción de huevos. Por otro lado, la luz juega un papel importante en la producción de huevos y si nos aseguramos de que las gallinas tengan la cantidad adecuada puede influir en la consistencia de la postura. La genética también influye en la capacidad de las gallinas para producir huevos por lo que diferentes líneas pueden responder de manera distinta a los cambios en la dieta. Esto pudo deberse al no encontrar diferencias significativas entre tratamientos de los resultados obtenidos en el experimento.

#### 5.1.5. Masa de huevos

Los resultados obtenidos del diseño factorial en la masa de huevos se aprecian en las tablas 20, 21 y 22. En los resultados de interacción dieta por línea genética y dieta no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en el resultado de línea genética se encontraron diferencias altamente significativas. Por lo tanto, se puede decir que sólo hubo efecto de la línea genética en la masa de huevos.

Tabla 20: Efecto de dieta de masa de huevos

Efecto	Dieta	Masa de huevos (kg/ave/día)
	0	35.70 <sup>a</sup>
Efecto de dieta	500	34.63 <sup>a</sup>
	1500	34.32 <sup>a</sup>
	1000	32.76 <sup>a</sup>
	2000	32.25 <sup>a</sup>
p valor = 0.6704		

Tabla 21: Efecto de interacción de dieta y línea genética de masa de huevos

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Masa de huevos (kg/ave/día)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	45.96 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	45.18 <sup>a</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	44.84 <sup>a</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	42.57 <sup>a</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	41.54 <sup>a</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	25.44 <sup>b</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	24.43 <sup>b</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	23.99 <sup>b</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	23.46 <sup>b</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	21.93 <sup>b</sup>
p valor = 0.9475				

Tabla 22: Efecto de línea genética de masa de huevos

Efecto	Línea genética	Masa de huevos (kg/ave/día)
Efecto de línea genética	Novogen Brown	44.02 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	23.85 <sup>b</sup>
p valor = <0.0001		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Similares resultados son obtenidos por Orayaga y Sheidi (2018) en su estudio Rendimiento de la Postura y Características del Huevo de Codornices Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) alimentadas con dietas que contenían harina de rechazo de fruta de mango de las variedades locales Julie, Peter, John y Hindi. La harina de rechazos de fruta de mango fue incorporada en los niveles de 0 (control), 40, 80, 120 y 160 g/kg. En la masa de huevos no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), sin embargo, el promedio más alto de 7.33 fue obtenido en la dieta sin la inclusión de harina de rechazo de fruta de mango comparado con los más bajos promedios de 6.74 y 6.11 en los niveles de inclusión en las dietas de 120 y 160 g/kg. Similares resultados fueron obtenidos en el estudio en el efecto de dieta en el cual no hubo diferencias significativas ( $p = 0.6704$ ) y el promedio más alto de 35.70 kg/ave/día se obtuvo sin la inclusión del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias altamente

significativas ( $p < 0.0001$ ) y el más alto valor de 44.02 kg/ave/día fue obtenido en las gallinas Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 23.85 kg/ave/día en las gallinas Criollas Mejoradas.

Similares resultados son obtenidos por Freitas *et al.* (2013) en su trabajo Extractos Etanólicos de Mango como Antioxidantes en la Alimentación de Gallinas Ponedoras. Los tratamientos consistieron en alimento sin adición de antioxidante (control), ración con hidroxitolueno butilado (BHT, 200 ppm), raciones de extracto de cáscara de mango (Ecas, 200 ppm) y (Ecas, 400 ppm) y raciones con extracto de semilla de mango (Ecar, 200 ppm) y (Ecar, 400 ppm). En la masa de huevos no se encontraron diferencias estadísticas y el más alto promedio de 57.13 g/ave/día fue obtenido en el tratamiento control. Así también, en la investigación en el efecto de dieta no hubo diferencias estadísticas ( $p = 0.6704$ ), y el promedio más alto de 35.70 kg/ave/día se obtuvo sin la inclusión del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y el más alto valor de 44.02 g/ave/día lo obtuvieron las gallinas Novogen Brown comparado con el más bajo valor de 23.85 g/ave/día en las gallinas Criollas Mejoradas.

El extracto puede tener efectos beneficiosos en la regulación hormonal de las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas, lo que puede mejorar la masa de huevos. La inclusión del extracto mejora la digestibilidad y absorción de nutrientes en la dieta de manera efectiva, produciendo huevos más grandes y de mayor masa. Asimismo, los antioxidantes y compuestos bioactivos presentes en el extracto pueden mejorar la salud de las gallinas y su conversión alimenticia que significa que las gallinas puedan utilizar más eficientemente los nutrientes lo que puede resultar en una mayor masa de huevos. Otros factores que se consideran son las respuestas que puede variar según la edad de las gallinas ya que diferentes etapas de vida pueden influir en la efectividad del extracto en mejorar la obtención de encontrar una mayor o menor masa de huevos. Factores como la temperatura, la humedad influyen en el bienestar general de las gallinas y, por lo tanto, en su productividad por lo que un entorno estable y favorable

contribuirá a mejores resultados en masa de huevos. Se trató de minimizar la influencia de estos factores como el tiempo durante el cual se aplicó los tratamientos, la misma edad y peso de las gallinas en el momento de iniciar el experimento, así como también el tamaño del grupo y la dinámica social entre las gallinas por lo que quizás al considerar la manipulación intencional similar en este indicador no se pudieron encontrar diferencias significativas.

#### 5.1.6. Peso de huevos

Los resultados obtenidos del diseño factorial en el peso de huevos se aprecian en las tablas 23, 24 y 25. En los resultados de interacción de dieta por línea genética y dieta no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en el resultado de línea genética se encontraron diferencias altamente significativas. Por lo tanto, se puede decir que sólo hubo efecto de la línea genética en el peso de huevos.

Tabla 23: Efecto de interacción de dieta y línea genética del peso de huevos

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Peso de huevos (g/ave/día)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	59.47 <sup>a</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	58.84 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	58.54 <sup>a</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	58.54 <sup>a</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	58.06 <sup>a</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	57.91 <sup>a</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	57.84 <sup>a</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	57.57 <sup>a</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	56.26 <sup>a</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	56.19 <sup>a</sup>
p valor = 0.9531				

Tabla 24: Efecto de dieta del peso de huevos

Efecto	Dieta	Peso de huevos (g/ave/día)
Efecto de dieta	0	58.65 <sup>a</sup>
	500	58.38 <sup>a</sup>
	1500	58.05 <sup>a</sup>
	1000	57.36 <sup>a</sup>
	2000	57.16 <sup>a</sup>
p valor = 0.5424		

Tabla 25: Efecto de línea genética del peso de huevos

Efecto	Línea genética	Peso de huevos (g/ave/día)
Efecto de línea genética	Novogen Brown	58.69 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	57.15 <sup>b</sup>
p valor = 0.0220		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados son diferentes a los obtenidos por Barry *et al.* (2019) en su estudio Efectos de las Dietas Basadas en Desechos de Mango en los Parámetros de Crecimiento de Gallinas Ponedoras y Parámetros Biométricos de los Huevos. Las aves cuando se alimentaron con dieta de mango y maíz (MMD), dieta de maíz (CMD) y una dieta control (ACD) encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y los más altos estadísticos en el peso de huevos de 68.968 gramos y 62.009 gramos fueron obtenidos con el uso de las dietas CMD y ACD respectivamente; comparado con el estadístico menor de 40.903 gramos con la dieta MMD. Sin embargo, en el efecto de dieta no se encontraron diferencias significativas ( $p = 0.5424$ ) y el valor más alto de 58.65 g/ave/día se obtuvo sin el nivel de inclusión del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética se encontraron diferencias significativas ( $p = 0.0220$ ) y el más alto promedio de 58.69 g/ave/día fue obtenido por las gallinas Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 57.15 g/ave/día en las gallinas Criollas Mejoradas.

Similares resultados son obtenidos por Freitas *et al.* (2013) en su trabajo Extractos Etanólicos de Mango como Antioxidantes en la Alimentación de Gallinas Ponedoras. Los tratamientos consistieron en alimento sin adición de antioxidante (control), ración con hidroxitolueno butilado (BHT, 200 ppm), raciones de extracto de cáscara de mango (Ecas, 200 ppm) y (Ecas, 400 ppm) y raciones con extracto de semilla de mango (Ecar, 200 ppm) y (Ecar, 400 ppm). En el peso de huevos no se encontraron diferencias estadísticas y el más alto promedio de 61.01 g fue obtenido en

el tratamiento Ecas, 400 ppm. Los resultados del estudio revelan en el efecto de dieta que no se encontraron diferencias estadísticas ( $p=0.5424$ ) y el valor más alto de 58.65 g/ave/día se obtuvo sin el nivel de inclusión del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias significativas ( $p=0.0220$ ) y el más alto promedio de 58.69 g/ave/día lo obtuvieron las gallinas Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 57.15 g/ave/día en las gallinas Criollas Mejoradas.

Los compuestos bioactivos del EESCM pueden mejorar la calidad del huevo, incluyendo una yema más grande y una cáscara más firme, lo que podría contribuir a un mayor peso del huevo. La inclusión del extracto puede mejorar también la digestibilidad y absorción de nutrientes de la dieta y esto proporcionó a las gallinas los nutrientes necesarios para producir huevos más grandes y de mayor peso. El extracto afectó el equilibrio de aminoácidos en la dieta que son esenciales para la formación de proteínas en los huevos y, por ende, para su mayor peso. La energía disponible en la dieta es crucial y si el extracto afecta el balance energético, esto podría influir en el peso de huevos. Asimismo, el contenido de vitaminas y minerales del EESCM puede complementar la dieta y mejorar el peso de huevos. La formulación de la dieta base y la cantidad de extracto añadido, así como la forma en que se administró el en los tratamientos, como mezclado en el alimento, añadido al agua además de la presencia de utilizar e interactuar en la dieta los mismos ingredientes fueron similares por lo que no hubo diferencias significativas.

## **5.2. Calidad del huevo**

### **5.2.1. Unidades Haugh**

Los resultados obtenidos del diseño factorial de las unidades Haugh se aprecian en las tablas 26, 27 y 28. En los resultados de interacción de dieta por línea genética, dieta y línea genética no se encontraron diferencias significativas. Por lo tanto, se puede decir que no hubo efecto de dieta por línea genética, sólo dieta y sólo línea genética en las unidades Haugh.

Tabla 26: Efecto de interacción de dieta y línea genética de unidades Haugh

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Unidades Haugh
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	93.45 <sup>a</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	92.89 <sup>a</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	92.32 <sup>ab</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	92.31 <sup>ab</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	91.33 <sup>ab</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	91.12 <sup>ab</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	91.06 <sup>ab</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	91.58 <sup>ab</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	88.85 <sup>ab</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	88.03 <sup>b</sup>
p valor = 0.5146				

Tabla 27: Efecto de dieta de unidades Haugh

Efecto	Dieta	Unidades Haugh
Efecto de dieta	1500	93.17 <sup>a</sup>
	1000	91.72 <sup>a</sup>
	2000	90.82 <sup>a</sup>
	500	90.17 <sup>a</sup>
	0	90.09 <sup>a</sup>
p valor = 0.1789		

Tabla 28: Efecto de línea genética de unidades Haugh

Efecto	Línea genética	Unidades Haugh
Efecto de línea genética	Novogen Brown	92.00 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	90.39 <sup>a</sup>
p valor = 0.0791		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Parecidos resultados son obtenidos por Lokaewmanee *et al.* (2011) en su estudio Efectos de la Piel de Mango o Piel de Mango Combinada con Extractos de Pimentón sobre el Rendimiento de la Producción, Calidad del Huevo y Polifenoles de la Yema de Huevo. Se utilizaron en los tratamientos una dieta estándar (control), y complementos del 0.1 % de piel de mango, 1 % de extracto de pimentón, 5 % de extracto de pimentón, 0.1 % de piel de mango con 1 % de extracto de pimentón y 0.1 % de piel de mango con 5 % de extracto de pimentón. En las unidades Haugh no se encontraron diferencias estadísticas ( $p=0.121$ ) pero, el promedio más alto de 85.31 se

obtuvo en la dieta control comparado con el promedio más bajo de 81.51 en la dieta con complementos del 0.1 % de piel de mango. En los resultados del estudio en el efecto de dieta también no se encontraron diferencias significativas ( $p=0.1789$ ), sin embargo, el promedio más alto de 93.17 se obtuvo con el nivel de inclusión de 1500 ppm de EESCM. Asimismo, en el efecto de línea genética también no hubo diferencias estadísticas ( $p=0.0791$ ) y el valor más alto de 92.00 fue obtenido en la línea Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 90.39 obtenido en la línea Criolla Mejorada.

Los resultados son diferentes a los obtenidos por Freitas *et al.* (2013) en su trabajo Extractos Etanólicos de Mango como Antioxidantes en la Alimentación de Gallinas Ponedoras. Los tratamientos consistieron en alimento sin adición de antioxidante (control), ración con hidroxitolueno butilado (BHT, 200 ppm), raciones de extracto de cáscara de mango (Ecas, 200 ppm) y (Ecas, 400 ppm) y raciones con extracto de semilla de mango (Ecar, 200 ppm) y (Ecar, 400 ppm). En las unidades Haugh se encontraron diferencias estadísticas ( $p<0.05$ ) con valores más altos de 90.23 y 90.73 obtenidos en los tratamientos Ecas, 400 ppm y Ecar, 200 ppm. En los resultados del estudio en el efecto de dieta no se encontraron diferencias estadísticas ( $p>0.1789$ ), pero, el promedio más alto se obtuvo con el nivel de inclusión de 1500 ppm del EESCM. Asimismo, en el efecto de línea genética no hubo diferencias estadísticas ( $p=0.0791$ ) y el más alto valor de 92.00 se obtuvo en las gallinas Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 90.39 en las gallinas Criollas Mejoradas.

El uso del EESCM en la dieta de las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas puede tener un efecto positivo en las unidades Haugh, que mide la calidad del albumen en la clara de huevo al mejorar la capacidad antioxidante. Sin embargo, los resultados pueden variar dependiendo de otros factores como las diferentes líneas genéticas que pueden tener variaciones en la calidad de huevo, la calidad del albumen que tiende a disminuir a medida que las gallinas envejecen, las gallinas con diferentes pesos corporales pueden producir huevos con distintas calidades de albumen, la temperatura y el tiempo de almacenamiento de los huevos también pueden afectar las

unidades Haugh, la dieta de las gallinas que incluyen la cantidad de proteínas, vitaminas y minerales, puede influir en la calidad del huevo y los factores como temperatura, humedad y ventilación en el gallinero también pueden afectarlo. Por otro lado, al definir los niveles que son los diferentes valores o condiciones de los factores, estos tuvieron la misma cantidad de niveles de inclusión del EESCM a la dieta. Así también, se decidió cuántas veces repetir cada combinación de tratamiento para mejorar la precisión y la validez de los resultados y asignar los tratamientos de forma aleatoria para evitar sesgo es que no quizás no se pudieron encontrar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

### 5.2.2. Índice de forma

Los resultados obtenidos del diseño factorial del índice de forma se aprecian en las tablas 29, 30 y 31. En los resultados de interacción dieta por línea genética y dieta no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en el resultado de línea genética se encontraron diferencias significativas. Por lo tanto, se puede decir que sólo hubo efecto de la línea genética en el índice de forma.

Tabla 29: Efecto de interacción dieta y línea genética de índice de forma

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Índice de forma (%)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	77.68 <sup>a</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	77.64 <sup>a</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	77.61 <sup>a</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	77.58 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	77.56 <sup>a</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	77.45 <sup>a</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	77.34 <sup>a</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	76.04 <sup>a</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	75.86 <sup>a</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	75.60 <sup>a</sup>
p valor = 0.6722				

Tabla 30: Efecto de línea genética de índice de forma

Efecto	Línea genética	Índice de forma (%)
Efecto de línea genética	Novogen Brown	77.56 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	76.51 <sup>b</sup>
p valor = 0.0465		

Tabla 31: Efecto de dieta de índice de forma

Efecto	Dieta	Índice de forma (%)
Efecto de dieta	1000	77.62 <sup>a</sup>
	1500	77.51 <sup>a</sup>
	2000	76.86 <sup>a</sup>
	500	76.72 <sup>a</sup>
	0	76.47 <sup>a</sup>
p valor = 0.5625		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados son similares a los obtenidos por Eid *et al.* (2022) en su estudio Efecto del Reemplazo Parcial del Maíz Amarillo con la Semilla de Mango Remojada en el Desempeño Productivo, Reproductivo, Calidad del Huevo, Bioquímica Sanguínea, Parámetros Hematológicos y Antioxidantes. Los tratamientos fueron el reemplazo del maíz amarillo por la semilla de mango remojada en los niveles del 0, 10, 15 y 20 % en la dieta de las gallinas y en su resultado de índice de forma no hubo diferencias significativas ( $p=0.851$ ) con el valor promedio más alto de 77.06 % en la dieta sin la adición del mango remojado. Similares resultados se dieron en este estudio en el cual no hubo diferencias estadísticas en el efecto de dieta ( $p=0.5625$ ) y los promedios más altos se obtuvieron con los niveles de inclusión de 1000, 1500 y 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias significativas ( $p=0.0465$ ) y el más alto valor de 77.56 % fue obtenido en las gallinas Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 76.51 % en las gallinas Criollas Mejoradas.

Los antioxidantes presentes en el EESCM pueden mejorar o favorecer el índice de forma, por lo que la adición de estos componentes afecto su tamaño, ya que estos nutrientes influyeron en el su crecimiento y su desarrollo. El índice de forma también está correlacionado con otras características internas como el peso del albumen y el índice de yema y al mejorar la calidad nutricional de la dieta pudo tener efectos positivos en estas características. Sin embargo, otros factores pudieron tener influencia como la

presencia, durante el desarrollo de experimento, de las enfermedades Coccidiosis y Salmonelosis que afectó negativamente la calidad del huevo, pero, se lo trató por varios días con antibióticos a base de sulfonamidas. Sin embargo, al utilizar dos líneas genéticas diferentes hubo una variación favorable hacia la Novogen Brown como se reporta en los resultados obtenidos. La calidad de la dieta, más allá de la adición del EESCM también incluyen proteínas, vitaminas y minerales, que también influyeron en este indicador. Se trató de minimizar la intervención de estos factores dándoles condiciones similares de manejo por lo que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en el efecto de la interacción y en la dieta.

### 5.2.3. Índice de yema

Los resultados obtenidos del diseño factorial del índice de yema se aprecian en las tablas 32, 33 y 34. En los resultados de interacción dieta por línea genética, dieta y línea genética no se encontraron diferencias significativas. Por lo tanto, se puede decir que no hubo efecto de la dieta por la línea genética, sólo dieta y sólo línea genética en el índice de yema.

Tabla 32: Efecto de interacción de dieta y línea genética de índice de yema

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Índice de yema (%)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	0.47 <sup>a</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	0.47 <sup>a</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	0.46 <sup>a</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	0.46 <sup>a</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	0.46 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	0.46 <sup>a</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	0.46 <sup>a</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	0.46 <sup>a</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	0.46 <sup>a</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	0.44 <sup>a</sup>
p valor = 0.8727				

Tabla 33: Efecto de línea genética de índice de yema

Efecto	Línea genética	Índice de yema (%)
Efecto de línea genética	Criolla mejorada	0.46 <sup>a</sup>
	Novogen Brown	0.46 <sup>a</sup>
p valor = 0.3468		

Tabla 34: Efecto de dieta de índice de yema

Efecto	Dieta	Índice de yema (%)
	2000	0.47 <sup>a</sup>
Efecto de dieta	1500	0.46 <sup>a</sup>
	500	0.46 <sup>a</sup>
	0	0.46 <sup>a</sup>
	1000	0.45 <sup>a</sup>
p valor = 0.4552		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Semejantes resultados son obtenidos por Odunsi (2005) en su investigación Respuesta de las Gallinas de Postura y Pollos de Engorde con la Inclusión en la Dieta de Mango (*Mangifera Indica L.*) Harina del Núcleo de Semilla. Seis dietas experimentales fueron formuladas conteniendo 0, 50, 100, 150, 200 y 250 g/kg de harina de semilla de mango. En el índice de yema no se encontraron diferencias significativas entre las dietas experimentales ( $p > 0.05$ ) pero, los promedios más altos de 0.50 y 0.48 fueron obtenidos con las dietas que contenían 50, y 100 g/kg de harina de semilla de mango comparado con la dieta sin el contenido de harina de semilla de mango. En la presente investigación también no hubo diferencias significativas en el efecto de dieta ( $p = 0.4552$ ) y el promedio más alto se obtuvo con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética también no hubo diferencias estadísticas ( $p = 0.3468$ ) y el valor obtenido de 0.46 es igual tanto para las gallinas Criollas Mejoradas como las Novogen Brown.

Los resultados del estudio son similares a los obtenidos por Yerima *et al.* (2019) en la investigación Características de Calidad del Huevo de Codornices Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). Las dietas estuvieron formuladas por 0, 10, 15, 20 y 25 % de niveles de inclusión de harina de semilla de mango fermentada en 2 días para reducir los antinutrientes y luego el grano secado al sol para reducir la humedad y microbios. En el índice de yema no se encontraron diferencias estadísticas ( $p = 0.95$ ) aunque el

más alto estadístico de 0.49 % se obtuvo en la dieta con el nivel de inclusión del 25 % de harina de semilla de mango fermentada. En el estudio también no se presentaron diferencias estadísticas en el efecto de dieta ( $p=0.4552$ ) y el promedio más alto también se obtuvo con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. Así también, en el efecto de línea genética también no se presentaron diferencias estadísticas ( $p=0.3468$ ) y el valor obtenido de 0.46 % fue igual tanto para las gallinas Criollas Mejoradas como en las Novogen Brown.

Los antioxidantes y nutrientes presentes en el EESCM mejoraron los valores reflejados en índices de yemas más altos por lo que su adición de estos componentes afectó positivamente su tamaño, ya que la inclusión de estos nutrientes además de su contenido de proteínas, vitaminas y minerales pudo influir en su desarrollo. Al utilizar, líneas genéticas diferentes con la misma edad, estado corporal, ambiente de cría y manejo, estas no tuvieron variación en la proporción de yema por lo que no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

#### 5.2.4. Grosor de cáscara

Los resultados obtenidos del diseño factorial del grosor de cáscara se aprecian en las tablas 35, 36 y 37. En los resultados de interacción dieta por línea genética y dieta no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en el resultado de línea genética se encontraron diferencias altamente significativas. Por lo tanto, se puede decir que sólo hubo efecto de la línea genética en el grosor de cáscara.

Tabla 35: Efecto de dieta de grosor de cáscara

Efecto	Dieta	Grosor de cáscara (mm)
	2000	0.36 <sup>a</sup>
	0	0.36 <sup>a</sup>
Efecto de dieta	1000	0.36 <sup>a</sup>
	1500	0.35 <sup>a</sup>
	500	0.35 <sup>a</sup>
p valor = 0.9128		

Tabla 36: Efecto de interacción de dieta y línea genética de grosor de cáscara

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Grosor de cáscara (mm)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	0.37 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	0.37 <sup>a</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	0.37 <sup>a</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	0.36 <sup>ab</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	0.36 <sup>ab</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	0.36 <sup>ab</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	0.35 <sup>ab</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	0.35 <sup>ab</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	0.34 <sup>ab</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	0.34 <sup>b</sup>
p valor = 0.2244				

Tabla 37: Efecto de línea genética de grosor de cáscara

Efecto	Línea genética	Grosor de cáscara (mm)
Efecto de línea genética	Novogen Brown	0.37 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	0.35 <sup>b</sup>
p valor = 0.0025		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados obtenidos en el experimento difieren de Nawiri *et al.* (2024) en su estudio Efectos de la Inclusión de Residuos de Cáscara de Mango en Dietas de Gallinas Ponedoras sobre el Rendimiento y la Calidad del Huevo en Kenia las que fueron asignadas a 5 tratamientos con niveles de adición de cáscara de la variedad de mango Apple de 0, 3.5, 7, 14 y 28 %. En el resultado del grosor de cáscara hubo diferencias altamente significativas ( $p=0.003$ ) con el estadístico más alto de la dieta sin el nivel de inclusión de cáscara de mango de 0.4375 milímetros comparado con el valor más bajo de 0.4135 en la dieta con la inclusión del 28 % de residuos de cáscara de mango. Sin embargo, en el estudio no se presentaron diferencias estadísticas en el efecto de dieta ( $p=0.9128$ ), pero, el promedio más alto también se obtuvo con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética también hubo diferencias significativas ( $p=0.0025$ ) y el valor más alto de 0.37 mm se obtuvo en las

gallinas Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 0.35 mm en las gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados no coinciden con los obtenidos por Rafiu *et al.* (2014) en su estudio Características del Rendimiento y la Calidad del Huevo de Ponedoras Comerciales Alimentadas con Harina de Semilla de Mango Procesada a Diferentes Niveles de Inclusión. Las muestras del proceso de la harina de semilla de mango fueron: secado al sol, remojado, tratado con lejía y sancochado con los niveles de inclusión de 0, 10, 15 y 20 %. En el grosor de cáscara hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), sin embargo, el estadístico más alto de 0.31 mm en el proceso de secado al sol fue con el nivel de inclusión del 20 %. Diferentes resultados se dieron en el experimento en el cual no hubo diferencias estadísticas en el efecto de dieta ( $p = 0.9128$ ), pero, el promedio más alto se obtuvo con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias estadísticas ( $p = 0.0025$ ) y el valor más alto de 0.37 mm se obtuvo en las gallinas Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 0.35 mm obtenido en las gallinas Criollas Mejoradas.

Los compuestos bioactivos presentes en el EESCM mejoraron la absorción del calcio en las gallinas, lo que a su vez pudo aumentar el grosor de cáscara. La cáscara y semilla de mango al contener minerales contribuyeron con el fortalecimiento de la cáscara por lo que los antioxidantes y nutrientes presentes en el EESCM mejoró la calidad nutricional reflejado en un grosor mayor. La calidad y composición de la dieta, que incluyen cantidades de calcio, fósforo y vitamina D también influyeron en el grosor de cáscara. Aunque si hubo diferencias numéricas a favor para la línea Novogen Brown aun teniendo las mismas edades, estado nutricional y salud de las gallinas no influyeron en el grosor de cáscara no existiendo diferencias significativas entre tratamientos.

#### **5.2.5. Luminosidad de yema**

Los resultados obtenidos del diseño factorial de la luminosidad de yema se aprecian en las tablas 38, 39 y 40. En los resultados de interacción de dieta por línea genética, dieta y línea genética no se encontraron diferencias significativas. Por lo tanto,

se puede decir que no hubo efecto de la dieta por la línea genética, sólo dieta y sólo línea genética en la luminosidad de yema.

Tabla 38: Efecto de interacción de dieta y línea genética de luminosidad de yema

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Luminosidad de yema (L)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	79.29 <sup>a</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	79.13 <sup>a</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	79.07 <sup>a</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	78.95 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	78.91 <sup>a</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	78.81 <sup>a</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	78.49 <sup>ab</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	78.23 <sup>ab</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	78.04 <sup>ab</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	74.86 <sup>a</sup>
p valor = 0.5661				

Tabla 39: Efecto de dieta de luminosidad de la yema

Efecto	Dieta	Luminosidad de yema (L)
Efecto de dieta	1000	79.12 <sup>a</sup>
	1500	78.99 <sup>a</sup>
	500	78.97 <sup>a</sup>
	2000	78.27 <sup>a</sup>
	0	76.54 <sup>a</sup>
p valor = 0.2193		

Tabla 40: Efecto de línea genética de luminosidad de yema

Efecto	Línea genética	Luminosidad de yema (L)
Efecto de línea genética	Novogen Brown	0.57 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	0.57 <sup>a</sup>
p valor = 0.3943		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Resultados diferentes fueron obtenidos por Lokaewmanee *et al.* (2011) en su estudio Efectos de la Piel de Mango o Piel de Mango Combinada con Extractos de Pimentón sobre el Rendimiento de la Producción, Calidad del Huevo y Polifenoles de la Yema de Huevo. Se utilizaron en los tratamientos una dieta estándar (control), y complementos del 0.1 % de piel de mango, 1 % de extracto de pimentón, 5 % de

extracto de pimentón, 0.1 % de piel de mango con 1 % de extracto de pimentón y 0.1 % de piel de mango con 5 % de extracto de pimentón. En la luminosidad de yema se encontraron diferencias estadísticas ( $p < 0.01$ ) en el cual el estadístico más alto de 49.32 se obtuvo en la dieta control comparado con el promedio más bajo de 47.09 en la dieta con complementos del 0.1 % de piel de mango. Sin embargo, en el experimento, aunque no hubo diferencias estadísticas ( $p = 0.5661$ ) En los resultados del experimento, sin embargo, no hubo diferencias significativas en el efecto de dieta ( $p = 0.2193$ ) pero, los promedios más altos se obtuvieron con el nivel de inclusión de 1000 ppm del EESCM. En el efecto de línea genética los resultados también no hubo diferencias significativas ( $p = 0.3943$ ) y el valor obtenido de 0.57 es igual tanto para las líneas genéticas Novogen Brown y Criollas Mejoradas.

Resultados similares son obtenidos por Adeyemi *et al.* (2021) en su investigación Hoja de Mango y Aditivos Sintéticos en la Dieta de Pollos de Engorde: Impacto en el Crecimiento, Microbiota Cecal, Inmunidad, Química Sanguínea y Calidad de la Carne. En los corrales se asignaron aleatoriamente a F-1, dieta basal sin aditivos; F-2, dieta basal + 0.4 g/kg de antibiótico (70 % oxitetraciclina + 30 % neomicina) + 0.12 g/kg de terc-butilhidroxianisol; F-3, dieta basal + 2.5 g/kg de hoja de mango; o F-4, dieta basal + 5 g/kg de hoja de mango. En la luminosidad de carne de pechuga no se encontró diferencias estadísticas ( $p = 0.864$ ) siendo el promedio más alto en F-4 con valor de 48.96 comparado con el promedio más bajo de 48.44 en F-1. En el experimento, también no hubo diferencias estadísticas en el efecto de dieta ( $p = 0.2193$ ) y el promedio más alto se obtuvo con el nivel de inclusión de 1000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética no hubo diferencias significativas ( $p = 0.3943$ ) y el valor obtenido de 0.57 es igual tanto para las gallinas Novogen Brown como en las Criollas Mejoradas.

Los compuestos bioactivos y antioxidantes del EESCM pueden mejorar la absorción de nutrientes en las gallinas, lo que a su vez influyo en la apariencia y luminosidad de la yema. Los carotenoides presentes en el EESCM pueden aumentar la

concentración de estos compuestos en la yema, lo que puede mejorar su luminosidad. En la fase experimental se le proporcionó en el ambiente luz natural del sol y luz artificial que tienen diferentes espectros de longitud de onda que son más efectivas para estimular la producción de pigmentos en las yemas. Además, la duración y la intensidad de la luz a la que estuvieron expuestas las gallinas pudo aumentar la síntesis de estos pigmentos, mejorando la luminosidad de la yema. Una dieta bien equilibrada rica en proteínas, vitaminas y minerales puede mejorar la calidad general de la yema, lo que se reflejará en una mayor luminosidad. Al considerar todos estos factores al evaluar el impacto de la adición del EESCM en la dieta de las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas ayudaron a obtener resultados sin diferencias significativas entre tratamientos.

#### 5.2.6. Enrojecimiento de yema

Los resultados obtenidos del diseño factorial del enrojecimiento de yema se aprecian en las tablas 41, 42 y 43. En los resultados de interacción dieta por línea genética, dieta y línea genética no se encontraron diferencias significativas. Por lo tanto, se puede decir que no hubo efecto de la dieta por la línea genética, sólo dieta y sólo línea genética en el enrojecimiento de yema.

Tabla 41: Efecto de interacción de dieta y línea genética de enrojecimiento de yema

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Enrojecimiento de yema (a)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	12.90 <sup>a</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	12.77 <sup>ab</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	12.32 <sup>ab</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	12.27 <sup>ab</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	12.17 <sup>ab</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	12.10 <sup>ab</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	11.96 <sup>ab</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	11.70 <sup>ab</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	11.67 <sup>ab</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	10.72 <sup>b</sup>
p valor = 0.8664				

Tabla 42: Efecto de dieta de enrojecimiento de yema

Efecto	Dieta	Enrojecimiento de yema (a)
	2000	12.84 <sup>a</sup>
	0	12.18 <sup>ab</sup>
Efecto de dieta	500	12.00 <sup>ab</sup>
	1500	11.93 <sup>ab</sup>
	1000	11.34 <sup>b</sup>
p valor = 0.2476		

Tabla 43: Efecto de línea genética de enrojecimiento de yema

Efecto	Línea genética	Enrojecimiento de yema (a)
Efecto de línea genética	Criolla mejorada	12.30 <sup>a</sup>
	Novogen Brown	11.82 <sup>a</sup>
p valor = 0.2446		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Resultados diferentes fueron obtenidos por Lokaewmanee *et al.* (2011) en su estudio Efectos de la Piel de Mango o Piel de Mango Combinada con Extractos de Pimentón sobre el Rendimiento de la Producción, Calidad del Huevo y Polifenoles de la Yema de Huevo. Se utilizaron en los tratamientos una dieta estándar (control), y complementos del 0.1 % de piel de mango, 1 % de extracto de pimentón, 5 % de extracto de pimentón, 0.1 % de piel de mango con 1 % de extracto de pimentón y 0.1 % de piel de mango con 5 % de extracto de pimentón. En el enrojecimiento de yema se encontraron diferencias altamente significativas ( $p=0.0001$ ) en el cual el estadístico más alto de 1.84 se obtuvo en la dieta con complementos del 0.1 % de piel de mango comparado con el estadístico más bajo de -3.98 de la dieta control. Sin embargo, en los resultados del experimento, aunque no hubo diferencias estadísticas ( $p=0.8664$ ) en el efecto de dieta ( $p=0.2476$ ), el promedio más alto se obtuvo con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. En el efecto de línea genética no hubo diferencias estadísticas ( $p=0.2446$ ) y el valor más alto de 12.30 fue obtenido en la línea genética Criolla Mejorada comparado con el valor más bajo de 11.82 en las gallinas Novogen Brown.

Los resultados difieren de los obtenidos por Lokaewmanee *et al.* (2011) en su estudio Mejora del Color de Yema de Huevos Crudos y Cocidos con Luteína Procedente de Harina de Flor de Marigold y Extracto de Flor de Marigold las que fueron alimentadas con una dieta basal con 0 mg/kg (control) y los niveles dietarios de 10, 20, 30 y 40 mg/kg del carotenoide luteína como pigmento natural. En los resultados del indicador enrojecimiento de yema hubo diferencias significativas y los valores estadísticos más altos de 2.24 y 1.69 fueron obtenidos con los niveles de 30 y 40 mg/kg de luteína comparado con el más bajo valor de -1.76 en la dieta control. En el presente estudio, aunque no hubo diferencias significativas en el efecto de dieta ( $p=0.2476$ ), el promedio más alto de 12.84 se obtuvo con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. En el efecto de línea genética no hubo diferencias significativas ( $p=0.2446$ ) y el promedio más alto de 12.30 fue obtenido en las gallinas Criollas Mejoradas comparado con el valor más bajo de 11.82 en las gallinas Novogen Brown.

Incluir el EESCM en la dieta de las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas puede tener varios efectos positivos, incluyendo en el enrojecimiento de la yema de huevo por la presencia de los carotenoides como las xantofilas que intensifican el color de la yema haciéndola más atractiva visualmente; estos compuestos son liposolubles y se absorben en el intestino de las aves acumulándose en la yema del huevo y dándole un color más intenso. Aquí hay un ejemplo, la zeaxantina que le da el color característico anaranjado que tiene propiedades antioxidantes que ayudan a proteger las células del daño causado por los radicales libres contribuyendo a la salud general al reducir el estrés oxidativo en el cuerpo de las aves. Otros factores combinados con una dieta con inclusión del EESCM pueden ayudar a lograr una coloración óptima de la yema como las gallinas jóvenes que tienden a producirlo con una coloración más intensa en comparación con las gallinas viejas, un hígado saludable esencial para la metabolización y depósito de carotenoides en la yema y algunas razas de gallinas tienen una mayor capacidad para depositar carotenoides, lo que puede resultar en una coloración más intensa. Además de incluir en la dieta el EESCM, aunque hubo

diferencias numéricas a favor del nivel de inclusión de 2000 ppm no hubo, en los resultados, diferencias estadísticas entre los tratamientos.

### 5.2.7. Amarillez de yema

Los resultados obtenidos del diseño factorial de la amarillez de yema se aprecian en las tablas 44, 45 y 46. En los resultados de interacción dieta por línea genética, dieta y línea genética no se encontraron diferencias significativas. Por lo tanto, se puede decir que no hubo efecto de la dieta por la línea genética, sólo dieta y sólo línea genética en la amarillez de yema.

Tabla 44: Efecto de interacción de dieta y línea genética de amarillez de yema

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Amarillez de yema (b)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	69.29 <sup>a</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	69.13 <sup>a</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	68.93 <sup>a</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	68.24 <sup>a</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	68.10 <sup>a</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	67.72 <sup>a</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	67.66 <sup>a</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	67.24 <sup>a</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	66.92 <sup>a</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	65.57 <sup>a</sup>
p valor = 0.9358				

Tabla 45: Efecto de dieta de amarillez de yema

Efecto	Dieta	Amarillez de yema (b)
Efecto de dieta	1500	69.21 <sup>a</sup>
	500	68.30 <sup>a</sup>
	2000	67.74 <sup>a</sup>
	1000	67.32 <sup>a</sup>
	0	66.84 <sup>a</sup>
p valor = 0.5716		

Tabla 46: Efecto de línea genética de amarillez de yema

Efecto	Línea genética	Amarillez de yema (b)
Efecto de línea genética	Novogen Brown	68.42 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	67.34 <sup>a</sup>
p valor = 0.2583		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en

gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados obtenidos en el experimento difieren de Nawiri *et al.* (2024) de su estudio Efectos de la Inclusión de Residuos de Cáscara de Mango en Dietas de Gallinas Ponedoras sobre el Rendimiento y la Calidad del Huevo en Kenia las que fueron asignadas a 5 tratamientos con niveles de cáscara de la variedad de mango Apple de 0, 3, 5, 7, 14 y 28 %. En el resultado del color de yema con una escala que va desde el 1 al 16 en el cual las yemas de colores más amarillos oscilaron entre 9 y 16, los de amarillo medio entre 5 y 8 y el amarillo pálido entre 1 y 4 hubo diferencias altamente significativas ( $p=0.001$ ) con el valor estadístico más alto de 14.29 en la dieta con el nivel de inclusión del 28 % comparado con el valor más bajo de 12.38 en la dieta sin la inclusión de residuos de cáscara de mango. Los resultados del estudio de la amarillez de yema, sin embargo, no presento diferencias estadísticas en el efecto de dieta ( $p=0.5716$ ) y el promedio más alto de 69.21 también se obtuvo con el nivel de inclusión de 1500 ppm del EESCM. En el efecto de línea genética no se encontraron diferencias significativas y el promedio más alto de 68.42 fue obtenido en las gallinas Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 67.34 en las gallinas Criollas Mejoradas.

Resultados similares fueron obtenidos por Lokaewmanee *et al.* (2011) en su estudio Efectos de la Piel de Mango o Piel de Mango Combinada con Extractos de Pimentón sobre el Rendimiento de la Producción, Calidad del Huevo y Polifenoles de la Yema de Huevo. Se utilizaron en los tratamientos una dieta estándar (control), y complementos del 0.1 % de piel de mango, 1 % de extracto de pimentón, 5 % de extracto de pimentón, 0.1 % de piel de mango con 1 % de extracto de pimentón y 0.1 % de piel de mango con 5 % de extracto de pimentón. En la amarillez de yema no se encontraron diferencias significativas ( $p=0.0561$ ) en el cual el promedio más alto de 34.27 se obtuvo en la dieta con complementos del 0.1 % de piel de mango comparado con el promedio más bajo de 33.44 de la dieta control. Asimismo, en el experimento, no

hubo diferencias estadísticas en el efecto de dieta ( $p=0.5716$ ) y el promedio más alto de 69.21 se obtuvo con el nivel de inclusión de 1500 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de dieta no hubo diferencias significativas ( $p=0.2583$ ) y el más alto valor de 68.42 fue obtenido en la línea Novogen Brown comparado con el valor de 67.34 en la línea Criolla Mejorada.

Incluir el EESCM en la dieta de las gallinas ponedoras puede tener varios efectos positivos en el color amarillo de la yema de huevo. Los carotenoides presentes en estos extractos, como el betacaroteno, la luteína y la zeaxantina, son los responsables de intensificar el color amarillo y a medida que las gallinas consumen alimentos ricos en carotenoides, estos se depositan en la yema y le dan su color característico y tienen propiedades antioxidantes que ayudan a proteger a las células del daño causado por los radicales libres que contribuyen a la salud del organismo animal, además, se convierten en vitamina A lo que es esencial para la salud visual, el sistema inmunológico y la piel del ave. Otros factores que pueden influir en el color amarillo son los demás insumos que fueron utilizados en la formulación de la dieta basal del experimento como por ejemplo el maíz amarillo que también puede intensificar el color amarillo de la yema y algunas razas de gallinas que tienen una mayor capacidad para depositar carotenoides en la yema, lo que puede influir en la intensidad del color. También en este indicador no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos por las similares condiciones en el manejo que no afectaron la capacidad de las gallinas para absorber y depositar carotenoides en la yema de huevo.

### **5.3. Capacidad antioxidante**

#### **5.3.1. Polifenoles de yema**

Los resultados obtenidos del diseño factorial del contenido de polifenoles de yema se aprecian en las tablas 47, 48 y 49. En los resultados de interacción dieta por línea genética y línea genética no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en la dieta se encontraron diferencias significativas. Por lo tanto, se puede

decir que no hubo efecto de la dieta por la línea genética y sólo línea genética, pero, en la dieta hubo efecto en los polifenoles de la yema.

Tabla 47: Efecto de interacción dieta y línea genética de polifenoles de yema de huevo

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Polifenoles de yema (mg/g)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	1.08 <sup>a</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	1.02 <sup>a</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	0.90 <sup>b</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	0.84 <sup>b</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Novogen Brown	0.71 <sup>c</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Criolla mejorada	0.69 <sup>c</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Novogen Brown	0.53 <sup>d</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Criolla mejorada	0.46 <sup>d</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	0.24 <sup>e</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	0.22 <sup>e</sup>
p valor = 0.4550				

Tabla 48: Efecto de dieta de polifenoles de yema de huevo

Efecto	Dieta	Polifenoles de yema (mg/g)
Efecto de dieta	2000	1.05 <sup>a</sup>
	1500	0.87 <sup>b</sup>
	1000	0.70 <sup>c</sup>
	500	0.49 <sup>d</sup>
	0	0.23 <sup>e</sup>
p valor = <0.0001		

Tabla 49: Efecto de línea genética de polifenoles de yema de huevo

Efecto	Línea genética	Polifenoles de yema (mg/g)
Efecto de línea genética	Criolla mejorada	0.67 <sup>a</sup>
	Novogen Brown	0.66 <sup>a</sup>
p valor = 0.6713		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Parecidos resultados son obtenidos por Lokaewmanee *et al.* (2011) en su estudio Efectos de la Piel de Mango o Piel de Mango Combinada con Extractos de Pimentón sobre el Rendimiento de la Producción, Calidad del Huevo y Polifenoles de la Yema. Se utilizaron en los tratamientos una dieta estándar (control) y complementos

del 0.1 % de piel de mango, 1 % de extracto de pimentón, 5 % de extracto de pimentón, 0.1 % de piel de mango con 1 % de extracto de pimentón y 0.1 % de piel de mango con 5 % de extracto de pimentón. En los polifenoles de yema no se encontraron diferencias estadísticas ( $p=0.975$ ) pero, el promedio más alto de 26.38 mg/100g se obtuvo en la dieta con complementos del 0.1 % de piel de mango comparado con el promedio más bajo de 26.12 mg/100g en la dieta control. Sin embargo, en el estudio hubo diferencias altamente significativas en el efecto de dieta ( $p<0.0001$ ) y el estadístico más alto de 1.05 mg/g se obtuvo con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética no hubo diferencias significativas ( $p=0.6713$ ) y el valor más alto de 0.67 mg/g fue obtenido en la línea Criolla mejorada comparado con el valor más bajo de 0.66 mg/g en las gallinas Novogen Brown.

Los resultados son diferentes a los obtenidos por Zhang *et al.* (2017) en su investigación Evaluación de Saponina de Mango en Pollos de Engorde: Efectos sobre el Rendimiento de Crecimiento, Características de la Canal, Calidad de la Carne e Índices Bioquímicos de Plasma. Los tratamientos dietéticos fueron suplementados con dieta basal 0 (control), 0.14 % de saponinas de mango ó 0.28 % de saponinas de mango. En el total de capacidad antioxidante (U/ml) no hubo diferencias estadísticas ( $p=0.251$ ) siendo el promedio más alto de 5.65 U/ml con 0.28 % de saponinas de mango comparado con el promedio más bajo de 4.85 en la dieta control. En el experimento, sin embargo, en el efecto de dieta hubo diferencias altamente significativas ( $p<0.0001$ ) y el estadístico más alto de 1.05 mg/g se obtuvo con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética no hubo diferencias estadísticas ( $p=0.6713$ ) siendo el resultado mayor de 0.67 mg/g en la línea Criolla Mejorada comparado con el resultado menor de 0.66 mg/g en las gallinas Novogen Brown.

La cáscara y la semilla de mango son ricas en polifenoles, por lo que su inclusión en la dieta del EESCM puede aumentar el contenido de estos compuestos en la yema de huevo. Los polifenoles son compuestos bioactivos que tienen propiedades antioxidantes que ayudan a proteger las células del daño oxidativo al neutralizar los

radicales libres, lo que puede mejorar la salud general de las gallinas y la calidad del huevo. Un sistema digestivo saludable y un microbioma intestinal equilibrado pueden mejorar la absorción de polifenoles de la dieta. Algunas razas de gallinas pueden tener una mayor capacidad para absorber y depositar polifenoles en la yema. Incluir alimentos ricos en polifenoles como granos enteros en la dieta de las gallinas puede aumentar también el contenido de estos compuestos en la yema. Al no encontrar diferencias significativas entre tratamientos posiblemente se debió a las condiciones de manejo similares y apropiadas que no afectaron negativamente en los resultados de la absorción y depósito de los polifenoles en la yema de huevo.

### 5.3.2. Malondialdehído de yema

Los resultados obtenidos del diseño factorial del contenido de malondialdehído se aprecian en las tablas 50, 51 y 52. En los resultados de interacción de dieta por línea genética y línea genética no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en la dieta se encontraron diferencias significativas. Por lo tanto, se puede decir que no hubo efecto de la dieta por la línea genética y línea genética, pero, en la dieta hubo efecto en el contenido de malondialdehído de la yema.

Tabla 50: Efecto de interacción de dieta y línea genética de malondialdehído de yema

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Malondialdehído de yema (ng/g)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	9.16 <sup>a</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	7.83 <sup>ab</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	7.72 <sup>ab</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	7.10 <sup>ab</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	7.05 <sup>ab</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	6.86 <sup>b</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	6.68 <sup>b</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	6.57 <sup>b</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	5.88 <sup>b</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	5.58 <sup>b</sup>
p valor = 0.4731				

Tabla 51: Efecto de dieta de malondialdehido de yema

Efecto	Dieta	Malondialdehido de yema (ng/g)
	0	8.13 <sup>a</sup>
Efecto de dieta	500	7.78 <sup>ab</sup>
	1000	6.96 <sup>abc</sup>
	1500	6.63 <sup>bc</sup>
	2000	5.73 <sup>c</sup>
p valor = 0.0108		

Tabla 52: Efecto de línea genética de malondialdehido de yema

Efecto	Línea genética	Malondialdehido de yema (ng/g)
Efecto de línea genética	Novogen Brown	7.28 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	6.81 <sup>a</sup>
p valor = 0.2861		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados son similares a los obtenidos por Eid *et al.* (2022) de su estudio Efecto del Reemplazo Parcial del Maíz Amarillo con la Semilla de Mango Remojada en el Desempeño Productivo, Reproductivo, Calidad del Huevo, Bioquímica Sanguínea, Parámetros Hematológicos y Antioxidantes. Los tratamientos fueron el reemplazo del maíz amarillo por la semilla de mango remojada en los niveles del 0, 10, 15 y 20 % en la dieta de las gallinas. En el resultado de malondialdehido hubo diferencias significativas ( $p=0.008$ ) con el promedio más bajo de 1.76 mmol/l en la dieta con la adición del 20 % de mango remojado. Asimismo, en los resultados que se dieron en este estudio en el efecto de dieta hubo diferencias significativas ( $p=0.0108$ ) y el promedio más bajo de 5.73 ng/g fue con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética no hubo diferencias estadísticas ( $p=0.2861$ ) siendo el valor más alto de 7.28 ng/g fue obtenido en la línea Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 6.81 ng/g de la línea Criolla Mejorada.

Resultados similares fueron obtenidos por Adeyemi *et al.* (2021) en su investigación Hoja de Mango y Aditivos Sintéticos en la Dieta de Pollos de Engorde:

Impacto en el Crecimiento, Microbiota Cecal, Inmunidad, Química Sanguínea y Calidad de la Carne. En los corrales se asignaron aleatoriamente a F-1, dieta basal sin aditivos; F-2, dieta basal + 0.4 g/kg de antibiótico (70 % oxitetraciclina + 30 % neomicina) + 0.12 g/kg de terc-butilhidroxianisol; F-3, dieta basal + 2.5 g/kg de hoja de mango; o F-4, dieta basal + 5 g/kg de hoja de mango. En el malondialdehído (mmol/mg de proteína) de carne de pechuga hubo diferencias estadísticas ( $p=0.044$ ) siendo el estadístico más bajo en F-4 con valor de 0.45 comparado con el promedio más alto de 0.60 en F-1. En el experimento, aunque no hubo diferencias estadísticas ( $p=0.4731$ ). Asimismo, en el efecto de dieta hubo diferencias significativas ( $p=0.0108$ ) y el estadístico más bajo de 5.73 ng/g fue obtenido también se obtuvo con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética no hubo diferencias significativas ( $p=0.2861$ ) y el valor más bajo de 6.81 ng/g fue obtenido en la línea Novogen Brown comparado con el valor más alto de 7.28 ng/g en la línea Criolla Mejorada.

El malondialdehído es un compuesto orgánico que se forma como un subproducto de la peroxidación lipídica, un proceso en el cual los lípidos en las membranas celulares se oxidan. En la yema de huevo, el malondialdehído se utiliza como un indicador de la oxidación de los lípidos, lo que puede afectar la calidad y la frescura del huevo. La presencia de malondialdehído en la yema puede ser un signo de deterioro y pérdida de calidad, ya que la oxidación de los lípidos puede llevar a la formación de compuestos que afectan negativamente el sabor, el olor y el valor nutricional del huevo. Los polifenoles y otros compuestos antioxidantes presentes en el EESCM pueden ayudar a reducir la peroxidación lipídica, lo que a su vez disminuye la formación de malondialdehído en la yema. Los compuestos bioactivos en el EESCM tienen propiedades antioxidantes que protegen las células del daño oxidativo, lo que contribuye a la salud general de las gallinas y la calidad del huevo. Utilizar ingredientes frescos y de alta calidad en la dieta de las gallinas puede reducir la oxidación de los lípidos, lo que disminuye la formación de malondialdehído. Mantener los insumos en condiciones adecuadas de almacenamiento, protegidos de la luz, el calor y la humedad,

puede prevenir la oxidación de los lípidos y reducir la formación de malondialdehído y asegurar que las gallinas tengan acceso a agua limpia y fresca puede contribuir a su salud general y reducir la peroxidación lipídica. Condiciones ambientales y de manejo similares aseguraron en los tratamientos que no hubiera diferencias estadísticas, pero, hubo diferencias numéricas a favor de la inclusión del EESCM en los resultados del contenido de malondialdehído presente en la yema de huevo.

#### 5.4. Inmunoglobulinas séricas

##### 5.4.1. Titulación de enfermedad de Gumboro

Los resultados obtenidos del diseño factorial de titulación de Gumboro se aprecian en las tablas 53, 54 y 55. En los resultados de interacción dieta por línea genética, línea genética y dieta se encontraron diferencias significativas. Por lo tanto, se puede decir que hubo efecto de la dieta por la línea genética, sólo línea genética y sólo dieta en la titulación de enfermedad de Gumboro.

Tabla 53: Efecto de interacción de dieta y línea genética de titulación frente a Gumboro

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Titulación de Gumboro (GM)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	12306.67 <sup>a</sup>
	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	11211.00 <sup>b</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	9344.00 <sup>c</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	7966.00 <sup>d</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	7852.67 <sup>d</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	6595.00 <sup>e</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Criolla mejorada	4779.67 <sup>f</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Novogen Brown	4006.00 <sup>f</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	2404.67 <sup>g</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	2357.67 <sup>g</sup>
p valor = 0.0218				

Tabla 54: Efecto de dieta de titulación frente a Gumboro

Efecto	Dieta	Titulación de Gumboro (GM)
Efecto de dieta	2000	11758.83 <sup>a</sup>
	1500	8655.00 <sup>b</sup>
	1000	7223.83 <sup>c</sup>
	500	4392.83 <sup>d</sup>
	0	2381.17 <sup>e</sup>
p valor = <0.0001		

Tabla 55: Efecto de línea genética de titulación frente a Gumboro

Efecto	Línea genética	Titulación de Gumboro (GM)
Efecto de línea genética	Novogen Brown	7182.80 <sup>a</sup>
	Criolla mejorada	6581.87 <sup>b</sup>
p valor = 0.0123		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados son similares a los obtenidos por Eid *et al.* (2022) en su estudio Efecto del Reemplazo Parcial del Maíz Amarillo con la Semilla de Mango Remojada en el Desempeño Productivo, Reproductivo, Calidad del Huevo, Bioquímica Sanguínea, Parámetros Hematológicos y Antioxidantes. Los tratamientos fueron el reemplazo del maíz amarillo por la semilla de mango remojada en los niveles del 0, 10, 15 y 20 % en la dieta de las gallinas y en su resultado de la inmunoglobulina G hubo diferencias significativas ( $p=0.016$ ) con el estadístico más alto de 44.97 mg/dl en la dieta con la adición del mango remojado del nivel del 20 % comparado con el valor más bajo de 39.47 mg/dl en la dieta sin la inclusión de la semilla de mango remojada. Similares resultados se dieron en este estudio de la titulación de enfermedad de Gumboro en el cual hubo diferencias estadísticas ( $p=0.0218$ ) con las medias geométricas más altas en la interacción de los tratamientos de 12306.67 GM en las gallinas Novogen Brown y 11211 GM en las gallinas criollas mejoradas que se obtuvieron en las dietas con la inclusión del EESCM de 2000 ppm comparados con los niveles de las dietas de 1500, 1000 y 500 ppm de EESCM de los demás tratamientos. En el efecto de dieta también existió diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y el estadístico más alto también se obtuvo con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias significativas ( $p=0.0123$ ) y el valor más alto de 7182.80 GM fue obtenido en las gallinas Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 6581.87 GM en las gallinas Criollas Mejoradas.

Similares resultados son obtenidos por Odunsi (2005) en su investigación Respuesta de las Gallinas de Postura y Pollos de Engorde con la Inclusión en la Dieta de Mango (*Mangifera indica* L.) Harina del Núcleo de Semilla. Seis dietas experimentales fueron formuladas conteniendo 0, 50, 100, 150, 200 y 250 g/kg de harina de semilla de mango. En las globulinas (g/100 ml) se encontraron diferencias significativas entre las dietas experimentales ( $p=0.04$ ) y los estadísticos más altos de 2.62 y 2.49 fueron obtenidos con las dietas que contenían 100, y 150 g/kg de harina de semilla de mango comparado con la dieta sin el contenido de harina de semilla de mango. En la presente investigación también existió diferencias significativas ( $p=0.0218$ ) de la titulación frente a Gumboro en la interacción dieta con línea genética y las medias geométricas más altas de 12306.67 GM y 11211.00 GM se obtuvieron en la dieta de 2000 ppm del EESCM en las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas respectivamente. En el efecto de dieta también existió diferencias altamente significativas ( $p<0.0001$ ) y el estadístico más alto también se obtuvo con el nivel de inclusión de 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias significativas ( $p=0.0123$ ) y el valor más alto de 7182.80 GM fue obtenido en las gallinas Novogen Brown comparado con el valor más bajo de 6581.87 GM en las gallinas Criollas Mejoradas.

#### **5.4.2. Titulación frente a enfermedad de Bronquitis Infecciosa**

Los resultados obtenidos del diseño factorial de la titulación frente a la enfermedad de Bronquitis Infecciosa se aprecian en las tablas 56, 57 y 58. En los resultados de interacción dieta por línea genética no se encontraron diferencias significativas y en línea genética y dieta hubo diferencias significativas. Por lo tanto, se puede decir que hubo efecto de sólo dieta y sólo línea genética en la titulación de la enfermedad de Bronquitis Infecciosa.

Tabla 56: Efecto de interacción de dieta y línea genética de titulación frente a Bronquitis Infecciosa

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Titulación de Bronquitis Infecciosa (GM)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	15345.00 <sup>a</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	15113.67 <sup>a</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	13415.00 <sup>ab</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	11920.00 <sup>bc</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	10558.00 <sup>cd</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	10386.67 <sup>cd</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	9642.00 <sup>d</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	8512.67 <sup>d</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	6037.00 <sup>e</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	5219.67 <sup>e</sup>
p valor = 0.3528				

Tabla 57: Efecto de dieta de titulación frente a Bronquitis Infecciosa

Efecto	Dieta	Titulación de Bronquitis Infecciosa (GM)
Efecto de dieta	2000	15229.33 <sup>a</sup>
	1500	11986.50 <sup>b</sup>
	1000	11153.33 <sup>b</sup>
	500	9077.33 <sup>c</sup>
	0	5628.33 <sup>d</sup>
p valor = <0.0001		

Tabla 58: Efecto de línea genética de titulación frente a Bronquitis Infecciosa

Efecto	Línea genética	Titulación de Bronquitis Infecciosa (GM)
Efecto de línea genética	Criolla mejorada	11271.80 <sup>a</sup>
	Novogen brown	9958.13 <sup>b</sup>
p valor = 0.0042		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados son similares a los obtenidos por Eid *et al.* (2022) en su estudio Efecto del Reemplazo Parcial del Maíz Amarillo con la Semilla de Mango Remojada en el Desempeño Productivo, Reproductivo, Calidad Del Huevo, Bioquímica Sanguínea, Parámetros Hematológicos y Antioxidantes. Los tratamientos fueron el reemplazo del maíz amarillo por la semilla de mango remojada en los niveles del 0, 10, 15 y 20 % en

la dieta de las gallinas y en su resultado de la inmunoglobulina G hubo diferencias significativas ( $p=0.016$ ) con el valor estadístico más alto de 44.97 mg/dl en la dieta con la adición del mango remojado del nivel del 20 % comparado con el valor más bajo de 39.47 mg/dl en la dieta sin la inclusión de la semilla de mango remojada. Sin embargo, en la presente investigación existió, en el efecto de dieta, diferencias altamente significativas de la titulación frente a Gumboro ( $p<0.0001$ ) con el valor más alto de 15229.33 GM con la inclusión de 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de la línea genética, hubo diferencias significativas y el valor más alto de 11271 GM fue obtenido en las gallinas Criollas Mejoradas comparado con el valor más bajo de 11271.80 GM de las gallinas Novogen Brown.

Los resultados son similares a los obtenidos por Odunsi (2005) en su investigación Respuesta de las Gallinas de Postura y Pollos de Engorde con la Inclusión en la Dieta de Mango (*Mangifera indica L.*) Harina del Núcleo de Semilla. Seis dietas experimentales fueron formuladas conteniendo 0, 50, 100, 150, 200 y 250 g/kg de harina de semilla de mango. En las globulinas (g/100 ml) encontraron diferencias significativas entre las dietas experimentales ( $p$ -valor 0.04) y los estadísticos más altos de 2.62 y 2.49 fueron obtenidos con las dietas que contenían 100, y 150 g/kg de harina de semilla de mango comparado con la dieta sin el contenido de harina de semilla de mango. Asimismo, en la presente tesis hubo diferencias altamente significativas ( $p<0.0001$ ) y el valor más alto de 15229.33 GM fue con la inclusión de 2000 ppm del EESCM. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias significativas ( $p=0.0042$ ) y el valor más alto de 11271.80 GM fue obtenido en las gallinas Criollas Mejoradas comparado con el valor más bajo de 9958.13 GM de las gallinas Novogen Brown.

#### **5.4.3. Titulación de enfermedad de Newcastle**

Los resultados obtenidos del diseño factorial de la titulación frente al Newcastle se aprecian en las tablas 59, 60 y 61. En los resultados de interacción de dieta por línea genética, dieta y línea genética se encontraron diferencias altamente significativas. Por

lo tanto, se puede decir que hubo efecto de la dieta por la línea genética, sólo línea genética y sólo dieta en la titulación frente a la enfermedad de Newcastle.

Tabla 59: Efecto de interacción de dieta y línea genética de titulación frente a Newcastle

Efecto	Tratamientos	Dieta	Línea genética	Titulación de Newcastle (GM)
Efecto de interacción dieta con línea genética	T <sub>10</sub>	2000	Criolla mejorada	3536.67 <sup>a</sup>
	T <sub>9</sub>	1500	Criolla mejorada	2693.67 <sup>b</sup>
	T <sub>8</sub>	1000	Criolla mejorada	2494.00 <sup>b</sup>
	T <sub>5</sub>	2000	Novogen Brown	1807.00 <sup>c</sup>
	T <sub>7</sub>	500	Criolla mejorada	1389.67 <sup>d</sup>
	T <sub>4</sub>	1500	Novogen Brown	931.67 <sup>e</sup>
	T <sub>3</sub>	1000	Novogen Brown	619.00 <sup>ef</sup>
	T <sub>6</sub>	0	Criolla mejorada	615.67 <sup>ef</sup>
	T <sub>2</sub>	500	Novogen Brown	515.00 <sup>ef</sup>
	T <sub>1</sub>	0	Novogen Brown	210.00 <sup>f</sup>
p valor = 0.0001				

Tabla 60: Efecto de dieta de titulación frente a Newcastle

Efecto	Dieta	Titulación de Newcastle (GM)
Efecto de dieta	2000	2671.83 <sup>a</sup>
	1500	1812.67 <sup>b</sup>
	1000	1556.50 <sup>b</sup>
	500	952.33 <sup>c</sup>
	0	412.83 <sup>d</sup>
p valor = <0.0001		

Tabla 61: Efecto de línea genética de titulación frente a Newcastle

Efecto	Línea genética	Titulación de Newcastle (GM)
Efecto de línea genética	Criolla mejorada	2145.93 <sup>a</sup>
	Novogen Brown	816.53 <sup>b</sup>
p valor = <0.0001		

Letras diferentes (superíndices) en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan (p<0.05).

T<sub>1</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>2</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>3</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>4</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>5</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Novogen Brown; T<sub>6</sub>: dieta basal sin EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>7</sub>: dieta basal más 500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>8</sub>: dieta basal más 1000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>9</sub>: dieta basal más 1500 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas; T<sub>10</sub>: dieta basal más 2000 ppm de EERM en gallinas Criollas Mejoradas.

Los resultados son similares a los obtenidos por Eid *et al.* (2022) en su estudio Efecto del Reemplazo parcial del Maíz Amarillo con la Semilla de Mango Remojada en el Desempeño Productivo, Reproductivo, Calidad del Huevo, Bioquímica Sanguínea, Parámetros Hematológicos y Antioxidantes. Los tratamientos fueron el reemplazo del maíz amarillo por la semilla de mango remojada en los niveles del 0, 10, 15 y 20 % en

la dieta de las gallinas y en su resultado de la inmunoglobulina G hubo diferencias significativas ( $p$ -valor 0.016) con el valor estadístico más alto de 44.97 mg/dl en la dieta con la adición del mango remojado del nivel del 20 % comparado con el valor más bajo de 39.47 mg/dl en la dieta sin la inclusión de la semilla de mango remojada. Asimismo, en la presente tesis se presentaron diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) de la titulación frente a la enfermedad de Bronquitis en la interacción dieta con línea genética y las medias geométricas más altas de 3536.67 GM y 2693.67 GM se obtuvieron con las inclusiones en las dietas de 2000 y 1500 ppm del EESCM en las gallinas Criollas Mejoradas y Novogen Brown respectivamente. Similares resultados se dieron en el cual hubo diferencias estadísticas ( $p < 0.0001$ ) con las medias geométricas más altas en el efecto de dieta de 2671.83 GM y 1812.67 GM con la inclusión del EESCM de 2000 ppm. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y el valor más alto de 2145.93 GM fue obtenido en las gallinas Criollas Mejoradas comparado con el valor más bajo de 816.53 GM de las gallinas Novogen Brown.

Similares resultados son obtenidos por Odunsi (2005) en su investigación Respuesta de las Gallinas de Postura y Pollos de Engorde con la Inclusión en la Dieta de Mango (*Mangifera indica L.*) Harina del Núcleo de Semilla. Seis dietas experimentales fueron formuladas conteniendo 0, 50, 100, 150, 200 y 250 g/kg de harina de semilla de mango. En las globulinas (g/100 ml) se encontraron diferencias significativas entre las dietas experimentales ( $p = 0.04$ ) y los estadísticos más altos de 2.62 y 2.49 fueron obtenidos con las dietas que contenían 100 y 150 g/kg de harina de semilla de mango comparado con la dieta sin el contenido de harina de semilla de mango. En el presente experimento también hubo diferencias altamente significativas ( $p = 0.0001$ ) de la titulación frente al Newcastle en la interacción dieta con línea genética y las medias geométricas más altas de 3536.67 GM y 1807.00 GM se obtuvieron con la inclusión del EESCM en la dieta de 2000 ppm en las gallinas Criollas Mejoradas y Novogen Brown respectivamente. Similar resultado se dio en el cual hubo diferencias

altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) con la media geométrica más alta en el efecto de dieta de 2671.83 GM con la inclusión del EESCM de 2000 ppm. Por otro lado, en el efecto de línea genética hubo diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) y el valor más alto de 2145.93 GM fue obtenido en las gallinas Criollas Mejoradas comparado con el valor más bajo de 816.53 GM de las gallinas Novogen Brown.

La enfermedad de Gumboro, conocida como bursitis infecciosa aviar, es viral y altamente contagiosa que afecta principalmente a los pollos jóvenes que se caracteriza por atacar los órganos linfoides, especialmente la bolsa de Fabricio, que es un órgano crucial para la producción de linfocitos B en las aves y que causa inmunosupresión, lo que hace que las aves sean más susceptibles a otras infecciones. La bronquitis infecciosa aviar es una enfermedad viral aguda y altamente contagiosa que afecta principalmente a las aves gallináceas, como pollos, ponedoras y reproductoras que es causada por un coronavirus aviar y puede infectar aves de todas las edades, aunque su nombre sugiere que afecta solo al sistema respiratorio, también puede causar daños en los riñones, intestinos y el sistema reproductivo.

La enfermedad de Newcastle es una infección viral altamente contagiosa que afecta a muchas especies de aves, incluidas las gallinas ponedoras que es causada por una cepa virulenta del paramixovirus aviar tipo I (APMV-I) que puede provocar problemas respiratorios, digestivos y neurológicos en las aves. Incluir en la dieta de gallinas ponedoras el EESCM puede tener varios efectos positivos en los resultados de titulación frente a la enfermedad del Gumboro. Los compuestos bioactivos presentes como los polifenoles y antioxidantes, pueden estimular el sistema inmunológico de las gallinas, mejorando su capacidad para producir inmunoglobulinas y responder mejor a las infecciones lo que refuerza la inmunidad humoral de las gallinas y las protege mejor contra las enfermedades.

La enfermedad del Gumboro causa inmunosupresión al atacar la bolsa de Fabricio y destruir los linfocitos B y los antioxidantes y compuestos bioactivos del EESCM puede ayudar a mitigar estos efectos, mejorando la salud general de las

gallinas. Estos efectos pueden resultar en una mejor salud y rendimiento productivo de las gallinas ponedoras, así como en una mayor resistencia a las enfermedades infecciosas. Otros factores pueden influir en los resultados como la administración de las vacunas adecuadas y en el momento correcto que es crucial para estimular una respuesta inmunitaria efectiva. Algunas líneas genéticas de gallinas ponedoras tienen una mayor capacidad para producir inmunoglobulinas y responder a infecciones por lo que seleccionarlas estas con una buena resistencia inmunológica puede ser beneficioso. La inclusión de antioxidantes adicionales del EESCM en la dieta mostrado en los resultados más altos en los niveles de inclusión de 2000 ppm pudo ayudó a reducir el estrés oxidativo y mejorar la respuesta inmunitaria encontrando diferencias significativas en los efectos de interacción, dieta y línea genética.

#### **5.5. Rentabilidad y relación beneficio costo**

El valor de la relación beneficio costo consideró principalmente como beneficio al precio del huevo equivalente a S/. 0.60 y en los gastos a la compra de 90 pollas Novogen Brown Brown, 90 pollas Criollas Mejoradas, alimentación para postura, sanidad, mano de obra y depreciación. De acuerdo a las Tablas 62 y 63 se concluye que los tratamientos  $T_1$  y  $T_2$  son los que presentaron los mayores valores. Por lo tanto, se argumenta que el productor obtendrá mayores ganancias por huevo producido cuando utilice las dietas basales de postura con las inclusiones de 0 y 500 ppm de extracto etanólico de residuos de mango (EERM) suministradas sólo en las gallinas Novogen Brown. Las mayores relaciones beneficio costo de 1.10 y 1.06 obtenidos por los tratamientos  $T_1$  y  $T_2$  nos indican que los beneficios superan a los costos, por lo que la producción de huevos en esta línea genética es rentable. Las diferencias con los demás tratamientos se deben principalmente al precio de la dieta de postura e insumos para la preparación del extracto etanólico de residuos de mango además de que hubo una cantidad mayor de número de huevos producidos y mejor conversión alimenticia de las gallinas Novogen Brown en los tratamientos y repeticiones del  $T_1$  y el  $T_2$ . A

continuación, se muestran en las tablas 62 y 63 los resultados de los indicadores económicos rentabilidad y relación beneficio costo.

Los resultados son similares a los obtenidos por Rafiu *et al.* (2014) quienes al investigar las características del rendimiento y la calidad del huevo de ponedoras comerciales alimentadas con harina de semilla de mango procesada a diferentes niveles de inclusión utilizando 390 pollitas en crecimiento de 12 semanas con pesos determinados antes al azar distribuidas en 13 grupos de 30 aves y 6 repeticiones en cada uno. Todos los datos recopilados fueron analizados en arreglo factorial 3 x 4 y con la prueba de rango múltiple de Duncan con el software SAS 2000. Las muestras del proceso de la harina de semilla de mango fueron secado al sol, remojado, tratado con lejía y sancochado las cuales se utilizaron como dietas experimentales isonitrogénicas e isocalóricas con los niveles de inclusión de 0 %, 10 %, 15 % y 20 %. En los resultados del costo del alimento/kg el promedio más alto de 59.64 nairas, moneda del país de Nigeria, en el proceso de secado al sol fue con el nivel de inclusión del 10 % comparado con el promedio más bajo de 57.14 nairas en la dieta con la inclusión de harina de semilla de mango del 20 %. Similares resultados se dieron en el estudio en el cual también los promedios más altos se obtuvieron en las gallinas Novogen Brown con 386.27 soles en el nivel de inclusión en la dieta de 1000 ppm del EESCM, comparados con los niveles de las dietas de 0 y 500 ppm de EESCM.

Los resultados son diferentes a los obtenidos por Beyene *et al.* (2019) en su estudio titulado Semilla de mango hervida (*Mangifera indica*) como reemplazo al grano de maíz en dieta de ponedoras en el norte de Etiopía en un total de ponedoras Bovans Brown con pesos similares aleatoriamente asignados a 5 tratamientos con 3 réplicas que consistieron de 8 aves evaluadas entre la semana 24 y la semana 36 de edad de las aves en un periodo experimental de 90 días. Los tratamientos consistieron con las tasas de inclusión, en dietas formuladas para ser isocalóricas e isonitrogenadas, de 0, 25, 50, 75 y 100 % para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> respectivamente utilizando un diseño completamente al azar. La semilla de mango, luego de extraer el núcleo, se cortó en

trozos pequeños, se hirvió con agua a temperatura de 100 °C durante 30 minutos secado al sol durante 72 horas y finalmente molido en un tamaño de tamiz de 5 mm. En la venta de huevo/costo de alimento (dólares) se obtuvieron los más altos valores de 0.09, 0.1, 0.11 y 0.12 en T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> comparado con 0.08 del T<sub>1</sub>. Sin embargo, en el estudio el más alto valor de 1.10 en el ingreso/egresos se obtuvo en el T<sub>1</sub> sin la inclusión de EESCM.

Los resultados difieren de los obtenidos por Orayaga *et al.* (2015) en su estudio denominado El valor alimenticio del mango compuesto (*Mangifera indica*) harina de rechazo de fruta en la nutrición de finalización de pollos de engorde. Se utilizaron 200 aves Marshall de 28 días de edad en un experimento que duró 42 días en un diseño completamente al azar asignados aleatoriamente a 5 tratamientos dietéticos y se replicó 4 veces y cada réplica tuvo 10 aves. Se incorporó harina de rechazo de mango de las variedades Julie, Peter, Alphonso, Hindi y John en dietas para pollos de engorde en fase de acabado al 0 %, 5 %, 10 %, 15 % y 20 % para dar dietas T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> respectivamente. Las variedades se limpiaron, cortaron en rodajas, cáscara y pulpa, se secó al sol durante días hasta que alcanzó aproximadamente 10 % de humedad, se almaceno en sacos de polietileno y antes de ser incorporado a las dietas, se molió utilizando una máquina de molienda de maíz hasta obtener harina. En los resultados de la relación beneficio costo el valor más alto de 3.17 fue obtenido con el nivel de inclusión del 15 % comparado con el promedio más bajo de 2.44 en la dieta sin la inclusión de harina de rechazo de mango. Diferentes resultados se dieron en el estudio en el cual los valores más altos se obtuvieron en las gallinas Novogen Brown el valor de 1.10 y en Criollas Mejoradas el valor de 0.58 en el nivel de inclusión en la dieta de 0 ppm del EESCM, comparados con los niveles de las dietas de 2000 ppm de EESCM.

Tabla 62: Rentabilidad y relación beneficio costo en gallinas Novogen Brown

Concepto	Tratamientos				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
Ingresos	886.00	875.20	820.00	881.80	848.80
<sup>1</sup> Venta de huevos	786.00	775.20	720.00	781.80	748.80
<sup>2</sup> Venta de saco de abono	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Egresos	802.62	827.24	874.27	898.67	922.34
<sup>3</sup> Gallinas Novogen Brown	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
<sup>4</sup> Alimento de postura	379.62	371.74	386.27	378.17	369.34
<sup>5</sup> Mango Kent	0.00	12.50	25.00	37.50	50.00
<sup>6</sup> Alcohol etílico	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00
<sup>7</sup> Sanidad	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
<sup>8</sup> Mano de obra	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
<sup>9</sup> Depreciación del galpón	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
<sup>10</sup> Utilidad	83.38	47.96	-54.27	-16.87	-73.54
<sup>11</sup> Rentabilidad	10.39	5.79	-6.20	-1.87	-7.97
<sup>12</sup> Relación beneficio costo	1.10	1.06	0.93	0.98	0.92

<sup>1</sup>S/.0.60/huevo. <sup>2</sup>S/.10/saco. <sup>3</sup>S/. 20/ave de 20 semanas de edad. <sup>4</sup>S/. 2.00/Kg. de alimento de postura. <sup>5</sup>S/. 5/Kg mango Kent. <sup>6</sup>S/.10/lt. alcohol etílico. <sup>7</sup>S/. 0.50/ave de sanidad. <sup>8</sup>S/.2/ave por mano de obra en 13 semanas. <sup>9</sup>S/. 5%/ave comprada. <sup>10</sup>Utilidad S/. = ingresos - egresos. <sup>11</sup>Rentabilidad % = [(ingresos-egresos)/egresos]\*100. <sup>12</sup>Relación beneficio costo = ingresos/egresos.

Tabla 63: Rentabilidad y relación beneficio costo en gallinas Criollas Mejoradas

Concepto	Tratamientos				
	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>
Ingresos	548.80	531.40	535.60	514.00	495.40
<sup>1</sup> Venta de huevos	448.80	431.40	435.60	414.00	395.40
<sup>2</sup> Venta de saco de abono	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Egresos	943.29	958.30	1028.67	1070.47	1064.93
<sup>3</sup> Gallinas Criollas Mejoradas	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
<sup>4</sup> Alimento de postura	520.29	502.80	540.67	549.97	511.93
<sup>5</sup> Mango Kent	0.00	12.50	25.00	37.50	50.00
<sup>6</sup> Alcohol etílico	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00
<sup>7</sup> Sanidad	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
<sup>8</sup> Mano de obra	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
<sup>9</sup> Depreciación del galpón	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
<sup>10</sup> Utilidad	-394.49	-426.90	-493.07	-556.47	-569.53
<sup>11</sup> Rentabilidad	-41.82	-44.54	-47.93	-51.98	-53.48
<sup>12</sup> Relación beneficio costo	0.58	0.55	0.52	0.48	0.46

<sup>1</sup>S/.0.60/huevo. <sup>2</sup>S/.10/saco. <sup>3</sup>S/. 20/ave de 20 semanas de edad. <sup>4</sup>S/. 2.00/Kg. de alimento de postura. <sup>5</sup>S/. 5/Kg mango Kent. <sup>6</sup>S/.10/lt. alcohol etílico. <sup>7</sup>S/. 0.50/ave de sanidad. <sup>8</sup>S/.2/ave por mano de obra en 13 semanas. <sup>9</sup>S/. 5%/ave comprada. <sup>10</sup>Utilidad S/. = ingresos - egresos. <sup>11</sup>Rentabilidad % = [(ingresos-egresos)/egresos]\*100. <sup>12</sup>Relación beneficio costo = ingresos/egresos.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- Para la variable rendimiento productivo, en las gallinas Novogen Brown, los mejores valores de conversión alimenticia de 4.41, número de huevos de 57.17, porcentaje de postura de 60.82, masa de huevos de 35.70 kg/ave/día y peso de huevo de 58.65 g/ave/día fue obtenido con la dieta basal de postura sin el nivel de inclusión de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango. Asimismo, en las gallinas Criollas Mejoradas, el mejor valor de consumo de alimento de 137.14 g/ave/día fue obtenido con la dieta basal de postura más el nivel de inclusión de 1500 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango.
- Para la variable calidad de huevo, en las gallinas Novogen Brown, los mejores valores de unidades Haugh de 93.17, índice de forma de 77.62 %, grosor de cáscara de 0.36 mm, luminosidad de yema de 79.12 y amarillez de yema de 69.21 fueron obtenidos con las dietas basales de postura más los niveles de inclusión de 1000, 1500 y 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango. Asimismo, en las gallinas Criollas Mejoradas, los mejores valores de índice de yema de 0.47 % y enrojecimiento de yema de huevo de 12.84 fue obtenido con la dieta basal de postura más el nivel de inclusión de 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango.
- Para la variable capacidad antioxidante, en las gallinas Novogen Brown, el mejor valor de 1.05 mg/g de polifenoles y en las gallinas Criollas Mejoradas, el mejor valor de 5.73 ng/g de malondialdehído fue obtenido con la dieta basal de postura más el nivel de inclusión de 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango.
- Para la variable de inmunoglobulinas séricas, en las gallinas Novogen Brown, el mejor valor de titulación frente a la enfermedad de Gumboro de 11758.83 GM y en las gallinas criollas mejoradas, los mejores valores de 15229.33 GM en la

titulación de enfermedad de Bronquitis Infecciosa y de 2671.83 GM en la titulación de enfermedad de Newcastle fue obtenido con la dieta basal de postura más el nivel de inclusión de 2000 ppm de extracto etanólico de cáscara y semilla de mango.

- Para los indicadores económicos en las gallinas Novogen Brown, los mejores valores de rentabilidad de 10.39 % y relación beneficio costo de 1.10. Asimismo, en las gallinas Criollas Mejoradas, los mejores valores de rentabilidad de -41.82 % y relación beneficio costo de 0.58 fue obtenido con la dieta basal de postura sin la inclusión del extracto etanólico de cáscara y semilla de mango.

## **6.2. Recomendaciones**

- Para obtener un mayor rendimiento productivo de las gallinas Novogen Brown, utilizar la dieta basal de postura sin la inclusión de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango ya que mostraron los mejores resultados de conversión alimenticia, número de huevos, porcentaje de postura, masa de huevos y peso de huevos y en las gallinas Criollas Mejoradas utilizar la dieta basal de postura más el nivel de inclusión de 1500 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango, ya que mostró el mejor resultado en el consumo de alimento.
- Para obtener una mejor calidad de huevo de las gallinas Novogen Brown utilizar las dietas basales de postura más los niveles de inclusión de 1000, 1500 y 2000 ppm utilizar las dietas basales de postura más los niveles de inclusión de 1000, 1500 y 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango, ya que mostraron los mejores resultados en unidades Haugh, índice de forma, grosor de cáscara, luminosidad de yema y amarillez de yema y, en las gallinas Criollas Mejoradas, utilizar la dieta basal de postura más el nivel de inclusión 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango ya que mostraron los mejores resultados en el índice de yema y enrojecimiento de yema.
- Para obtener una mayor capacidad antioxidante en las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas, utilizar la dieta basal de postura más el nivel de inclusión

de 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango, ya que mostraron los mejores resultados en los polifenoles y malondialdehído de yema respectivamente.

- Para obtener un mayor contenido de inmunoglobulinas séricas de las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas, utilizar la dieta basal de postura más el nivel de inclusión de 2000 ppm de extracto etanólico de semilla y cáscara de mango, ya que mostraron los mejores resultados en los indicadores de titulación frente a las enfermedades de Gumboro, Bronquitis Infecciosa y Newcastle respectivamente.
- Para obtener mayores resultados en los indicadores económicos en las gallinas Novogen Brown y Criollas Mejoradas, utilizar la dieta basal sin la inclusión del extracto etanólico de cáscara y semilla de mango, ya que mostraron los mejores valores de rentabilidad y relación beneficio costo.

## CAPÍTULO VII

### BIBLIOGRAFÍA

Abdalla, A.E.M., Darwish, S.M., Ayad, E.H.E., El-Hamahmy, R.M., 2007. Egyptian mango byproduct 2: antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. *Food Chem.* 103, 1141–1152. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.026>.

Achilonu, M. and et al. (2018). Phytochemical Benefits of Agroresidues as Alternative Nutritive Dietary Resource for Pig and Poultry Farming. Faculty of Natural Sciences, Mangosuthu University of Technology, P.O. Box 12363, Jacobs 4026, Durban, KwaZulu-Natal, South Africa. <https://doi.org/10.1155/2018/1035071>.

Adeyemi, K. and et al. (2021). Mango leaf and synthetic additives in broiler diet: impact on growth, caecal microbiota, immunity, blood chemistry, and meat quality. Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, University of Ilorin, PMB 1515 Ilorin, Nigeria. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.05.005>.

Ajila, C.M., Naidu, K.A., Bhat, S.G., Prasada Rao, U.J.S., 2007. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chem.* 105, 982–988. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.052>.

Alçiçek, A., Bozkurt, M., Çabuk, M., 2003. The effects of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 33, 89–94. <https://doi.org/10.4314/sajas.v33i2.3761>.

Alvarenga, R.R., Zangeronimo, M.G., Pereira, L.J., Rodrigues, P.B., 2011. Lipoprotein metabolism in poultry. *Worlds Poult. Sci. J.* 67, 431–440. <https://doi.org/10.1017/S0043933911000481>.

Arbos, K.A., Stevani, P.C., Castanha, R.F., 2013. Antimicrobial and antioxidant activity and total phenolic content in mango peel and kernel. *Rev. Ceres.* 60, 161–165. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000200003>.

Arteaga, J. y Fernández, J. (2010). El método clínico y el método científico. Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos, Cuba. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180020098003>. ISSN:1727-897X.

Barreto, J.C., Trevisan, M.T.S., Hull, W.E., Erben, G., Brito, E.S., Pfundstein, B., Würtele, G., Spiegelhalter, B., Owen, R.W., 2008. Characterization and quantitation of polyphenolic compounds in bark, kernel, leaves, and peel of mango (*Mangifera indica* L.). *J. Agric. Food Chem.* 56, 5599–5610. <https://doi.org/10.1021/jf800738r>.

Barry, D. and *et al.* (2019). Effects of Mango Wastes-Based Diets on the Growing Parameters of Laying Hens and Biometric Parameters of the Eggs. Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Station de Farako-ba, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. <https://doi.org/10.4236/oalib.1105868>.

Beriso, Y y Tesfaye, E. (2023). Livestock feed potential of mango (*Mangifera indica* Linn) seed kernel. ebre Zeit Agricultural esearch Center, thiopian nstitute of Agricultural esearch, Bishoftu, Ethiopia. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2301833>.

Beyene, G. and *et al.* (2019). Boiled mango (*mangifera indica*) seed kernel could replace maize grain in layer's diet in northern ethiopia. College of Dryland Agriculture and Natural Resources, Department of Animal, Rangeland and Wildlife Sciences, Mekelle University, P.O.Box 231, Mekelle, Ethiopia. ISSN 1817-3322.

Berardini, N., Fezer, R., Conrad, J., Beifuss, U., Carle, R., Schieber, A., 2005. Screening of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars for their contents of flavonol O- and xanthone C-glycosides, anthocyanins, and pectin. *J. Agric. Food Chem.* 53, 1563–1570. <https://doi.org/10.1021/jf0484069>.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm-Wiss. Technol.* 28, 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

Bright, E. (1990). *An introduction to scientific research, Chemistry*, Emeritus, Harvard University.

Bunchasak, C. and *et al.* (2005). Effect of Dietary Protein on Egg Production and Immunity Responses of Laying Hens During Peak Production Period. Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Department of Physiology, Faculty of Veterinary, 1 2 Kasetsart University, Bangkok, Thailand. ISSN 1682-8356.

Çabuk, M., Bozkurt, M., Alçiçek, A., Akbas., Y., Küçükyılmaz, K., 2006. Effect of herbal essential oil mixture on grow than internal organ weight of broilers from young and old breeder flocks. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 36, 135–141. <https://doi.org/10.4314/sajas.v36i2.3996>.

Chavarría, S. and et al. (2021). Rendimientos productivos, morfología y microbiología de los huevos de gallinas Hy-Line Brown, Novogen, Rhode Island Red y Sex Link. Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia, San José, Costa Rica. DOI: <https://doi.org/10.22458/urj.v13i2.3459>.

Coleman y Moore (2003). Feed quality and animal performance. b University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA. doi:10.1016/S0378-4290(03)00138-2.

Cross, D.E., Svoboda, K., Mcdevitt, R.M., Acamovic, T., 2003. The performance of chickens fed diets with and without thyme oil and enzymes. Br. Poult. Sci. 44, S18–S19. <https://doi.org/10.1080/713655293>.

Denli, M., Okan, F., Uluocak, A.N., 2004. Effect of dietary supplementation of herb essential oil on the growth performance carcass and intestinal characteristics of quail (*Coturnix coturnix japonica*). S. Afr. J. Anim. Sci. 34, 174–179.

Dutt, T. and et al. (2024). ELISA-R: an R-based method for robust ELISA data análisis. Department of Microbiology, Immunology, and Pathology, Colorado State University, Fort Collins, CO, United States. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1427526>.

Eid, M. and *et al.* (2022). Effect of Partial Replacement of Yellow Corn by Mango Seed Kernel on Productive Performance, Egg Quality, and Blood Constituents of Laying Hens. Animal Production Research Institute, Agricultural, Agricultural Research Center, Giza 12619, Egypt. DOI: <https://dx.doi.org/10.36380/jwpr.2022.10>

Eisen, EJ; Bohren, BB; Mc Kean, HE. 1962. The Haugh units as a measure of egg albumen quality. Poultry Sci. 41: 1461-1468

Eldeeb, M.A., Metwally, M.A., Galal, A.E., 2006. The impact of botanical extract, capsicum (*capsicum frutescence* L), oil supplementation and their interactions on the productive performance of broiler chicks. In: European Poultry Conference. Verona. Abstracts... Verona, Italy. The World's Poultry Science Association.

Folin, O., Ciocalteu, V., 1927. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. J. Biol. Chem. 73, 627–650.

Freitas, E. and *et al.* (2013). Extratos etanólicos de manga como antioxidantes na alimentação de poedeiras. Universidade Federal do Ceará (UFC), Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Campus do Pici, Avenida Mister Hull, no 2.977,

Caixa Postal 12.168, CEP 60021-970 Fortaleza, CE. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000700003>.

Freitas, E.R., Borges, A.S., Trevisan, M.T.S., Watanabe, P.H., Cunha, A.L., Pereira, A.L.F., Abreu, V.K., Nascimento, G.A.J., 2012. Ethanol extracts of mango as antioxidants for broiler chicken. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 47, 1025–1030. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000800001>.

Freitas, E.R., Borges, A.S., Trevisan, M.T.S., Cunha, A.L., Braz, N.M., Watanabe, P.H., Nascimento, G.A.J., 2013. Ethanol extracts of mango as antioxidants for laying hens. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 48, 714–721. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000700003>.

Freitas, E.R., Borges, A.S., Pereira, A.L.F., Abreu, V.K.G., Trevisan, M.T.S., Watanabe, P.H., 2015. Effect of dietary ethanol extracts of mango (*Mangifera indica* L.) on lipid oxidation and the color of chicken meat during frozen storage. *Poult. Sci.* 94, 2989–2995. <https://doi.org/10.3382/ps/pev295>.

Fukayama, E.H., Bertechini, A.G., Geraldo, A., Kato, R.K., Murgas, L.D.S., 2005. Oregon extract as an additive in the broiler diet. *Rev. Bras. Zootec.* 34, 2316–2326. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000700018>.

Galal, A. and et al., (2008). Productive Performance and Immune Response of Laying Hens as Affected by Dietary Propolis Supplementation. Department of Poultry Production, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt. ISSN 1682-8356. <https://doi.org/10.3390/ani1123482>.

Gao, Z. and et al. 2021. Effect of Oils in Feed on the Production Performance and Egg Quality of Laying Hens. Key Laboratory of Animal Genetics and Breeding of the Ministry of Agriculture, National Engineering Laboratory for Animal Breeding, Department of Animal Genetics and Breeding, College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193, China.

Gonzales (2004). Obtención de aceites esenciales y extractos etanolicos de plantas del Amazonas. Universidad nacional de Colombia sede Manizales.

Guedes (2012). The construction of scientific knowledge in Food and Nutrition: Analysis of dissertations and theses in the Brazilian post-graduation programs in Nutrition. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Departamento

de Nutrição. Campus Universitário, Trindade, 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. <http://dx.doi.org/10.1590/1415-52732015000100001>.

Govindappa (2022). Effect of replacement of maize with graded levels of mango-seed kernel powder on growth performance, carcass characteristics and gut health in giriraja birds. Karnataka Veterinary, Animal and Fisheries Sciences University, Nandinagar, Bidar - 585 226.

Hernandez, F., Madrid, J., García, V., Orengo, J., Megías, M.D., 2004. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *J. Poultry Sci.* 83, 169–174. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.169>.

Huber, K., Queiroz, J.H., Moreira, A.V.B., Ribeiro, S.M.R., 2012. Chemical characterization of agricultural by-products from Uba ´ mango (*Mangifera indica* L.): a perspective for obtaining natural antioxidants. *R. Bras. Tecnol. Agroindustr.* 6, 640–652. <https://doi.org/10.3895/S1981-36862012000100003>.

INATEC (2008). Manejo Eficiente de Gallinas de Patio. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) Instituto Nacional Tecnológico (INATEC)

Inca *et al.* (2020). Phenotypic correlation between external and internal egg quality characteristics in 85-week-old laying hens. Department of nutrition, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Peru. Center of excellence for Poultry Science, University of Arkansas, Fayetteville, AR 72701, USA.

Islam, M.R., Mannan, M.A., Kabir, M.H.B., Islam, A., Olival, K.J., 2010. Analgesic, anti-inflammatory and antimicrobial effects of ethanol extracts of mango leaves. *J. Bangladesh Agril. Univ.* 8, 239–244. <https://doi.org/10.3329/jbau.v8i2.7932>.

Jarczak *et al.* (2020). Use of Intravenous Immunoglobulins in Sepsis Therapy—A Clinical View. Department of Intensive Care Medicine, University Medical Center Hamburg-Eppendorf Germany. doi:10.3390/ijms21155543.

Kittiphoom (2012). Utilization of mango seed. *Int. Food Res. J.* 19, 1325–1335. Koo, S.I., Noh, S.K., 2007. Green tea as inhibitor of the intestinal absorption of lipids: potential mechanism for its lipid-lowering effect. *J. Nutr. Biochem.* 18, 179–183. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2006.12.005>.

Koirala, P and et al., (2024). Antioxidant and antimicrobial activities of mango peel and radish peel-a comparative investigation. Institute of Nutrition, Mahidol University, Salaya, Thailand. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1354393>.

Korczak y Slavin (2020). Definitions, regulations, and new frontiers for dietary fiber and whole grains. Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota, St Paul, Minnesota, USA. doi: 10.1093/nutrit/huz061.

L. Binversie and Z. Miller, Feeding Cabbage Waste, University of Wisconsin Extension, Madison, WI, USA, 2013.

Lee, K.W., Kim, J.S., Oh, S.T., Kang, C.W., An, B.K., 2015. Effects of dietary sanguinarine on growth performance, relative organ weight, cecal microflora, serum cholesterol level and meat quality in broiler chickens. *J. Poultry Sci.* 52, 15–22. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0140073>.

Leeson, S., Summers, D.J., 2001. *Nutrition of the Chicken*, fourth ed. University Books, Ontario, Canada. Lippens, M., Huyghebaert, G., Scicutella, S., 2006. The efficacy of microencapsulated, gastro-resistant blends of essential oils and/or organic acids in broiler diets. In: *European Poultry Conference. Verona. Abstracts...* Verona, Italy: The World's Poultry Science Association.

Leong, Y. K., and Chang, J.-S. (2022). Valorization of fruit wastes for circular bioeconomy: current advances, challenges, and opportunities. *Bioresour. Technol.* 359:127459. doi: 10.1016/j.biortech.2022.127459

Lokaewmanee, K. and *et al.*, (2011). Effects of Mango Skin or Mango Skin Combined with Paprika Extracts on Production Performance, Egg Quality and Egg Yolk Polyphenols. Kagawa University, Miki-cho, Kagawa-ken 761-0795, Japan. ISSN 1939-1250.

Lokaewmanee, K. and *et al.*, (2011). Enhancement of yolk color in raw boiled egg yolk with lutein from marigold flower meal and marigold flower extract. Faculty of Agriculture, Laboratory of Animal Science, Kagawa University, Miki-cho, Kagawa-ken, Japan. doi:10.2141/jpsa.010059.

Lopera, J. and et al. (2010). El método analítico como método natural. Euro Mediterranean University Institute, Roma, Italia. ISSN: 1578-6730.

Machado, E. y Montes, N. (2008). Los niveles del método científico: una polémica actual y necesaria de la investigación educativa. Centro de Estudios de Ciencias de la Educación “Enrique José Varona” de la Universidad de Camagüey, Cuba.

M. C. Achilonu, I. C. Nwafor, D. O. Umesiobi, and M. M. Sedibe, “Biochemical proximates of pumpkin (Cucurbitaceae) and their beneficial effects on the general well-being of poultry species,” *Journal of Animal Physiology Animal Nutrition*, vol. 102, no. 1, pp. 5–16, 2018.

Mueller-Harvey, I., 2001. Analysis of hydrolysable tannins. *Anim. Feed Sci. Technol.* 91, 3–20. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00227-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00227-9). N.N. Pereira Farias et al. *Animal Feed Science and Technology* 279 (2021) 114999 10

Muramatsu, K., Fukuyo, M., Hara, Y., 1986. Effect of green tea catechinson plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 32, 613–622.

Muruganandan, S., Srinivasan, K., Gupta, S., Gupta, P.K., Lal, J., 2005. Effect of mangiferin on hyperglycemia and at herogenicity in streptozotoc in diabetic rats. *J. Ethnopharmacol.* 97, 497–501. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.12.010>.

Nair, P.S., Devi, C.S.S., 2006. Efficacy of mangiferin on serum and heart issue lipids in rats subjected to isoproterenol induced cardiotoxicity. *Toxicology* 228, 135–139. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2006.08.030>.

Nawiri, E. and *et al.*, (2024). Effects of Inclusion of Mango Peel Waste in Diets of Layer Chickens on Performance and Egg Quality in Kenya. Department of Animal Production, Faculty of Veterinary Medicine, University of Nairobi. <https://doi.org/10.3390/agriculture14060944>

Nimalaratne, C. and *et al.* (2015). Effects of storage and cooking on the antioxidant capacity of laying hen eggs. Department of Agricultural, Food and Nutritional Science (AFNS), 4-10 Agriculture/Forestry Centre, University of Alberta, Edmonton, AB T6G 2P5, Canada. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.116>

(Nimalaratne y Jiamping 2015). Hen Egg as an Antioxidant Food Commodity: A Review. Department of Agricultural, Food and Nutritional Science (AFNS), 4-10 Agriculture/Forestry Centre, University of Alberta, Edmonton, AB T6G 2P5, Canada.

Novogen Brown Guía de Manejo (2024). <https://novogen-layers.com/lignees-reproducteurs-avicoles/novogen-brown/>

Odunsi, A. (2005). Response of laying hens and growing broilers to the dietary inclusion of mango (*Mangifera indica* L.) seed kernel meal. Department of animal production and health, Ladoke Akintola University of Technology, PMB 4000, Ogbomoso, Nigeria.

Oliveira, D.S., Aquino, P.P., Ribeiro, S.M.R., Proença, R.P.C., Pinheiro-Sant'Ana, H.M., 2011. Vitamin C, carotenoids, phenolic compounds and antioxidant activity of guava, mango and papaya from Ceasa of Minas Gerais State. *Acta Sci. Health Sci.* 33, 89–98. <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v33i1.8052>.

Orayaga, K. and et al. (2015). The feed value of composite mango (*Mangifera indica*) fruit reject meal in the finisher broiler chickens nutrition. 1Department of Animal Nutrition 2Department of Animal Production University of Agriculture, PMB 2373, Makurdi, Benue State, Nigeria. DOI: <http://dx.doi.org/10.14303/ajfst.2015.054>.

Orayaga, K y Sheidi, S. (2018). Laying Performance and Egg Characteristics of Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*) Fed Diets Containing Mango Fruit Reject Meal. Department of Animal Nutrition, College of Animal Science, University of Agriculture, 2373 Makurdi, Nigeria.

Palomino, D. (2015). Evaluación productiva y económica de gallinas criollas en postura en una crianza vivencial en el predio Hualaria, Alis – Yauyos. Universidad Nacional del Centro del Perú Facultad de Zootecnia.

Paredes y Raico (2021). Comportamiento productivo de gallinas cruzadas genéticamente diferentes en los andes peruanos. Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. DOI. [10.18548/aspe/0009.04](https://doi.org/10.18548/aspe/0009.04).

Pereira Farias, N.N., Freitas, E.R., Gomes, H.M., Souza, D.H., Santos, E.O., Aguiar, G.C., Fernandes, D.R., Araújo, L.R.S., Watanabe, P.H., 2020. Ethanolic extract of mango seed used in the feeding of broilers: effects on phenolic compounds, antioxidant activity, and meat quality. *Can. J. Anim. Sci.* 100, 299–307. <https://doi.org/10.1139/cjas-2018-0120>.

Platel, K., Srinivasan, K., 1996. Influence of dietary spices or their active principles on digestive enzymes of small intestinal mucosa in rats. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 47, 55–59. <https://doi.org/10.3109/09637489609028561>.

Puravankara, D., Bohgra, V., Sharma, R.S., 2000. Effect of antioxidant principles isolated from mango (*Mangifera indica* L.) seed kernels on oxidative stability of buffalo

ghee (butter-fat). *J. Sci. Food Agric.* 80, 522–526. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(200003\)80:43.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(200003)80:43.0.CO;2-R).

Rafiu, T. and *et al.* (2014). Performance characteristics and egg quality of Commercial Layers Fed Processed Mango Seed Kernel meal at varying inclusion levels. Faculty of Agricultural Sciences, LAUTECH, Ogbomoso, Nigeria.

Rahaman, Z. and *et al.* (2022). A Comparative Study on the Laying Performance and Egg Quality of Four Available Strains in Bangladesh. Department of Poultry Science Bangladesh Agricultural University, Bangladesh. DOI: 10.24018/ejfood.2022.4.6.602.

Rehman, Z. and *et al.* (1994). Utilisation of Fruit and Vegetable Wastes in Layers' Diet. Biotechnology and Food Research Centre, PCSIR Laboratories Complex, Lahore-54600, Pakistan.

Rizzo, P.V., Menten, J.F.M., Racanicci, A.M.C., Traldi, A.B., Silva, C.S., Pereira, P.W.Z., 2010. Plant extracts in diets for broilers. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 801–807. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000400015>.

Rojas *et al.* (2020). Effects of human-animal relationship on animal productivity and welfare. Neurophysiology, behaviour and assessment of welfare in domestic animals. Department of Animal Production and Agriculture, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Mexico City, Mexico. <https://doi.org/10.31893/jabb.20026>.

Rojas, N. (2023). Evaluación de la postura en tres líneas de gallinas bajo dos raciones. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Facultad de Ingeniería Zootecnista, Lambayeque Perú. ORCID id: 000-0001-9309-3557.

Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, L.S.T., Euclides, R.F., 2011. Brazilian Tables for Poultry and Swine: Composition of Feedstuffs and Nutritional Requirements, fourth ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brazil.

Rufino, M.S.M., Alves, R.E., Brito, E.S., Morais, S.M., Sampaio, C.G., P´erez-Jim´enez, J., Saura-Calixto, F.D., 2007. Science methodology: determination of total antioxidant activity in fruits by capturing the free radical DPPH. Technical Notice. n. 127. Embrapa, Fortaleza, Brazil.

Sagastume *et al.* (2012). Epistemologías y paradigmas de los campos disciplinares de la nutrición y los alimentos en la formación de nutriólogos. Análisis y propuestas para el

desarrollo curricular. a, Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara.

Sakomura, N.K., Rostagno, H.S., 2007. Research Methods in Nutrition of Monogastric. Funep, Jaboticabal, Brazil. Scalbert, A., 1991. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry* 30, 3875–3883. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(91\)83426-L](https://doi.org/10.1016/0031-9422(91)83426-L).

Singh, D.K., Banerjee, S., Porter, T.D., 2009. Green and black tea extracts inhibit HMG-CoA reductase and activate AMP kinase to decrease cholesterol synthesis in hepatoma cells. *J. Nutr. Biochem.* 20, 816–822. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2008.07.011>.

Soltani, M., Tabeidian, S.A., Ghalamkari, G., Adeljoob, A.H., Mohammadrezaeic, M., Fosould, S.S.A.S., 2016. Effect of dietary extract and dried areal parts of *Rosmarinus officinalis* on performance, immune responses and total serum antioxidant activity in broiler chicks. *Asian Pac. J. Trop. Dis.* 6, 218–222. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(15\)61017-9](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(15)61017-9).

Sreerama, Y.N., Neelam, D.A., Sashikala, V.B., Pratape, V.M., 2010. Distribution of nutrients and antinutrients in milled fractions of chickpea and horse gram: seed coat phenolics and their distinct modes of enzyme inhibition. *J. Agric. Food Chem.* 58, 4322–4330. <https://doi.org/10.1021/jf903101k>.

Sukkaew, A. (2022). Effective of Reducing Bacteria in Chicken for Using Mango Peel Extracts with Acetic acid. 1Department of Renewable Energy Technology, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Thailand. ISSN: 2948-4138.

Tedeschi, L. and et al. (2017). A glimpse of the future in animal nutrition science. 1. Past and future challenges. Texas A&M University, Department of Animal Science, College Station, Texas, USA. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902017000500011>.

Torres, C. and et al. (2015). Mango seed: Functional and nutritional properties. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.06.009.

U. K. Ibrahim, N. Kamarrudin, M. U. H. Suzihaque, and S. A. Hashib, “Local fruit waste as a potential source of natural antioxidant: an overview,” IOP Conference Series: Material Science Engineering, vol. 206, article 012040, 2007.

Veeranjaneya, R. and et al. (2021). Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Three Different Parts of Mango Fruit. Department of Microbiology, Yogi Vemana University, Kadapa 516003, India. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020741>.

Vieira, P.A.F., Queiroz, J.H., Albino, L.F.T., Moraes, G.H.K., Barbosa, A.A., Müller, E.S., Viana, M.T.S., 2008. Effects of inclusion of mango residues on performance of broilers chickens from 1 to 42 days. *Rev. Bras. Zootec.* 37, 2173–2178. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001200014>.

Vieira, P.A.F., Souza, C.S., Barbosa, A.A., Lima, H.J.D., Fontes, E.A.F., Vieira, B.C., Oliveira, M.G.A., Moraes, G.H.K., Queiroz, J.H., Albino, L.F.T., 2016. Serum lipid profile of broilers fed diets with inclusion of mango waste meal. *Semina: Cienc. Agrar.* 37, 3327–3334. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n5p3327>.

Vilija, B. (2017). The influence of different oils and antioxidants on laying hens eggs and broilers chicken meat quality. Lithuanian University Of Health Sciences Veterinary Academy.

Wang, Y. and et al. (2024). Dietary supplementation of compound probiotics to improve performance, egg quality, biochemical parameters and intestinal morphology of laying hens.

Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., Kroismayr, A., 2008. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. Hubei Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science, Wuhan Polytechnic University, Wuhan, China. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459>.

Yerima, K. and *et al.*, (2019). Egg Quality Characteristics of Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonica*) Fed Graded Levels of Fermented Mango Kernel (*Mangifera* spp) Composite Meal. Department of Animal Production, Federal University of Agriculture, Makurdi, Benue State, Nigeria. ISSN: 2305-6622; E-ISSN: 2306-3599.

Yoshino, K., Tomita, I., Sano, M., Oguni, I., Hara, Y., Nakano, M., 1994. Effects of long-term dietary supplement of tea polyphenol on lipid peroxide levels in rats. *Age.* 17, 79–85. <https://doi.org/10.1007/BF02435010>.

Zhang, Y.N., Wang, J., Qi, B., Wu, S.G., Chen, H.R., Luo, H.Y., Yin, D.J., Lü, F.J., Zhang, H.J., Qi, G.H., 2017. Evaluation of mango saponin in broilers: effects on growth performance, carcass characteristics, meat quality and plasma biochemical indices. *Asian-australas. J. Anim. Sci.* 30 <https://doi.org/10.5713/ajas.16.08471143.1149>.

## CAPÍTULO VIII

### ANEXOS

#### Anexo 01: Análisis de varianza de consumo de alimento

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	29641.50	9	3293.50	15.33	<0.0001
línea genética	28732.38	1	28732.38	133.73	<0.0001
dieta	653.13	4	163.28	0.76	0.5563
línea genética x dieta	255.99	4	64.00	0.30	0.8780
error	10743.08	50	214.86		
total	40384.57	59			

#### Anexo 02: Análisis de varianza de conversión alimenticia

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	268.72	9	29.86	23.45	<0.0001
línea genética	264.31	1	264.31	207.56	<0.0001
Dieta	3.39	4	0.85	0.67	0.6191
línea genética x dieta	1.03	4	0.26	0.20	0.9361
Error	63.67	50	1.27		
Total	332.39	59			

#### Anexo 03: Análisis de varianza de número de huevos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	14880.75	9	1653.42	14.65	<0.0001
línea genética	14634.07	1	14634.07	129.65	<0.0001
dieta	143.02	4	35.75	0.32	0.8654
línea genética x dieta	103.66	4	25.92	0.23	0.9205
error	5643.56	50	112.87		
total	20524.31	59			

#### Anexo 04: Análisis de varianza de porcentaje de postura

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	16837.74	9	1870.86	14.65	<0.0001
línea genética	16558.51	1	16558.51	129.64	<0.0001
dieta	161.92	4	40.48	0.32	0.8654
línea genética x dieta	117.32	4	29.33	0.23	0.9205
error	6386.21	50	127.72		
total	23223.96	59			

#### Anexo 05: Análisis de varianza de masa de huevos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	6225.22	9	691.69	17.14	<0.0001
línea genética	6100.62	1	6100.62	151.18	<0.0001
dieta	95.47	4	23.87	0.59	0.6704
línea genética x dieta	29.13	4	7.28	0.18	0.9475
error	2017.67	50	40.35		
total	8242.89	59			

Anexo 06: Análisis de varianza de peso de huevos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	59.54	9	6.62	1.04	<0.0001
línea genética	35.42	1	35.42	5.59	<0.0001
dieta	19.82	4	4.96	0.78	0.5424
línea genética x dieta	4.29	4	1.07	0.17	0.9531
error	316.97	50	6.34		
total	376.51	59			

Anexo 07: Análisis de varianza de unidades Haugh

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	475.45	9	52.83	1.42	0.1838
línea genética	116.27	1	116.27	3.12	0.0791
dieta	237.10	4	59.28	1.59	0.1789
línea genética x dieta	122.08	4	30.52	0.82	0.5146
error	6334.20	170	37.26		
total	6809.66	179			

Anexo 08: Análisis de varianza de índice de forma

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	114.72	9	12.75	1.04	0.4110
línea genética	49.34	1	49.34	4.02	0.0465
dieta	36.56	4	9.14	0.75	0.5625
línea genética x dieta	28.82	4	7.20	0.59	0.6722
error	2085.22	170	12.27		
total	2199.93	179			

Anexo 09: Análisis de varianza de índice de yema

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	0.01	9	8.5	0.64	0.7588
línea genética	1.2	1	1.2	0.89	0.3468
dieta	4.8	4	1.2	0.92	0.4552
línea genética x dieta	1.6	4	4.1	0.31	0.8727
error	0.22	170	1.3		
total	0.23	179			

Anexo 10: Análisis de varianza de grosor de cáscara

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	0.03	9	3.2	1.79	0.0734
línea genética	0.02	1	0.02	9.39	0.0025
dieta	1.8	4	4.4	0.24	0.9128
línea genética x dieta	0.01	4	2.6	1.44	0.2244
error	0.31	170	1.8		
total	0.34	179			

Anexo 11: análisis de varianza de luminosidad de yema

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	273.52	9	30.39	1.05	0.3989
línea genética	21.01	1	21.01	0.73	0.3943
dieta	167.26	4	41.81	1.45	0.2193
línea genética x dieta	85.25	4	21.31	0.74	0.5661
error	4897.69	170	28.81		
total	5171.21	179			

Anexo 12: Análisis de varianza de enrojecimiento de yema

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	61.35	9	6.82	0.90	0.5270
línea genética	10.33	1	10.33	1.36	0.2446
dieta	41.41	4	10.35	1.37	0.2476
línea genética x dieta	9.60	4	2.40	0.32	0.8664
error	1288.03	170	7.58		
total	1349.38	179			

Anexo 13: análisis de varianza de amarillez de yema

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	207.71	9	23.08	0.56	0.8292
línea genética	53.13	1	53.13	1.29	0.2583
dieta	120.85	4	30.21	0.73	0.5716
línea genética x dieta	33.74	4	8.43	0.20	0.9358
error	7020.88	170	41.30		
total	7228.59	179			

Anexo 14: Análisis de varianza de polifenoles de yema

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	3.31	9	0.37	61.25	<0.0001
línea genética	1.1	1	1.1	0.18	0.6713
dieta	3.28	4	0.82	136.83	<0.0001
línea genética x dieta	0.02	4	0.01	0.94	0.4550
error	0.18	30	0.01		
total	3.49	39			

Anexo 15: Análisis de varianza de malondialdehido de yema

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	37.68	9	4.19	2.29	0.0431
línea genética	2.16	1	2.16	1.18	0.2861
dieta	28.89	4	7.22	3.95	0.0108
línea genética x dieta	6.63	4	1.66	0.91	0.4731
error	54.88	30	1.83		
total	92.56	39			

Anexo 16: Análisis de varianza de titulación de anticuerpos frente a Gumboro

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	328906795.33	9	36545199.48	102.26	<0.0001
línea genética	2708406.53	1	2708406.53	7.58	0.0123
Dieta	320983999.33	4	80245999.83	224.53	<0.0001
línea genética x dieta	5214389.47	4	1303597.37	3.65	0.0218
Error	7147829.33	20	357391.47		
total	336054624.67	29			

Anexo 17: Análisis de varianza de titulación frente a Bronquitis Infecciosa

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	322930656.30	9	35881184.03	28.90	<0.0001
línea genética	12942900.83	1	12942900.83	10.42	0.0042
dieta	304164902.13	4	76041225.53	61.24	<0.0001
línea genética x dieta	5822853.33	4	1455713.33	1.17	0.3528
error	24835396.67	20	1241769.83		
total	347766052.97	29			

Anexo 18: Análisis de varianza de titulación frente a Newcastle

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
modelo	335379.66.03	9	3726440.67	63.27	<0.0001
línea genética	13254782.70	1	13254782.70	225.06	<0.0001
dieta	17725531.53	4	4431382.88	75.24	<0.0001
línea genética x dieta	2557651.80	4	639412.95	10.86	0.0001
error	1177887.33	20	58894.37		
total	34715853	29			

Anexo 19: Tabla resumen de rendimiento productivo

Tratamientos	Efecto dieta x línea genética	Consumo de alimento (g/ave/día)	Conversión alimenticia	Número de huevos (N°/ave/día)	Porcentaje de postura (ave/día)	Masa de huevos (kg/ave/día)	Peso de huevos (g/ave)
T <sub>1</sub>	0 x Novogen Brown	112.18 <sup>b</sup>	2.45 <sup>a</sup>	72.78 <sup>a</sup>	77.42 <sup>a</sup>	45.96 <sup>a</sup>	59.47 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	500 x Novogen Brown	109.85 <sup>b</sup>	2.50 <sup>a</sup>	71.78 <sup>a</sup>	76.36 <sup>a</sup>	44.84 <sup>a</sup>	58.84 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	1000 x Novogen Brown	114.15 <sup>b</sup>	2.78 <sup>a</sup>	66.67 <sup>a</sup>	70.92 <sup>a</sup>	41.54 <sup>a</sup>	58.54 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	1500 x Novogen Brown	111.75 <sup>b</sup>	2.52 <sup>a</sup>	72.39 <sup>a</sup>	77.01 <sup>a</sup>	45.18 <sup>a</sup>	58.54 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	2000 x Novogen Brown	109.15 <sup>b</sup>	2.71 <sup>a</sup>	69.34 <sup>a</sup>	73.76 <sup>a</sup>	42.57 <sup>a</sup>	58.06 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub>	0 x Criolla Mejorada	153.75 <sup>a</sup>	6.37 <sup>b</sup>	41.56 <sup>b</sup>	44.21 <sup>b</sup>	25.44 <sup>b</sup>	57.84 <sup>a</sup>
T <sub>7</sub>	500 x Criolla Mejorada	148.58 <sup>a</sup>	6.35 <sup>b</sup>	39.95 <sup>b</sup>	42.50 <sup>b</sup>	24.43 <sup>b</sup>	57.91 <sup>a</sup>
T <sub>8</sub>	1000 x Criolla Mejorada	159.77 <sup>a</sup>	7.21 <sup>b</sup>	40.33 <sup>b</sup>	42.91 <sup>b</sup>	23.99 <sup>b</sup>	56.19 <sup>a</sup>
T <sub>9</sub>	1500 x Criolla Mejorada	162.52 <sup>a</sup>	6.96 <sup>b</sup>	38.33 <sup>b</sup>	40.78 <sup>b</sup>	23.46 <sup>b</sup>	57.57 <sup>a</sup>
T <sub>10</sub>	2000 x Criolla Mejorada	151.28 <sup>a</sup>	7.06 <sup>b</sup>	36.61 <sup>b</sup>	38.95 <sup>b</sup>	21.93 <sup>b</sup>	56.26 <sup>a</sup>
Efecto de dieta	0	132.97 <sup>a</sup>	4.41 <sup>a</sup>	57.17 <sup>a</sup>	60.82 <sup>a</sup>	35.70 <sup>a</sup>	58.65 <sup>a</sup>
	500	129.22 <sup>a</sup>	4.43 <sup>a</sup>	55.86 <sup>a</sup>	59.43 <sup>a</sup>	34.63 <sup>a</sup>	58.38 <sup>a</sup>
	1000	136.96 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	53.50 <sup>a</sup>	56.91 <sup>a</sup>	32.76 <sup>a</sup>	57.36 <sup>a</sup>
	1500	137.14 <sup>a</sup>	4.74 <sup>a</sup>	55.36 <sup>a</sup>	58.90 <sup>a</sup>	34.32 <sup>a</sup>	58.05 <sup>a</sup>
Efecto de línea genética	Novogen Brown	111.42 <sup>b</sup>	2.59 <sup>a</sup>	70.59 <sup>a</sup>	75.09 <sup>a</sup>	44.02 <sup>a</sup>	58.69 <sup>a</sup>
	Criolla Mejorada	155.18 <sup>a</sup>	6.79 <sup>b</sup>	39.36 <sup>b</sup>	41.87 <sup>b</sup>	23.85 <sup>b</sup>	57.15 <sup>b</sup>
		p-valor					
Efecto dieta x línea genética		0.8780	0.9361	0.9205	0.9205	0.9475	0.9531
Efecto de dieta		0.5563	0.6191	0.8654	0.8653	0.6704	0.5424
Efecto de línea genética		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0220

Letras como superíndices diferentes en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan (p<0.05)

Anexo 20: Tabla resumen de resultados de calidad de huevo

Tratamientos	Efecto dieta x línea genética	Unidades Haugh	Índice de forma (%)	Índice de yema (%)	Grosor de cáscara (mm)	Luminosidad de yema (coordenadas)	Enrojecimiento de yema (coordenadas)	Amarillez de yema (coordenadas)
T <sub>1</sub>	0 x Novogen Brown	91.33 <sup>ab</sup>	77.34 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	78.23 <sup>ab</sup>	12.10 <sup>ab</sup>	68.10 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	500 x Novogen Brown	92.31 <sup>ab</sup>	77.58 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.36 <sup>ab</sup>	79.13 <sup>a</sup>	11.67 <sup>ab</sup>	68.93 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	1000 x Novogen Brown	92.32 <sup>ab</sup>	77.64 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>	0.36 <sup>ab</sup>	79.29 <sup>a</sup>	10.72 <sup>b</sup>	67.72 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	1500 x Novogen Brown	93.45 <sup>a</sup>	77.56 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	78.91 <sup>a</sup>	11.70 <sup>ab</sup>	69.13 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	2000 x Novogen Brown	91.58 <sup>ab</sup>	77.68 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	78.04 <sup>ab</sup>	12.90 <sup>a</sup>	68.24 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub>	0 x Criolla Mejorada	88.85 <sup>ab</sup>	75.60 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.35 <sup>ab</sup>	74.86 <sup>a</sup>	12.27 <sup>ab</sup>	65.57 <sup>a</sup>
T <sub>7</sub>	500 x Criolla Mejorada	88.03 <sup>b</sup>	75.86 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.34 <sup>ab</sup>	78.81 <sup>a</sup>	12.32 <sup>ab</sup>	67.66 <sup>a</sup>
T <sub>8</sub>	1000 x Criolla Mejorada	91.12 <sup>ab</sup>	77.61 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.36 <sup>ab</sup>	78.95 <sup>a</sup>	11.96 <sup>ab</sup>	66.92 <sup>a</sup>
T <sub>9</sub>	1500 x Criolla Mejorada	92.89 <sup>a</sup>	77.45 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.34 <sup>b</sup>	79.07 <sup>a</sup>	12.17 <sup>ab</sup>	69.29 <sup>a</sup>
T <sub>10</sub>	2000 x Criolla Mejorada	91.06 <sup>ab</sup>	76.04 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.35 <sup>ab</sup>	78.49 <sup>ab</sup>	12.77 <sup>ab</sup>	67.24 <sup>a</sup>
Efecto de dieta	0	90.09 <sup>a</sup>	76.47 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	76.54 <sup>a</sup>	12.18 <sup>ab</sup>	66.84 <sup>a</sup>
	500	90.17 <sup>a</sup>	76.72 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	78.97 <sup>a</sup>	12.00 <sup>ab</sup>	68.30 <sup>a</sup>
	1000	91.72 <sup>a</sup>	77.62 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.36 <sup>a</sup>	79.12 <sup>a</sup>	11.34 <sup>b</sup>	67.32 <sup>a</sup>
	1500	93.17 <sup>a</sup>	77.51 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	78.99 <sup>a</sup>	11.93 <sup>ab</sup>	69.21 <sup>a</sup>
Efecto de línea genética	Novogen Brown	92.00 <sup>a</sup>	77.56 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	11.82 <sup>a</sup>	68.42 <sup>a</sup>
	Criolla Mejorada	90.39 <sup>a</sup>	76.51 <sup>b</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.35 <sup>b</sup>	0.57 <sup>a</sup>	12.30 <sup>a</sup>	67.34 <sup>a</sup>
		p-valor						
Efecto dieta x línea genética		0.5146	0.6722	0.8727	0.2244	0.5661	0.8664	0.9358
Efecto de dieta		0.1789	0.5625	0.4552	0.9128	0.2193	0.2446	0.5716
Efecto de línea genética		0.0791	0.0465	0.3468	0.0025	0.3943	0.2446	0.2583

Letras diferentes como superíndices en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan (p<0.05)

Anexo 21: Tabla resumen de resultados de capacidad antioxidante

Tratamientos	Efecto dieta x línea genética	Contenido de polifenoles (mg/g)	Contenido de malondialdehido (ng/g)
T <sub>1</sub>	0 x Novogen Brown	0.22 <sup>e</sup>	9.16 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	500 x Novogen Brown	0.53 <sup>d</sup>	7.72 <sup>ab</sup>
T <sub>3</sub>	1000 x Novogen Brown	0.71 <sup>c</sup>	7.05 <sup>ab</sup>
T <sub>4</sub>	1500 x Novogen Brown	0.84 <sup>b</sup>	6.57 <sup>b</sup>
T <sub>5</sub>	2000 x Novogen Brown	1.02 <sup>a</sup>	5.88 <sup>b</sup>
T <sub>6</sub>	0 x Criolla Mejorada	0.24 <sup>e</sup>	7.10 <sup>ab</sup>
T <sub>7</sub>	500 x Criolla Mejorada	0.46 <sup>d</sup>	7.83 <sup>ab</sup>
T <sub>8</sub>	1000 x Criolla Mejorada	0.69 <sup>c</sup>	6.86 <sup>b</sup>
T <sub>9</sub>	1500 x Criolla Mejorada	0.90 <sup>b</sup>	6.68 <sup>b</sup>
T <sub>10</sub>	2000 x Criolla Mejorada	1.08 <sup>a</sup>	5.58 <sup>b</sup>
Efecto de dieta	0	0.23 <sup>e</sup>	8.13 <sup>a</sup>
	500	0.49 <sup>d</sup>	7.78 <sup>ab</sup>
	1000	0.70 <sup>c</sup>	6.96 <sup>abc</sup>
	1500	0.87 <sup>b</sup>	6.63 <sup>bc</sup>
	2000	1.05 <sup>a</sup>	5.73 <sup>c</sup>
Efecto de línea genética	Novogen Brown	0.66 <sup>a</sup>	7.28 <sup>a</sup>
	Criolla Mejorada	0.67 <sup>a</sup>	6.81 <sup>a</sup>
p-valor			
Efecto dieta x línea genética		0.4550	0.4731
Efecto de dieta		<0.0001	0.0108
Efecto de línea genética		0.6713	0.2861

Letras como superíndices diferentes en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ )

Anexo 22: Tabla resumen de resultados de inmunoglobulinas séricas

Tratamientos	Efecto dieta x línea genética	Titulación en Gumboro (GM)	Titulación en Bronquitis (GM)	Titulación en Newcastle (GM)
T <sub>1</sub>	0 x Novogen Brown	2404.67 <sup>g</sup>	5219.67 <sup>e</sup>	210.00 <sup>f</sup>
T <sub>2</sub>	500 x Novogen Brown	4006.00 <sup>f</sup>	8512.67 <sup>d</sup>	515.00 <sup>ef</sup>
T <sub>3</sub>	1000 x Novogen Brown	7852.67 <sup>d</sup>	10386.67 <sup>cd</sup>	619.00 <sup>ef</sup>
T <sub>4</sub>	1500 x Novogen Brown	9344.00 <sup>c</sup>	10558.00 <sup>cd</sup>	931.67 <sup>e</sup>
T <sub>5</sub>	2000 x Novogen Brown	12306.67 <sup>a</sup>	15113.67 <sup>a</sup>	1807.00 <sup>c</sup>
T <sub>6</sub>	0 x Criolla Mejorada	2357.67 <sup>g</sup>	6037.00 <sup>e</sup>	615.67 <sup>ef</sup>
T <sub>7</sub>	500 x Criolla Mejorada	4779.67 <sup>f</sup>	9642.00 <sup>d</sup>	1389.67 <sup>d</sup>
T <sub>8</sub>	1000 x Criolla Mejorada	6595.00 <sup>e</sup>	11920.00 <sup>bc</sup>	2494.00 <sup>b</sup>
T <sub>9</sub>	1500 x Criolla Mejorada	7966.00 <sup>d</sup>	13415.00 <sup>ab</sup>	2693.67 <sup>b</sup>
T <sub>10</sub>	2000 x Criolla Mejorada	11211.00 <sup>b</sup>	15345.00 <sup>a</sup>	3536.67 <sup>a</sup>
Efecto de dieta	0	2381.17 <sup>e</sup>	5628.33 <sup>d</sup>	412.83 <sup>d</sup>
	500	4392.83 <sup>d</sup>	9077.33 <sup>c</sup>	952.33 <sup>c</sup>
	1000	7223.83 <sup>c</sup>	11153.33 <sup>b</sup>	1556.50 <sup>b</sup>
	1500	8655.00 <sup>b</sup>	11986.50 <sup>b</sup>	1812.67 <sup>b</sup>
	2000	11758.83 <sup>a</sup>	15229.33 <sup>a</sup>	2671.83 <sup>a</sup>
Efecto de línea genética	Novogen Brown	7182.80 <sup>a</sup>	9958.13 <sup>b</sup>	816.53 <sup>b</sup>
	Criolla Mejorada	6581.87 <sup>b</sup>	11271.80 <sup>a</sup>	2145.93 <sup>a</sup>
p-valor				
Efecto dieta x línea genética		0.0218	0.3528	0.0001
Efecto de dieta		<0.0001	<0.0001	<0.0001
Efecto de línea genética		0.0123	0.0042	<0.0001

Letras como superíndices diferentes en la misma columna son significativamente diferentes para la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ )