



---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC  
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS EN  
GALLINAS DE POSTURA LOHMANN BROWN,  
ALIMENTADAS CON TRES ALIMENTOS  
COMERCIALES, TEMASCALTEPEC, MÉXICO.**

**TESIS**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERA AGRÓNOMA ZOOTECNISTA

PRESENTA

LUZ CLARITA GARCÍA OSORIO

ASESOR

Dr. en CARN. HÉCTOR HUGO VELÁZQUEZ VILLALVA

CO-ASESOR

Dr. en CARN. JOSÉ FERNANDO VÁZQUEZ ARMIJO

TEMASCALTEPEC. MÉXICO. DICIEMBRE 2021.

## CONTENIDO

CONTENIDO .....	ii
ÍNDICE DE CUADROS .....	viii
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	xiii
RESUMEN .....	xiv
i. INTRODUCCIÓN .....	1
ii. JUSTIFICACIÓN .....	2
2.1 Pregunta de investigación .....	3
iii. OBJETIVOS .....	4
3.1 Objetivo general.....	4
3.2 Objetivos específicos.....	4
iv. HIPÓTESIS .....	5
v. Marco TEÓRICO.....	6
5.1 Contexto mundial.....	6
5.1.1 Producción.....	6
5.1.2. Consumo .....	6
5.2 Contexto nacional.....	7
5.2.1 Producción.....	7
5.2.2 Consumo .....	9
5.3 Sistemas de producción.....	10
5.3.1. Sistema intensivo (confinamiento) .....	10
5.3.2 Sistema semi-intensivo (corral).....	11
5.3.3 Sistema extensivo o tradicional (pastoreo) .....	12
5.4 Características de las aves de postura .....	13
5.5 Líneas de aves de postura.....	14
5.6 Clasificación de las aves de postura.....	15

5.6.1 Línea liviana o ligera .....	15
5.6.2 Línea semipesadas .....	15
5.7 Principales líneas comerciales de gallinas productoras de huevo .....	16
5.7.1 Líneas que producen huevo blanco .....	16
5.7.1.1 Babcock White.....	16
5.7.1.2 Lohmann White .....	17
5.7.1.3 Hy-Line W-36.....	18
5.7.1.4 Hisex White .....	19
5.7.1.5 Isa White .....	20
5.7.2 Líneas que producen huevo marrón .....	21
5.7.2.1 Babcock B380 (Brown).....	21
5.7.2.2 Lohmann Brown.....	23
5.7.2.3 Dekalb Brown .....	24
5.7.2.4 Hyline 717 (Brown).....	25
5.7.2.5 Hubbard Golden Comet.....	25
5.7.2.6 Isa Brown .....	27
5.8 Aves de postura Lohmann Brown.....	28
5.8.1 Características .....	28
5.8.2 Ciclo productivo .....	30
5.8.2.1 Etapa de cría.....	30
5.8.2.2 Etapa de levante .....	30
5.8.2.3 Etapa de postura.....	32
5.9 Manejo de las aves de postura en piso .....	32
5.9.1 Nave de alojamiento .....	33
5.9.1.1 Aislamiento en la nave de crianza .....	33
5.9.1.2 Sistema todo dentro todo fuera .....	33

5.9.1.3	Densidad del lote .....	34
5.9.2	Equipamiento .....	34
5.9.2.1	Cama.....	34
5.9.2.2	Nidos.....	34
5.9.2.3	Bebederos.....	35
5.9.2.4	Comederos.....	36
5.10	Requerimientos específicos de las gallinas ponedoras Lohmann Brown 37	
5.11	Aparato digestivo .....	40
5.11.1	Pico.....	40
5.11.2	Esófago.....	41
5.11.3	Buche .....	41
5.11.4	Proventrículo .....	42
5.11.6	Intestino delgado .....	42
5.11.6.1	Duodeno.....	43
5.11.6.2	Yeyuno e íleon.....	43
5.11.7.1	Ciegos.....	43
5.11.7.2	Colon.....	43
5.11.7.3	Cloaca.....	44
5.12	Aparato reproductor de las gallinas de postura .....	44
5.12.1	Ovario.....	44
5.12.2	Oviducto .....	45
5.12.2.1	Infundíbulo.....	45
5.12.2.2	Magnum.....	45
5.12.2.3	Istmo.....	45
5.12.2.4	Útero.....	46

5.12.2.5	Vagina.....	46
5.13	Proceso de la formación del huevo .....	47
5.14	Incubación.....	49
5.14.1	Ovoscopia.....	49
5.14.2	Tipo de incubadoras .....	50
5.15	Trabajos relacionados con la investigación .....	51
vi.	mATERIAL Y METODO .....	53
6.1	Sitio experimental .....	53
6.2	Preparación de las instalaciones .....	53
6.3	Recepción de las aves de postura Lohmann Brown.....	55
6.4	Recepción de las gallinas en los corrales .....	56
6.5	Distribución de las gallinas .....	58
6.6	Alimentación.....	59
6.7	Suministro de agua.....	61
6.8	Recolección y medición de huevo .....	61
6.9	Fotoperiodo.....	62
6.10	Incubación.....	62
6.10	Fertilidad .....	65
6.11	Huevos eclosionados y peso del pollo .....	66
6.12	Variables de respuesta .....	67
6.12.1	Variables productivas.....	67
6.12.1.1	Consumo de alimento.....	67
6.12.1.2	Conversión alimenticia.....	68
6.13.1.3	Ganancia de peso .....	68
6.13.1.4	Peso del huevo.....	69
6.13.1.5	Alto del huevo .....	69

6.13.1.6 Ancho del huevo.....	69
6.13.1.7 Masa de huevo.....	69
6.13.1.8 Número de huevos fértiles.....	70
6.13.1.9 Número huevos edosionados.....	70
6.13.1.10 Peso del pollo a la eclosión.....	70
6.14 Análisis de resultados.....	71
6.15 Modelo estadístico.....	71
vii. RESULTADOS.....	73
7.1 Variables productivas.....	73
7.1.1 Consumo de alimento.....	73
7.1.2 Conversión alimenticia.....	74
7.1.3 Ganancia de peso.....	74
7.1.4 Peso de la gallina.....	75
7.1.5 Peso del huevo.....	76
7.1.6 Ancho de huevo.....	77
7.1.7 Alto del huevo.....	77
7.1.8 Masa de huevo.....	78
7.2 Variables reproductivas.....	79
7.2.1 Número de huevos fértiles.....	79
viii. DISCUSIÓN.....	81
ix. Conclusión.....	82
x. Recomendaciones.....	83
xi. Referencias.....	84
xii. Anexos.....	92
12.1 Variables productivas.....	92
12.1.1 Consumo de alimento.....	92
12.1.2 Conversión alimenticia.....	93

12.1.3 Ganancia de peso .....	94
12.1.4 Peso de la gallina .....	95
12.1.5 Peso del huevo .....	96
12.1.6 Ancho de huevo .....	98
12.1.7 Alto de huevo .....	99
12.1.8 Masa de huevo .....	100
12.2 Variables reproductivas .....	101
12.2.1 Numero de huevos fértiles.....	101
12.2.3 Número de huevos eclosionados.....	102
12.2.3 Peso del pollo a la eclosión.....	104

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Volumen de producción de las principales entidades productoras de huevo volumen .....	8
Cuadro 2 Características en la producción de huevo de las Gallinas Lohmann Brown. ....	28
Cuadro 3. Características del huevo de las Gallinas Lohmann Brown. ....	29
Cuadro 4. Características del consumo de alimento de las Gallinas Lohmann Brown. ....	29
Cuadro 5. Características del peso corporal y viabilidad de las Gallinas Lohmann Brown. ....	29
Cuadro 6. Desarrollo del peso corporal de gallinas Lohmann Brown en recría. ....	31
Cuadro 7. Requerimientos de equipamiento para el periodo de producción de las Lohmann Brown. ....	36
Cuadro 8. Niveles recomendados para ponedoras Lohmann Brown. Fase 1 por kg de alimento para diferentes consumos diarios semana 19-45. ....	37
Cuadro 9. Niveles recomendados para ponedoras Lohmann Brown. Fase 2 por kg de alimento para diferentes consumos diarios semana 46-65. ....	38
Cuadro 10. Niveles recomendados para ponedoras Lohmann Brown. Fase 3 por kg de alimento para diferentes consumos diarios después de la semana 65. ....	39
Cuadro 11. Análisis bromatológico del alimento de postura Unión Tepexpan .....	59
Cuadro 12. Análisis bromatológico del alimento de postura Campi huevo .....	60
Cuadro 13. Análisis bromatológico del alimento de postura Api Aba .....	60
Cuadro 14. Comparación de medias de consumo de alimento .....	73
Cuadro 15. Comparación de medias de conversión alimenticia .....	74
Cuadro 16. Comparación de medias de ganancias de peso .....	75
Cuadro 17. Comparación de medias para peso de la gallina .....	76
Cuadro 18. Comparación de medias de peso del huevo .....	77
Cuadro 19. Comparación de medias para ancho del huevo .....	77
Cuadro 20. Comparación de medias para alto del huevo .....	78
Cuadro 21. Comparación de medias para masa de huevo .....	78

Cuadro 22. Comparación de medias para número de huevos fértiles .....	79
Cuadro 23. Comparación de medias para número de huevos eclosionados .....	79
Cuadro 24. Comparación de medias para peso del pollo a la eclosión .....	80
Cuadro 25. Análisis de varianza (ANOVA) de consumo de alimento .....	92
Cuadro 26. Comparación de medias para tratamientos .....	92
Cuadro 27. Comparación de medias para periodos.....	92
Cuadro 28. Comparación de medias para corrales.....	93
Cuadro 29. Análisis de varianza (ANOVA) de conversión alimenticia.....	93
Cuadro 30. Comparación de medias para tratamientos .....	93
Cuadro 31. Comparación de medias para periodos.....	94
Cuadro 32. Comparación de medias para corrales .....	94
Cuadro 33. Análisis de varianza (ANOVA) de ganancia de peso .....	94
Cuadro 34. Comparación de medias para tratamientos .....	95
Cuadro 35. Comparación de medias para periodos.....	95
Cuadro 36. Comparación de medias para corrales .....	95
Cuadro 37. Análisis de varianza (ANOVA) de peso de la gallina .....	95
Cuadro 38. Comparación de medias para tratamientos .....	96
Cuadro 39. Comparación de medias para periodos.....	96
Cuadro 40. Comparación de medias para corrales .....	96
Cuadro 41. Análisis de varianza (ANOVA) de peso del huevo .....	96
Cuadro 42. Comparación de medias para tratamientos .....	97
Cuadro 43. Comparación de medias para periodos.....	97
Cuadro 44. Comparación de medias para corrales .....	97
Cuadro 45. Análisis de varianza (ANOVA) para ancho de huevo .....	98
Cuadro 46. Comparación de medias para tratamientos .....	98
Cuadro 47. Comparación de medias para periodos.....	98
Cuadro 48. Comparación de medias para corrales .....	99
Cuadro 49. Análisis de varianza (ANOVA) para alto de huevo.....	99
Cuadro 50. Comparación de medias para tratamientos .....	99
Cuadro 51. Comparación de medias para periodos.....	100
Cuadro 52. Comparación de medias para corrales .....	100

Cuadro 53. Análisis de varianza (ANOVA) para masa de huevo .....	100
Cuadro 54. Comparación de medias para tratamientos .....	101
Cuadro 55. Comparación de medias para periodos.....	101
Cuadro 56. Comparación de medias para corrales .....	101
Cuadro 57. Análisis de varianza (ANOVA) para número de huevos fértiles .....	101
Cuadro 58. Comparación de medias para tratamientos .....	102
Cuadro 59. Comparación de medias para periodos.....	102
Cuadro 60. Comparación de medias para corrales.....	102
Cuadro 61. Análisis de varianza (ANOVA) para número de huevos eclosionados.....	102
Cuadro 62. Comparación de medias para tratamientos .....	103
Cuadro 63. Comparación de medias para periodos.....	103
Cuadro 64. Comparación de medias para corrales .....	103
Cuadro 65. Análisis de varianza (ANOVA) para peso del pollo a la eclosión.....	104
Cuadro 66. Comparación de medias para tratamientos .....	104
Cuadro 67. Comparación de medias para periodos.....	104
Cuadro 68. Comparación de medias para corrales .....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Línea de ave de postura Babcock White.....	17
Figura 2. Línea de ave de postura Lohmann White .....	18
Figura 3. Línea de ave de postura Hy-Line W-36.....	19
Figura 4. Línea de ave de postura Hisex White .....	20
Figura 5. Línea de ave de postura Isa White.....	21
Figura 6. Línea de ave de postura Babcock Brown .....	22
Figura 7. Línea de ave de postura Lohmann Brown .....	23
Figura 8. Línea de ave de postura Dekalb Brown .....	24
Figura 9. Línea de ave de postura Hy-line Brown .....	25
Figura 10. Línea de ave de postura Hubbard Golden Comet.....	26
Figura 11. Línea de ave de postura Isa Brown .....	27
Figura 12. Bebedero tipo campana.....	35
Figura 13. Comedero de tolva Turbomax naranja .....	36
Figura 14. Aparato digestivo de las aves de postura .....	40
Figura 15. Esquema del aparato reproductor de las aves de postura .....	46
Figura 16. Esquema de la formación del huevo.....	47
Figura 17. Incubadora industrial de tipo vertical .....	50
Figura 18. Incubadora horizontal.....	51
Figura 19. Área avícola de la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec .....	53
Figura 20. Corrales elaborados para los tratamientos con bebedero y comedero .	54
Figura 21. Comederos y bebederos utilizados para cada corral.....	54
Figura 22. Elaboración de la cama de los corrales .....	55
Figura 23. Recepción de las aves Lohmann Brown.....	56
Figura 24. Identificación por corral .....	57
Figura 25. Identificación de la gallina total y por corral.....	57
Figura 26. Asignación de las gallinas por corral .....	58
Figura 27. Distribución de las gallinas por corral .....	58
Figura 28. Suministro del alimento en cada corral .....	60

Figura 29. Alimentación de los bebederos automáticos.....	61
Figura 30. Recolección de huevo en cada corral .....	62
Figura 31. Incubadora con nacedora para 90 huevos .....	63
Figura 32. Esquema de distribución de huevo en la incubadora .....	64
Figura 33. Distribución del huevo para incubación.....	64
Figura 34. Incubación de los tratamientos .....	65

## ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Producción de huevo en México de 2007-2019 .....	7
Gráfica 2. Volumen de la producción nacional 2010-2019. ....	8

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar los parámetros productivos y reproductivos en gallinas de postura de la línea Lohmann Brown, alimentados con 3 alimentos comerciales en Temascaltepec México. El cual se llevó a cabo en la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, se evaluaron 3 tratamientos (alimentos comerciales), durante 3 periodos, cada periodo duro 5 semanas (1 semana de adaptación y 4 de toma de datos), para ello se utilizaron 48 aves, 45 hembras y 3 machos distribuidas en 3 corrales (15 hembras - 1 macho) para cada uno. Las variables evaluadas fueron para parámetros productivos: consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia de peso, peso de la gallina, masa de huevo, peso ancho y alto de huevo. Para parámetros reproductivos: número de huevos fértiles, número de huevos eclosionados y peso del pollo a la eclosión. El análisis de los resultados se realizó con el paquete estadístico SAS versión 9.0 (The SAS System 9.0 For Windows) con un modelo estadístico de cuadro latino  $3 \times 3$ , para los resultados que mostraron diferencias estadísticas significativas se compararon las medias con la prueba de Tukey ( $P < .05$ ). Se encontró evidencia que indica que el tratamiento A mostro ser eficiente para las variables productivas como: un menor consumo de alimento 108 g, una menor conversión alimenticia de 2.600 kg, una mayor ganancia de peso 15.333 kg al igual que un mayor peso del huevo 55.000 g comparado con el tratamiento B y C, en el periodo 1 las variables que destacan, son mayor ganancia de peso 19.667 kg y mayor masa de huevo 21.729 kg. En el corral 3 la variable que destaco fue la de mayor peso del huevo 55.333. Para variables reproductivas no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Los parámetros productivos en gallinas de postura Lohmann Brown, fueron mejores para el tratamiento A.

Palabras claves: Gallina de postura, parámetros productivos, parámetros reproductivos, alimentos comerciales.

## I. INTRODUCCIÓN

La avicultura es una actividad agropecuaria ha cobrado gran importancia en el país durante los últimos años como una parte fundamental de la economía y de las actividades primarias en el campo mexicano. En consecuencia ha presentado esta actividad un dinamismo en los últimos 25 años lo que ha permitido que México se ubique como el quinto lugar en la producción de huevo a nivel mundial (FIRA, 2020).

Por lo que la cría de aves de postura, constituye una de las actividades más importantes en el quehacer cotidiano de las familias de los pequeños y medianos productores en todo el país. Mediante esta actividad se obtienen una significativa fuente de alimentos e ingresos monetarios, a través del consumo y/o venta del producto final que es el huevo producido. En las gallinas de postura los parámetros productivos y reproductivos tienen una importancia crucial así como en las demás explotación pecuaria ya que sin ellos es difícil llegar a tomar decisiones por lo que ningún sistema de producción sería eficiente (Ortiz y Galeano, 2020).

De igual forma la nutrición y alimentación son factores que contribuyen a la mejora de dichos parámetros productivos y reproductivos y el éxito económico de las explotaciones de gallinas ponedoras requiere una curva de producción óptima, con una persistencia alta a lo largo de todo el periodo de puesta y un realce de puesta máxima, acorde con la genética del ave. Es generalmente aceptado que un pico de producción elevado está positivamente relacionado con un aumento en la masa de huevo por ave alojada (Pérez, 2013).

El objetivo de esta investigación es el evaluar el comportamiento productivo y reproductivo de la gallina de las líneas Lohmann Brown, alimentadas con tres alimentos comerciales en Temascaltepec, México.

## II. JUSTIFICACIÓN

En la producción pecuaria la avicultura representa 63 % del valor de la producción; la producción de pollo aporta 34.6 %, la de huevo 27.9 % y 0.10 % la de pavo. El huevo juega un papel importante en la dieta, tanto por su costo accesible a la mayor parte de la población como por su alto valor nutricional y versatilidad de preparación (Romero, 2020).

Los indicadores anteriores determinan que las estadísticas de la producción mexicana de huevo cifrará un total de 3.1 millones de toneladas, lo que de acuerdo con las estimaciones del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), indicaría un crecimiento de 2.4 % sobre 2020., mientras que el consumo haría lo propio en 3.3 %, ubicándose en los 24.4 kg de consumo per cápita, manteniéndose así como el principal país en este indicador a nivel global.

Por lo tanto México es autosuficiente en este alimento, las importaciones de 2021 ascenderían hasta las 94,650 toneladas, lo que significaría un alza aproximada de 1% sobre lo registrado durante el transcurso de 2020. Así el aporte de proteína por el sector pecuario, la carne de pollo tiene una participación del 39 %, seguido del huevo con 17 %, es decir, 56 % entre los dos alimentos de ahí su importancia para ser estudiado (Avicultura, 2021).

Así pues el huevo es un alimento de origen animal con grandes propiedades nutricionales y culinarias. Se caracteriza por su alta densidad nutritiva, una excelente relación calidad-precio y ser un ingrediente habitual en la alimentación humana. El huevo forma parte del sistema de reproducción del ave y contiene todos los compuestos, nutrientes y no, necesarios para el desarrollo del embrión.

Entonces la composición nutricional del huevo puede variar debido a distintos factores como la alimentación, la genética y la edad de las gallinas. Desde el punto de vista de la alimentación de estas aves, únicamente se han descrito cambios

nutricionales en el huevo en los lípidos (ácidos grasos omega-3 y ácido linólico conjugado), las vitaminas liposolubles (E) y algunos minerales (yodo, cromo y selenio), lo que permite la producción de huevos enriquecidos en diferentes componentes de interés nutricional y/o funcional (Gil *et al.*, 2016).

Por lo anterior y resaltando la importancia que representa esta parte del sector pecuario como lo es la avicultura y dentro de ella la producción de huevo es mejorar los parámetros productivos y reproductivos de las gallinas de postura principalmente la línea Lohmann Brown, para esto se pretende conocer que alimentos comerciales presentes en el mercado, son los que proporcionan altos parámetros.

Finalmente la presente investigación tiene importancia debido a que no se encuentran información que evalúe los parámetros productivos y reproductivos de las gallinas de postura Lohmann Brown alimentadas con alimento comercial en sistema intensivo. Por lo tanto la pregunta de investigación es:

## 2.1 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los parámetros productivos y reproductivos en gallinas de postura Lohmann Brown, alimentadas con tres alimentos comerciales en Temascaltepec, México?

### III. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

Evaluar los parámetros productivos y reproductivos en gallinas de postura de la línea Lohmann Brown, alimentados con tres alimentos comerciales, Temascaltepec, México.

#### 3.2 Objetivos específicos

Evaluar consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, peso de la gallina, peso ancho y alto de huevo, masa de huevo de gallinas línea Lohmann Brown alimentadas con tres alimentos comerciales

Evaluar el número de huevo fértiles, huevo eclosionado y peso del pollo a la eclosión de gallinas línea Lohmann Brown alimentadas con tres alimentos comerciales.

#### IV. HIPÓTESIS

Los parámetros productivos y reproductivos en gallinas de postura Lohmann Brown, alimentadas con tres alimentos comerciales serán diferentes.

## V. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Contexto mundial

#### 5.1.1 Producción

Los datos más recientes de la FAO ubican la producción mundial de huevo de gallina durante 2019 en 80.1 millones de toneladas. Así, en las décadas más recientes la producción mundial de este producto avícola mantiene una marcada tendencia alcista. El incremento con respecto a la producción de 2018 fue de 4.1 %. Los tres principales productores de huevo a nivel mundial son China, Estados Unidos e India, con una participación combinada de más del 56.0 % de la producción mundial. Las variaciones anuales durante 2019 para los principales productores de huevo fueron de 5.8 % en China, 2.9 % en Estados Unidos y 10.3 % en India (FIRA, 2020).

Por otra parte la Comisión Internacional del Huevo, en los años más recientes los centros de producción se han desplazado de Europa y Norteamérica hacia Latinoamérica y Asia. De la misma manera, el crecimiento en la producción global se ha visto impulsado por la creciente participación de los países menos desarrollados, en donde las tasas de crecimiento superan por mucho el desempeño promedio mundial. Para los próximos años, se espera que la producción sea impulsada por el buen desempeño del grupo de países recientemente industrializados, dentro de los cuales se encuentran México, China, Brasil y otros (FIRA, 2020).

#### 5.1.2. Consumo

De acuerdo con la Unión Nacional de Avicultores, México es el principal consumidor de huevo per cápita a nivel mundial, con alrededor de 23.0 kg al año (FIRA, 2020). Por lo que es necesario resaltar que el periodo de 2008 a 2019 se registró un

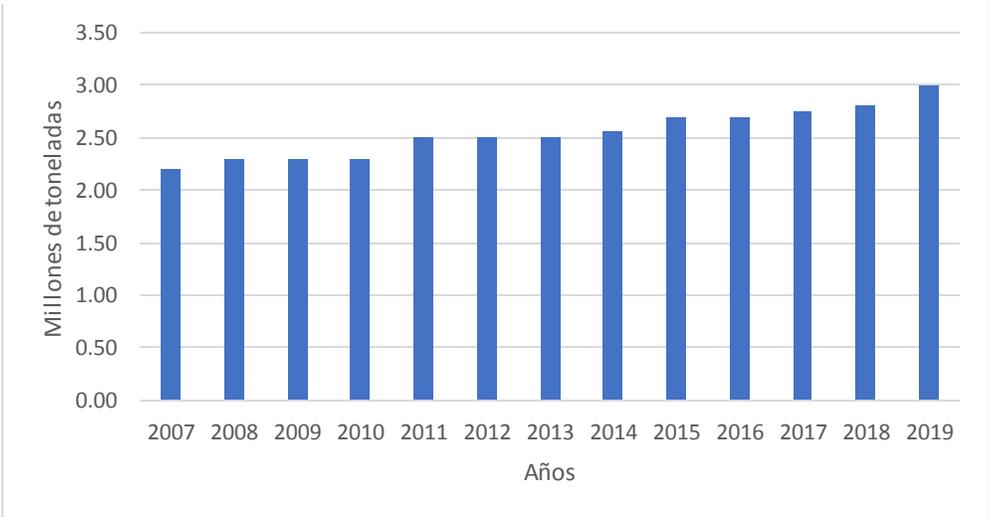
crecimiento de 21 % con una tasa de crecimiento media anual de 1.97 %. Por otra parte en segundo lugar, se encuentra Rusia con 18.44 kg , en tercer lugar, Colombia con 18.31 kg , Argentina en el cuarto lugar con 16.94 kg. y por último Nueva Zelanda con 14.69 kg (UNA, 2020).

## 5.2 Contexto nacional

### 5.2.1 Producción

La producción nacional de huevo ha ido al alza desde 2013, en 2019, la producción se estimó en 2.93 millones de toneladas. Las cifras preliminares revelan que la producción durante 2018 fue de 2.87 millones de toneladas, es decir, un incremento anual de 2.1 %(FIRA, 2020).

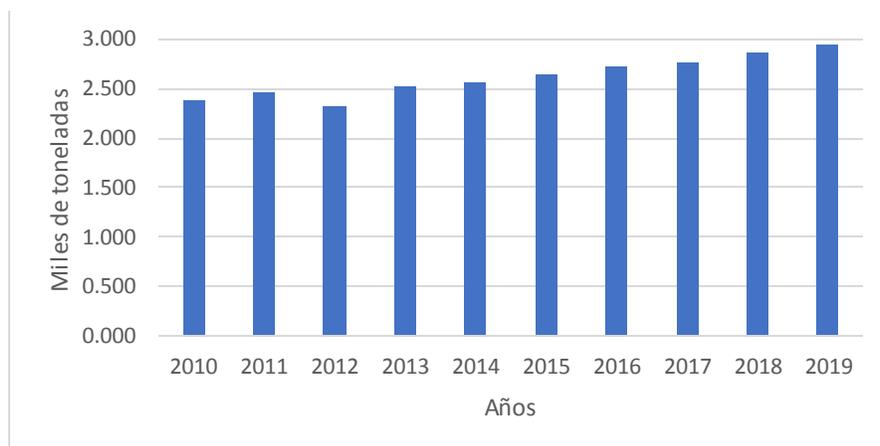
Gráfica 1. Producción de huevo en México de 2007-2019



fuelle: (FIRA, 2020)

A partir de esto la producción de huevos se concentra en Jalisco que es el mayor productor , que produce el 54 % del total de huevos en México, Puebla 13 %, Sonora 8 %, La Comarca Lagunera 5 % y Yucatán 5 % los cuales son los otros principales productores de huevo (USDA, 2019).

Gráfica 2. Volumen de la producción nacional 2010-2019.



fuelle:(SIAP, 2020)

Cuadro 1. Volumen de producción de las principales entidades productoras de huevo volumen

Número	Entidad federativa	Región	Volumen (toneladas)	Variación (%) 2018-2019
1	Jalisco	Centro-occidente	1,609,445	3.9
2	Puebla	centro	483,379	-1.5
3	Sonora	Noroeste	144,245	2.1
4	San Luis potosí	Centro-occidente	105,268	15.9
5	Yucatán	Sur-sureste	93,803	5.3
6	Nuevo león	Noreste	87,064	0.2
7	Guanajuato	Centro-occidente	72,150	-8.7
8	Durango	Noreste	65,855	4.5
9	Sinaloa	Noroeste	64,490	-0.2
10	Coahuila	Noreste	49,041	8.5
11	Resto		175,042	14
Total			2,949,782	

fuelle: (SIAP, 2020)

### 5.2.2 Consumo

México se destaca como el principal consumidor de huevo per cápita, dentro de los factores que impulsan el consumo de huevo en nuestro país se encuentran la tradición de utilizar este producto como desayuno y el precio relativamente bajo en comparación con otras fuentes de proteína animal, es por esta razón que un mexicano consume 345 huevos al año, lo que equivale a más de 26 kg y convierte a México el país donde más se consume este producto (UNA, 2019).

### 5.2.3 Importaciones y exportaciones

Las importaciones de huevos y productos de huevo se han mantenido estables en 2019, ya que las importaciones han continuado disminuyó desde 2016. Los huevos importados representan solo un pequeño porcentaje de los huevos consumidos en México y se utilizan principalmente para procesamiento en la panadería, repostería y otros sectores de valor agregado. Hay también la demanda por parte de los avicultores de huevos con fines genéticos.

Dentro de este marco Estados Unidos sigue siendo el principal proveedor de huevos de México, aunque la participación de mercado de Brasil ha sido creciente. En 2018, Brasil capturó casi el 7 % del mercado de importación de huevos con exportaciones de huevos para incuba, duplicando su cuota de mercado con respecto al año anterior.

Por otro lado las exportaciones se mantienen estables nuevamente en 2019, ya que las exportaciones disminuyeron en 2018 y Japón continuó siendo el principal destino de los productos de huevo mexicanos, aunque las exportaciones allí disminuyeron en un 40 % del año anterior (USDA, 2019).

### 5.3 Sistemas de producción

Los sistemas productivos donde se alojan las aves pueden ser, el primer tipo se denomina producción intensiva, donde las aves permanecen alojadas en jaulas y están cubiertas todo el tiempo. El segundo tipo se denomina producción semi-intensiva, donde los animales cuentan con un área al aire libre y otra con cubierta. El tercer tipo se denomina producción extensiva o sistema de pastoreo. Este sistema se refiere al ambiente al aire libre donde las aves pasan parte de su tiempo (Cuellar, 2021).

#### 5.3.1. Sistema intensivo (confinamiento)

Gómez (2015) describe este sistema como el aprovechamiento al máximo del espacio disponible, dado por una mayor densidad de animales por metro cuadrado es el objetivo principal de este sistema, lo que se reflejará en un manejo más eficiente y por ende en una mayor producción.

En resumen comenta que: abrigo, protección y cuidado significan una alta producción con bajas pérdidas por depredadores y enfermedades donde el sistema intensivo comprende: piso y jaula, describiendo lo siguiente:

#### Ventajas

- Mayor producción.
- Mejor aprovechamiento del alimento.
- Mayor y mejor control de todo tipo de enfermedades.
- Mayor número de animales por m<sup>2</sup>.
- Más facilidad y eficiencia en el manejo.
- Más seguridad para animales contra depredadores y ladrones
- Permite al productor observar más de cerca las aves, pudiendo detectar a tiempo cualquier irregularidad.

## Desventajas

- Requiere mayor inversión de capital por parte del productor, para proveer alimento, agua, alojamiento, luz y ventilación.
- La acumulación de la gallinaza en el área donde las aves están confinadas se constituye en un reto para la salud de éstas, pues generalmente es portadora de gérmenes infecciosos y parásitos.
- Requiere un mercado asegurado. Necesita buena capacitación para su administración y manejo.

### 5.3.2 Sistema semi-intensivo (corral).

Este sistema se caracteriza porque el productor define una extensión determinada de terreno para las aves e interviene en el acondicionamiento del ambiente y de las instalaciones. El cerco o corral que determina el terreno asignado puede ser construido en malla, guadua, madera redonda u otro material que exista en la región y que garantice el objetivo. Durante el día las aves caminan por el cercado y en la noche se les encierra en el gallinero situado dentro del corral. Los comederos y bebederos pueden estar ubicados bien sea dentro del corral o bien dentro del gallinero. Se recomienda dividir el cercado en 2 partes para que las aves estén limitadas a una mitad de terreno asignado, mientras que la otra mitad descansa. Esto ayuda a que se evite el exceso de pisoteo y por ende el deterioro del suelo. La densidad de población recomendada es 1 m<sup>2</sup> /ave. Por consiguiente (Gómez, 2015) menciona las siguientes ventajas y desventajas.

## Ventajas

- Es adecuado para la producción de huevo a escala comercial (nivel doméstico). Su manejo es fácil para la familia campesina.
- No requiere equipo costoso y puede ser construido con materiales de la región. Brinda seguridad a las aves y huevos contra depredadores.

- No exige altas inversiones económicas.
- A través del pastoreo, el ave ayuda a su sostenimiento.

#### Desventajas

- Incidencia de enfermedades parasitarias.
- Exige demasiada área.
- No permite especializar la producción.

#### 5.3.3 Sistema extensivo o tradicional (pastoreo)

El terreno a disposición de las aves es muy amplio y la inversión económica es casi nula. Según (Gómez, 2015) las aves cuidan casi totalmente de sí mismas, vagando en inmediaciones de la casa del dueño o en busca de alimento. Encuentran abrigo cerca de la casa o en alguna rudimentaria estructura que se haga para ellas; hacen sus propios nidos en arbustos o malezas, en los que ponen los huevos. El dueño o solo les arroja alguna que otra vez desechos de cocina o puñados de grano. Aunque la muy reducida cantidad de trabajo y gastos implicados sería, al parecer, una ventaja, este método de crianza produce aves y huevos de baja calidad; las aves son pequeñas y huesudas y los huevos pequeños, los que hay veces quedan ocultos donde el productor no los encuentra. No se puede dejar de mencionar la alta incidencia de enfermedades infecciosas en este sistema de explotación. Este sistema tiene limitantes pero es uno de los más utilizados por ello sus ventajas y desventajas son:

#### Ventajas

- El aporte económico es menor, es decir, la inversión es baja.
- Requiere muy poca mano de obra.
- En época de pastos abundantes estos son aprovechados por las aves.
- El estiércol fertiliza el suelo.

- Las aves aprovechan como alimento los gusanos, lombrices, larvas, grillos, etc.

#### Desventajas

- Su puesta en práctica exige disponibilidad de abundantes tierras.
- Bajo ninguna circunstancia es adecuado para la producción comercial.
- El objetivo principal (huevo) en demasiadas ocasiones se pierde, debido a la dificultad para su recolección.
- Las aves son presa fácil de los predadores.
- Hay excesiva incidencia de todo tipo de enfermedades

#### 5.4 Características de las aves de postura

Las gallinas ponedoras tienen la capacidad genética para producir un gran número de huevos, con un tamaño promedio y pueden lograr buen peso del huevo tempranamente en el período de postura. Para aprovechar este potencial, la ponedora ideal, al comienzo de la postura debe ser:

- Uniforme con los pesos corporales conforme con los recomendados.
- Deben tener un esqueleto fuerte con buen desarrollo óseo y muscular.
- No deben tener exceso de grasa.
- La madurez sexual a la edad correcta, con el tamaño y condición corporal deseados.
- Las gallinas deben ser delgadas y musculosas a las 18 semanas de edad.

Esto nos dará como resultado un alto pico de producción y buena persistencia, además de disminuir los problemas en la nave de postura (Agronegocios, 2016).

## 5.5 Líneas de aves de postura

Las aves de postura, al igual que en los pollos de engorda, se comercializan en líneas genéticas híbridas con el nombre de la empresa que las produce. Para el caso de las gallinas de postura de huevo blanco, las líneas fueron creadas por la cruce de aves seleccionadas de la raza Leghorn. Se usó sólo esta raza ya que no hay otra que cumpla mejor con las condiciones necesarias para ser una excelente ponedora, es decir por cruzamientos dentro de una misma raza. (Producción animal, 2016)

Por otro lado las líneas de postura de huevos de color introdujeron genes de otras razas como la Rhode Island Red o la New Hampshire, las que poseen menor producción, pero con algunas ventajas como producción promedio de huevos más grandes, mayor peso de aves de desecho y muchas veces preferidos por el consumidor por pensar que se trata de huevos de campo, aunque el valor nutritivo de ambos tipos de huevos es similar (Producción animal, 2016).

Así que las características más buscadas en las líneas de ponedoras son las siguientes:

- Alta tasa de postura.
- Alta conversión de alimento a huevos.
- Aves pequeñas.
- Baja incidencia de cloquez.
- Huevos de buen tamaño.
- Baja incidencia de enfermedades (Producción animal, 2016).

## 5.6 Clasificación de las aves de postura

### 5.6.1 Línea liviana o ligera

Las principales aves de postura productoras de huevos blancos son gallinas Leghorn, normalmente de raza pura, cruzamiento de estirpes de la raza Leghorn, aunque hay que numerar otras razas como Menorquina, andaluza, Catalana del Prat, entre otras donde tienen la misma función que las de huevo marrón, con el mismo manejo, misma vida y misma alimentación, pero sus huevos son blancos.

Vinculado a esto las aptitudes de este tipo de gallinas Leghorn Blanca es la que se usa para obtener huevos masivamente en las granjas de alta producción, en donde tienen regímenes de vida muy estrictos y concretos que favorecen un alto rendimiento del animal, haciéndole gastar la mínima energía mientras produce el máximo número de huevos (Calvo *et al.*, 2014).

### 5.6.2 Línea semipesadas

De acuerdo con Calvo *et al.*, (2014) este tipo de líneas presentan un plumaje de otros colores, productora de huevo de cáscara marrón, estas gallinas denominadas frecuentemente gallinas ponedoras, industriales son unas gallinas fruto de cruces entre las razas Rhode Island y New Hampshire y Plymouth Rock que produce un animal con un alto índice de puesta, esto es que con la mínima energía, obtiene una alta producción, de modo que es altamente rentable.

Son como cualquier otra gallina y como cualquier otro cruce entre razas, pero justo la combinación de ese padre y esa madre dan gallinas con la característica de puesta muy rentable. Al igual que las razas originales, las gallinas resultantes son de tipo semipesado, por lo que también son buenas productoras de carne. Hay línea de estas gallinas, cada una con características peculiares o especiales, aunque las más frecuentes suelen ser las rojas, a las que se suele denominar rojas, roxas, etc.,

el color del huevo que pone también es rojo, denominándose "huevo moreno" o "marrón ", y el tamaño, variable.

## 5.7 Principales líneas comerciales de gallinas productoras de huevo

### 5.7.1 Líneas que producen huevo blanco

#### 5.7.1.1 Babcock White

La Babcock White es una ponedora de huevos muy productiva y robusta. Es conocida por su adaptabilidad a diferentes climas, incluyendo el calor o el frío extremos, sin dejar de producir un alto volumen de huevos de primera calidad por gallina alojada. La Babcock White es una combinación equilibrada de alto rendimiento, calidad de huevos y excelente habitabilidad. Los huevos producidos por las gallinas ponedoras Babcock White son de gran tamaño y de buena calidad interna y externa. Gracias a su capacidad de poner un gran número de huevos en diversos entornos, la Babcock White ofrece un gran rendimiento a los productores de huevos de todo el mundo (Babcock Hendrix Genetics, 2021).

Entre las principales características de esta raza, se encuentran las siguientes:

- Es de tamaño mediano a grande.
- Son de cuerpo robusto, pesa en promedio 2.45 kg.
- Ponen en promedio 300 huevos al año.
- Ponen huevos grandes con un peso promedio de 63.8 g.
- Resistente a diferentes tipos de climas y sistemas de manejo.
- Es una raza de carácter dócil y apacible (Cría de aves, 2019).

Figura 1. Línea de ave de postura Babcock White



*Fuente:* (Babcock Hendrix Genetics, 2021)

#### 5.7.1.2 Lohmann White

(Garden, 2021) nos dice que esta raza se caracteriza por una excelente producción de huevos son 340 huevos al año. Son de gran tamaño y están cubiertos con una densa cáscara blanca. Si las condiciones son las adecuadas, las gallinas pueden poner huevos durante todo el año.

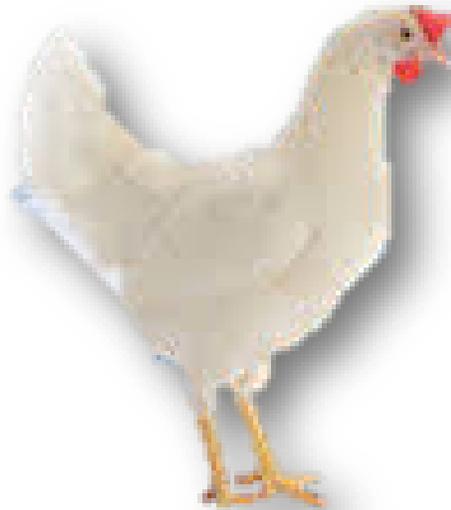
La productividad máxima de las ponedoras se produce a los 160-180 días. Después de 80 semanas, los parámetros de producción de huevos disminuyen. Por lo tanto, las aves generalmente no se mantienen más tiempo que este período. Las aves pertenecen a la dirección industrial, por lo tanto, se caracterizan por una puesta estable de huevos.

Las ventajas de la raza incluyen las siguientes:

- Alto rendimiento.
- Estabilidad de la puesta de huevos.
- Huevos grandes.
- Disposición tranquila.

- Costos mínimos de alimentación.
- Excelente vitalidad.
- Capacidad de soportar la exposición a altas y bajas temperaturas

Figura 2. Línea de ave de postura Lohmann White



*Fuente:* (Garden, 2021)

#### 5.7.1.3 Hy-Line W-36

La Hy-Line W-36 es la ponedora más eficiente del mundo con una viabilidad excelente. La Hy-Line W-36 pone docenas de huevos de la más alta calidad, con cáscaras resistentes y con un consumo alimenticio mínimo, haciendo que sea el ave con el menor costo de producción de huevos en la industria.

Con un contenido de sólidos sin igual, es el ave preferida por los clientes procesadores de huevo. La Hy-Line W-36 es fiable y genera utilidades máximas para el productor de huevo (Hy-Line, 2021).

Figura 3. Línea de ave de postura Hy-Line W-36



*Fuente: (Hy-Line, 2021)*

#### 5.7.1.4 Hisex White

Hisex White es un ave productiva y fuerte con una curva plana de peso de huevo. Es muy reconocida su alta calidad de huevo combinada con una gran eficacia alimenticia. Esta ave ha sido criada para alcanzar una gran producción y una excelente persistencia en la postura. Hisex White pone un gran número de huevos de tamaño mediano y un ciclo de postura muy extendido. Es muy adecuada para productores de huevos comerciales que buscan alta calidad interna y fuerte resistencia de la cáscara (Hisex, 2019).

Características:

- Excelente persistencia.
- Alta productividad.
- Excelente calidad de huevo.
- Impresionante eficiencia alimenticia

Figura 4. Línea de ave de postura Hisex White



*Fuente: (White, 2021)*

#### 5.7.1.5 Isa White

Isa White es conocida por su rendimiento equilibrado y producción de huevos de alta calidad. Sus huevos presentan una cáscara resistente y una excelente calidad interna. Comprobado mundialmente, esta ave es reconocida por su alta capacidad de ingestión de alimentos y su habilidad para producir en diferentes condiciones, con la buena expectativa de vida de esta gallina, calidad del huevo y producción, es una gran opción para un productor comercial de huevos (Avicultura, 2020).

Características:

- Excelente producción de huevos
- Excelente expectativa de vida en diferentes climas
- Postura de huevos grandes

Figura 5. Línea de ave de postura Isa White



*Fuente:(Avicultura, 2020)*

## 5.7.2 Líneas que producen huevo marrón

### 5.7.2.1 Babcock B380 (Brown)

La Babcock Brown es una ponedora marrón robusta y productiva, una raza equilibrada, capaz de rendir bien en diferentes climas y sistemas de manejo. Los productores comerciales de huevos eligen Babcock Brown por su desempeño robusto y productivo durante un ciclo de puesta extendido. Como resultado de su excepcional habitabilidad, combinada con la gran persistencia, la Babcock Brown es capaz de producir una gran cantidad de huevos vendibles por gallina alojada. En general, una raza legendaria (Babcock, 2020).

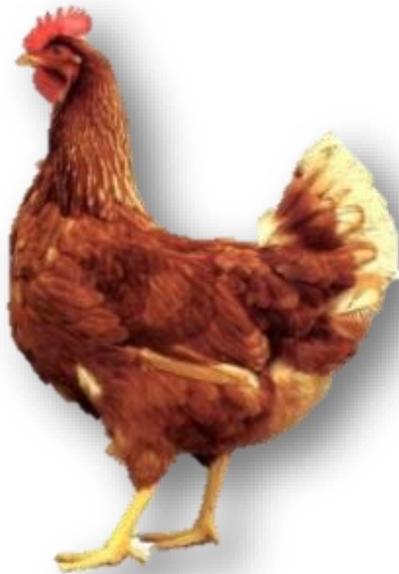
Además, también se puede mencionar algunas de sus principales características:

- Se adapta fácilmente a distintos tipos de clima.
- Son de aspecto robusto, de un tamaño mediano a grande.

- Ponen al menos 300 huevos anuales, considerándolas de las mejores gallinas ponedoras.
- Se adapta fácilmente a diferentes tipos de manejo y crianza.
- Es una raza resistente a distintas enfermedades avícolas.
- Produce huevos grandes, de aproximadamente 64 g de peso.
- Es de temperamento tranquilo.

A pesar de ser una raza comercial para la industria avícola, también resulta muy efectiva para la crianza casera, ya que sus características la vuelven fácil de criar y genera una gran cantidad de huevos marrones para autoconsumo (Cría de aves, 2019).

Figura 6. Línea de ave de postura Babcock Brown



*Fuente: (Babcock, 2020)*

### 5.7.2.2 Lohmann Brown

Es una gran ponedora de huevos, de hecho, tiene una producción que va de 320 a 325 huevos anuales. También destaca sus huevos de gran tamaño, de excelente cáscara y pigmentación, un color marrón intenso que llegan a pesar entre 64 y 72 g. El color de su plumaje es rojizo o marrón, la mayoría tiene plumas blancas alrededor del cuello y en la punta de la cola. Existen algunos ejemplares que tienen tonos más oscuros, variedades de esta raza de colores blancos, beige y negro ramos.

Por este motivo algunos granjeros utilizan a esta gallina como doble propósito, no obstante esto puede disminuir la cantidad de huevos que producirá durante un año. Si bien el desarrollo de esta raza no es tan rápido como otras gallinas híbridas, su manejo es sencillo y se adapta a cualquier tipo de crianza y de clima con facilidad (Galicia, 2020).

Figura 7. Línea de ave de postura Lohmann Brown



*Fuente:* (Galicia, 2020)

### 5.7.2.3 Dekalb Brown

La Dekalb Brown es un ave que es destaque en todo el mundo, bien equilibrada. Una campeona en postura que produce huevos de color marrón oscuro con una cáscara muy fuerte. La Dekalb Brown es una ponedora ideal para un gran número de huevos de mesa de primera calidad y de tamaño mediano. Esta ave ofrece beneficios predecibles y comprobados para los productores de huevos. Con un alto nivel de producción y una excelente persistencia de postura, la Dekalb Brown es un destaque comprobado en todo el mundo (Dekalb-poultry, 2021).

Características:

- Huevos marrones oscuros de excelente aspecto
- Calidad superior de la cáscara
- Excelente persistencia de postura y productividad

Figura 8. Línea de ave de postura Dekalb Brown



*Fuente:* (Dekalb-poultry, 2021)

#### 5.7.2.4 Hyline 717 (Brown)

La Hy-Line Brown es la ponedora de huevo marrón mejor balanceada del mundo. Produce más de 467 huevos color marrón oscuro hasta las 100 semanas, tiene buen pico de producción y comienza a poner temprano con un tamaño del huevo óptimo. Estas características combinadas con una eficiencia alimenticia sin igual, con la mejor calidad interior del huevo en el mercado y con una excelente viabilidad le dan a la Hy-Line Brown el balance perfecto, lo que significa mayores ganancias para el productor avícola (Hy-line, 2021).

Figura 9. Línea de ave de postura Hy-line Brown



*Fuente: (Hy-line, 2021)*

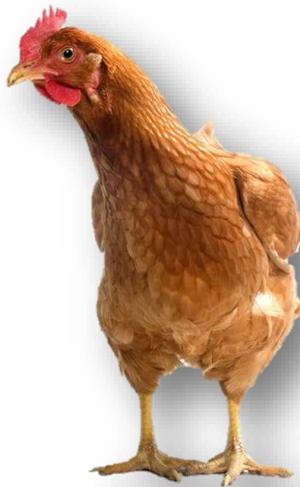
#### 5.7.2.5 Hubbard Golden Comet

El Golden Comet también conocido como cometa dorado en su traducción al español es una variedad moderna de pollos híbrido desarrollado con el único objetivo de maximizar la producción de huevos. Inicialmente fue 'pensado' para la industria comercial, pero se ha realizado con éxito la transición a pequeñas granjas y jardines en todo el mundo.

Las gallinas Golden comet son generalmente de color marrón rojizo, en algunos casos moteado con algunas plumas blancas. Tienen una cresta simple de color rojo y un pico de color amarillo / marrón y los ojos son de color amarillo. Las patas también son amarillas y el ave tiene cuatro dedos en cada pie.

El Golden comet es una excelente opción para los amantes de los huevos frescos. Esta gallina fue desarrollada al cruzar otras dos razas: la Rhode Island Red y la White Leghorn. Si recién estás comenzando, los cometas dorados serían una buena opción a medida que aprendas sobre los aspectos básicos de la crianza de aves de corral. En realidad, es una gallina bastante pequeña en comparación con otras gallinas ponedoras, con gallinas que pesan alrededor de 4 lb (Gallina ponedora, 2019).

Figura 10. Línea de ave de postura Hubbard Golden Comet



*Fuente: (Gallina ponedora, 2019)*

### 5.7.2.6 Isa Brown

La Isa Brown ha demostrado 35 años de excelente rendimiento como la mejor ponedora de color marrón en el mundo. Es conocida por sus resultados fuertes y confiables y reconocidos como una súper estrella global en rendimiento. Las pruebas extensas con esta ave demuestran que Isa Brown cuenta con una excelente conversión de alimento y es capaz de poner 500 huevos de alta calidad, se adapta bien a diferentes climas, sistemas de manejo y sistemas de alojamiento, todo esto, combinado con una excelente relación de conversión de alimento da como resultado un rendimiento confiable para los productores de huevos comerciales (Isa-poultry, 2020).

#### Características

- Eficiente ponedora de huevo marrón.
- Líder en el mercado de huevos.
- Alta producción y excelente persistencia.
- Aprobada en todo el mundo.
- Un ave confiable y económica.

Figura 11. Línea de ave de postura Isa Brown



*Fuente: (Isa-poultry, 2020)*

## 5.8 Aves de postura Lohmann Brown

### 5.8.1 Características

Las gallinas Lohmann Brown presentan fortalezas de impacto productivo y económico, como la masa de huevo, relacionada con la alta persistencia que las caracteriza, con un huevo de gran tamaño, con cascara de excelente calidad y pigmentación. De igual manera se destacan por su capacidad de adaptación a condiciones extremas de clima y de recuperación frente a desafíos sanitarios y por el buen peso de la gallina al final del ciclo (Mantilla y Mejía, 2014).

La guía de manejo de la ponedora Lohmann Brown (Lohmann Tierzucht, 2013) señala que las gallinas presentan las siguientes características:

Cuadro 2 Características en la producción de huevo de las Gallinas Lohmann Brown.

Producción de huevo	
Edad al 50 % de producción: 140-150 días	
Pico de producción: 93-95 %	
Huevos por gallinas alojadas	12 meses de postura: 315-320 14 meses de postura: 355-360 16 meses de postura: 400-405
Masa de huevo por gallina alojada	12 meses de postura: 20.0-20.5 kg 14 meses de postura: 22.5-23.5 kg 16 meses de postura: 25.5-26.5 kg
Peso promedio de huevo	12 meses de postura: 63.5-64.5 kg 14 meses de postura: 64.0-65.0k g 16 meses de postura: 22.5-23.5 kg

*Fuente:* (Lohmann Tierzucht, 2013)

Cuadro 3. Características del huevo de las Gallinas Lohmann Brown.

Características del huevo	
Color de la cascara	Morrón atractivo
Resistencia de la cascara	>40 Newton

*Fuente:* (Lohmann Tierzucht, 2013)

Cuadro 4. Características del consumo de alimento de las Gallinas Lohmann Brown.

Consumo de alimento	
1-20 semanas	7.4-7.8 kg
Resistencia de la cascara	110-120 g/día

*Fuente:* (Lohmann Tierzucht, 2013)

Cuadro 5. Características del peso corporal y viabilidad de las Gallinas Lohmann Brown.

Peso corporal/viabilidad	
Peso corporal a las 20 semanas	1.6-1.7 kg
Peso corporal al final de la producción	1.9-2.1 kg
Viabilidad lente (cría-recría)	97-98 %

*Fuente:* (Lohmann Tierzucht, 2013)

## 5.8.2 Ciclo productivo

### 5.8.2.1 Etapa de cría

La fase de cría comprende desde el primer día hasta la sexta semana de vida, considerando los primeros siete días como críticos para las pollitas bebes por lo que el cumplimiento de las normas de manejo y sanidad logrará disminuir el riesgo de enfermedades y evitará dificultades en el periodo de levante e inicio de postura. En el sistema en jaula durante las primeras 8 horas de la distribución de jaulas las pollitas se adaptan rápidamente a su nuevo ambiente y al uso de comederos y bebederos, sin embargo los primeros 7 días se deberá colocar papel sobre la base de la jaula para ayudar en el control de la temperatura, corrientes de aire y permitir un suplemento de alimento sobre el papel (Grieve, 2010).

### 5.8.2.2 Etapa de levante

La fase de levante o también denominada como etapa de recría es el periodo comprendido entre el primer día de la séptima semana hasta la decimoctava semana de vida la cual está caracterizada por el control de pesos y la uniformidad del lote, a fin de que cuanto más se amoldan a los parámetros base de calidad es señal de que se obtendrá una buena pollona a inicio del periodo de postura.

De la misma forma (Grieve, 2010) resalta que las pollitas crecen de acuerdo a una secuencia de eventos definida y dentro de esta existen dos fases críticas de desarrollo.

A partir de la sexta a doceava semana de edad: periodo destacado por el rápido crecimiento corporal en el que las pollitas alcanzan la mayor parte de su estatura adulta, es decir, se completa alrededor del 95 % de los componentes estructurales del cuerpo del ave hacia final de la semana doce principalmente la estructura ósea debido a que las placas de crecimiento de los huesos largos se calcifican por lo que no puede ocurrir ningún aumento significativo del tamaño óseo, lo que garantizara

un periodo de postura homogéneo en cuanto a calidad del huevo (Morales y Suquillo, 2021).

De la doceava a la décima octava semana de edad: en esta etapa la tasa de crecimiento se reduce y el tracto reproductivo madura y se prepara para el inicio de la producción de huevos. El peso corporal a la madurez sexual es el criterio más importante en la predicción del rendimiento de la pollona cuyos estándares deberán estar sobre el 85% de uniformidad (Morales y Suquillo, 2021).

Cuadro 6. Desarrollo del peso corporal de gallinas Lohmann Brown en recría.

Edad en semanas	Peso corporal		Etapa de recría
	Promedio	Rango	
7	583	563-603	Desarrollo de la estructura ósea, músculos y plumas
8	685	661-709	
9	782	755-809	
10	874	843-905	
11	961	927-995	
12	1043	1006-1080	
13	1123	1084-1162	Madurez sexual y alcance máximo de la capacidad de postura
14	1197	1155-1239	
15	1264	1220-1308	
16	1330	1283-1377	
17	1400	1351-1449	
18	1475	1423-1527	

*Fuente:*(Lohmann Tierzucht, 2013)

Dentro de esta fase el cambio del pienso entre el de levante y el de puesta facilita la transición a la etapa productiva permitiendo a la gallina llegar al pico de puesta y para ello es primordial que el lote de ponedoras reúna las condiciones físicas, sanitarias y reproductivas apropiadas para iniciar un proceso productivo/comercial a la edad deseada (por lo general a las 18 semanas), el éxito de esta actividad radica en que un ave este en buenas condiciones y por ende sea una excelente ponedora.

En tal sentido el peso de la gallina es el factor principal que determina el tamaño del huevo al comienzo de la postura, la calidad de la cascara y pigmentación, considerando así que el éxito de la producción en ponedoras está basado por la competitividad del avicultor al momento de seleccionar la genética de la estirpe del ave y el tipo de manejo que el mismo emplee en la granja (Morales y Suquillo, 2021).

#### 5.8.2.3 Etapa de postura

Inicia a las 18 a 20 semanas de vida considerando el sistema de crianza y se prolonga hasta las 90 semanas aproximadamente. En esta fase las especificaciones de manejo se intensifican en lo referente a parámetros de bienestar animal (iluminación, ventilación, alimentación, entre otros), a lo largo de esta etapa la gallina requiere de 16 a 18 horas luz/día, el consumo de alimento incrementa en un 40 % desde el inicio de la puesta hasta llegar al pico de producción (Morales Andrade y Suquillo Cabrera, 2021).

Este pico se suele alcanzar entre las 28 a 32 semanas de vida, a partir de este periodo hasta la semana 40 el nivel productivo apenas varía y después desciende paulatinamente entre un 0.2 % - 0.5 % por semana (García Trujillo *et al.*, 2014).

#### 5.9 Manejo de las aves de postura en piso

Las gallinas ponedoras tienen la capacidad genética para producir un gran número de huevos, con un tamaño promedio y pueden lograr buen peso del huevo tempranamente en el período de postura. Para aprovechar este potencial, la gallina ideal, al comienzo de la postura debe ser uniforme, con los pesos corporales conforme con los recomendados; las pollas deben tener un esqueleto fuerte con buen desarrollo óseo y muscular, pero no deben tener exceso de grasa. La madurez sexual a la edad correcta, con el tamaño y condición corporal deseados, da como resultado un alto pico de producción y buena persistencia.

Por lo anterior es recomendable que las gallinas deben de ser trasladadas a las naves de postura antes de las 18 semanas de edad, ya que es cuando inician postura (Agronegocios, 2006).

#### 5.9.1 Nave de alojamiento

La producción de una buena gallina de postura es uno de los más importantes requisitos del manejo, su comportamiento en la nave de postura dependerá de este factor (Agronegocios, 2016).

##### 5.9.1.1 Aislamiento en la nave de crianza

Las gallinas no deben criarse en un nave cerca de otro. De otro modo hay un peligro de transmitir alguna enfermedad. La nave de crianza debe aislarse tanto por distancia como por manejo. El movimiento del aire predominante debe ser del área de crianza a otras áreas de producción y nunca en dirección opuesta. No se debe permitir el contacto con otras explotaciones avícolas (Herrera, 2011).

##### 5.9.1.2 Sistema todo dentro todo fuera

Las aves que habitan la nave deberán ser de edad similar, además las parvadas se deben originar de una sola fuente siempre que sea posible, lo que significa que vienen de parvadas reproductoras localizadas en una sola granja. Las vacunaciones y otros programas son más complejos cuando las gallinas no son de edad y de origen similar. En consecuencia el programa origina el término “todo dentro todo fuera”, no debe alojarse otro grupo de aves en la caseta hasta que las grandes se hayan sacado y limpiado los locales. Esto proporciona un lapso de descanso cuando no hay gallinas dentro del cercado con lo que rompe cualquier ciclo de enfermedad infecciosa, cuando son criadas y desarrolladas las reproductoras es mejor seguir el sistema de todo dentro, todo fuera (North, 1993).

### 5.9.1.3 Densidad del lote

La densidad óptima por m<sup>2</sup> depende de las condiciones de manejo y de hasta qué punto se puede controlar el ambiente. Como guía general para alojamiento sin jaula se puede tomar como regla general se puede tomar de seis a ocho aves por metro cuadrado (Lohmann Tierzucht, 2013).

### 5.9.2 Equipamiento

(Lohmann Tierzucht, 2013) menciona que en cuanto más se parezca las instalaciones y nave de cría-recría al futuro sistema de producción, más fácil les resultará a las aves instalarse en su nuevo ambiente después del traslado a la nave de postura.

#### 5.9.2.1 Cama

Esta debe ser liviana, suave, de baja conductividad térmica, altamente absorbente, de fácil disponibilidad y bajo costo, es recomendable utilizar solamente viruta de madera no tratada estos es para evitar intoxicaciones y residuos en el huevo. Se debe disponer de una ventilación suficiente para asegurar la buena condición de la cama y remover las partes húmedas si es necesario con un espesor de ocho a diez cm (Lohmann Tierzucht, 2013).

#### 5.9.2.2 Nidos

Para la producción en piso se sugiere disponer de nidos individuales a razón de un nido por cada cuatro ponedoras. La calidad de los nidos es un factor que afecta la calidad del huevo, por lo tanto es excelente renovar la cama en los nidos y mantenerlos limpios (Lohmann Tierzucht, 2013).

### 5.9.2.3 Bebederos

Los bebederos deben estar colocados a la altura del ave comprendida entre el dorso y el ojo de la gallina de postura. Los bebederos en la etapa de postura pueden ser lineales o circulares. Los lineales se fabrican de 2.40 m de largo de chapa galvanizada o enlozados; su llenado se regula por un flotante o una válvula que se acciona por el peso del agua. Es necesario un bebedero lineal cada doscientas cincuenta aves. Los circulares o planetario es de plástico y cuenta con una válvula que abre o cierra según el peso que provocan las aves al beber; su forma circular permite una mejor distribución de las aves alrededor de él, lo que implica menor superficie de bebedero por aves. Se necesita un bebedero cada cincuenta aves (Herrera, 2011).

El bebedero automático es un equipo que proporciona agua a las aves de acuerdo con su necesidad y por medios de mecanismos de suministro inmediato. En las explotaciones modernas se conocen diversas variedades de bebederos automáticos: para piso los más conocidos son el tipo lineal y el tipo fuente también conocido como campana (Jiménez *et al.*, 2005).

Figura 12. Bebedero tipo campana



Fuente: (Copele, 2019)

#### 5.9.2.4 Comederos

El comedero es un equipo avícola que forma parte del nave; la utilización que se le da es la de suministrar alimento seco a las aves, ya sea en harinas o peletizado, desde la fase de desarrollo se realiza el reemplazo de comederos lineales por los de “tolva” compuestos por un cono y un plato, este último de unos 46 cm de diámetro y 8 cm de profundidad. La capacidad de estos comederos oscila entre 12-15 kg y son construidos con chapa galvanizada, en algunos casos el plato es de plástico o aluminio. Se recomienda utilizar una tolva cada 25-30 aves (Jiménez *et al.*, 2005).

Figura 13. Comedero de tolva Turbomax naranja



Fuente: (EquiFarms, Sephnos)

Cuadro 7. Requerimientos de equipamiento para el periodo de producción de las Lohmann Brown.

Equipamiento	Requerimientos
Bebedores redondos	1 bebedero (46 cm) para 125 aves
Bebedores lineales	1 m lineal para 80-100 aves
Bebedores de tetina	6-8 aves por niple
Comederos redondos	4 comederos (40 cm) para 100 aves
Nidos individuales	1 nido (25*30 cm) para aves
Comederos de cadena	5 m lineales para 100 aves

Fuente: (Lohmann Tierzucht, 2013)

## 5.10 Requerimientos específicos de las gallinas ponedoras Lohmann Brown

Las gallinas ponedoras Lohmann Brown son de alto rendimiento y excelente conversión alimenticia. Para asegurar un alto porcentaje de postura es necesaria la administración de un equilibrado perfil de nutrientes.

Cuadro 8. Niveles recomendados para ponedoras Lohmann Brown. Fase 1 por kg de alimento para diferentes consumos diarios semana 19-45.

Nutriente	Requerimientos g/ave/día	Consumo diario de alimento			
		105 g	110 g	115 g	120 g
Proteína %	18.70	17.81	17.00	16.26	15.58
Calcio %	4.10	3.90	3.73	3.57	3.42
Fosforo %	0.60	0.57	0.55	0.52	0.50
Fosforo disp. %	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35
Sodio %	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15
Cloro %	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15
Lisina %	0.88	0.84	0.80	0.76	0.73
Lisina dig. %	0.72	0.69	0.65	0.63	0.60
Metionina %	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37
Metionina dig. %	0.36	0.34	0.33	0.31	0.30
Met./Cistina %	0.80	0.76	0.73	0.69	0.67
M/C dig. %	0.66	0.62	0.60	0.57	0.55
Arginina %	0.91	0.87	0.83	0.80	0.76
Arginina dig. %	0.75	0.71	0.68	0.65	0.63
Valina %	0.74	0.71	0.67	0.64	0.62
Valina dig. %	0.63	0.60	0.57	0.55	0.53
Triptófano %	0.18	0.17	0.17	0.16	0.15
Triptófano dig. %	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13
Treonina %	0.61	0.58	0.55	0.53	0.51
Treonina dig. %	0.50	0.48	0.45	0.43	0.42
Isoleucina %	0.70	0.66	0.63	0.60	0.58
Isoleucina dig. %	0.57	0.54	0.52	0.50	0.48
Ácido Linoleico %	2.00	1.90	1.82	1.74	1.67

Fuente: (Lohmann Tierzucht, 2013)

Cuadro 9. Niveles recomendados para ponedoras Lohmann Brown. Fase 2 por kg de alimento para diferentes consumos diarios semana 46-65.

Nutriente	Requerimientos g/ave/día	Consumo diario de alimento			
		105 g	110 g	115 g	120 g
Proteína %	17.95	17.810	16.32	15.61	14.96
Calcio %	4.40	4.19	4.00	3.83	3.67
Fosforo %	0.58	0.55	0.52	0.50	0.48
Fosforo disp. %	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34
Sodio %	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14
Cloro %	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14
Lisina %	0.84	0.80	0.77	0.73	0.70
Lisina dig. %	0.69	0.66	0.63	0.60	0.58
Metionina %	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35
Metionina dig. %	0.35	0.33	0.31	0.30	0.29
Met./Cistina %	0.77	0.73	0.70	0.67	0.64
M/C dig. %	0.63	0.60	0.57	0.55	0.52
Arginina %	0.88	0.84	0.80	0.76	0.73
Arginina dig. %	0.72	0.69	0.65	0.63	0.60
Valina %	0.71	0.68	0.65	0.62	0.59
Valina dig. %	0.60	0.58	0.55	0.53	0.50
Triptófano %	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15
Triptófano dig. %	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12
Treonina %	0.59	0.56	0.53	0.51	0.49
Treonina dig. %	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40
Isoleucina %	0.67	0.64	0.61	0.58	0.56
Isoleucina dig. %	0.55	0.52	0.50	0.48	0.46
Ácido Linoleico %	1.60	1.52	1.45	1.39	1.33

Fuente: (Lohmann Tierzucht, 2013)

Cuadro 10. Niveles recomendados para ponedoras Lohmann Brown. Fase 3 por kg de alimento para diferentes consumos diarios después de la semana 65.

Nutriente	Requerimientos g/ave/día	Consumo diario de alimento			
		105 g	110 g	115 g	120 g
Proteína %	17.02	16.21	15.47	14.80	14.18
Calcio %	4.50	4.29	4.09	3.91	3.75
Fosforo %	0.55	0.52	0.50	0.47	0.46
Fosforo disp. %	0.38	0.36	0.35	0.33	0.32
Sodio %	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14
Cloro %	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14
Lisina %	0.80	0.76	0.73	0.69	0.67
Lisina dig. %	0.66	0.62	0.60	0.57	0.55
Metionina %	0.40	0.38	0.36	0.35	0.33
Metionina dig. %	0.33	0.31	0.30	0.28	0.27
Met./Cistina %	0.73	0.69	0.66	0.63	0.61
M/C dig %	0.60	0.57	0.54	0.52	0.50
Arginina %	0.83	0.79	0.76	0.72	0.69
Arginina dig. %	0.68	0.65	0.62	0.59	0.57
Valina %	0.67	0.64	0.61	0.59	0.56
Valina dig. %	0.57	0.55	0.52	0.50	0.48
Triptófano %	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14
Triptófano dig. %	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11
Treonina %	0.55	0.53	0.50	0.48	0.46
Treonina dig. %	0.46	0.43	0.41	0.40	0.38
Isoleucina %	0.63	0.60	0.58	0.55	0.53
Isoleucina dig. %	0.52	0.49	0.47	0.45	0.43
Ácido Linoleico %	1.30	1.24	1.18	1.13	1.08

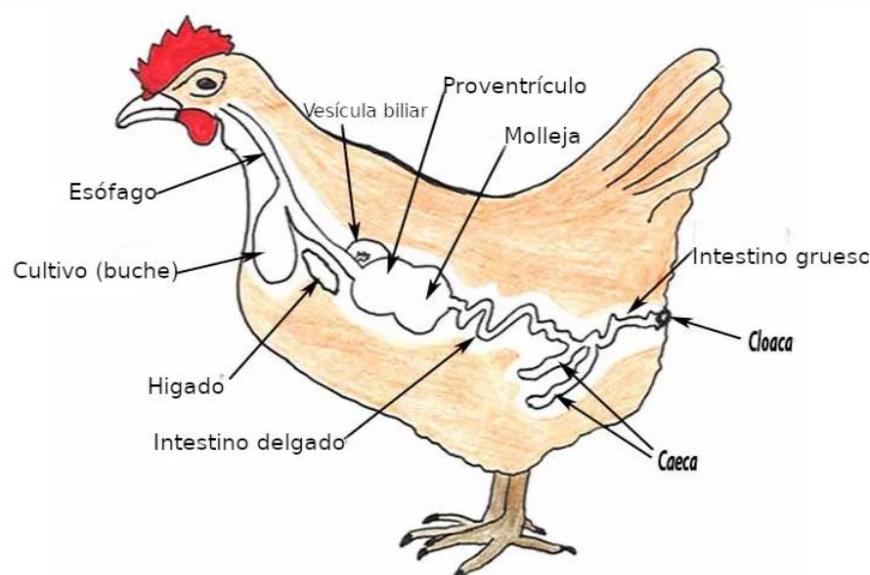
Fuente: (Lohmann Tierzucht, 2013)

## 5.11 Aparato digestivo

El canal alimenticio o sistema digestivo de la gallina, lo define como un largo tubo que se extiende desde el pico hasta la cloaca, que está compuesto por varios ensanchamientos para la acumulación de los alimentos y los de desecho.

El sistema digestivo es responsable de la transformación eficiente del alimento en huevos; actúa como una barrera para la prevención de infecciones y está involucrado en el funcionamiento del sistema inmune(PlusVetAnimalHealth, 2020).

Figura 14. Aparato digestivo de las aves de postura



*Fuente:* (PlusVetAnimalHealth, 2020)

### 5.11.1 Pico

Es una formación que reemplaza a la boca en los mamíferos y en donde se divisan orificios nasales, sus bordes deben converger y el color en aves jóvenes es amarillo oscuro, esta pigmentación se pierde con la edad, tiempo de postura o por algunas enfermedades el pico es la principal estructura prensil (Jaimes, 2010).

### 5.11.2 Esófago

El esófago está situado al principio, situado a lo largo del lado inferior del cuello, sobre la tráquea, pero se dirige ya hacia el lado derecho en el tercio superior de este. Después se sitúa en el borde anterior derecho, donde está cubierto solamente por la piel, hasta su entrada en la cavidad torácica. Por lo que es amplio y dilatado, sirviendo así para acomodar los voluminosos alimentos sin masticar. De allí se encuentra en la gallina una evaginación extraordinariamente dilatada, dirigida hacia delante y a la derecha, que es lo que se llama buche (Jaimes, 2010).

### 5.11.3 Bucle

Es un ensanchamiento estructural diversificado según las especies que cumplen distintas funciones, pero fundamentalmente dos: almacenamiento de alimento para el remojo, humectación y maceración de estos y regulación de la repleción gástrica. Además, colabora al reblandecimiento e inhibición del alimento junto a la saliva y secreción esofágica, gracias a la secreción de moco. Aquí en el buche no se absorben sustancias tan simples como agua, cloruro sódico y glucosa. La reacción del contenido del buche es siempre ácida. La reacción promedio es, aproximadamente de un pH 5. En cuanto a la duración promedio del tiempo que tiene el alimento en el buche es de dos horas.

Mientras tanto la actividad motora del buche está controlado por el sistema nervioso autónomo y presenta dos tipos de movimientos: contracciones del hambre con carácter peristáltico y vaciamiento del buche gobernado reflejamente por impulsos provenientes del estómago fundamentalmente (Jaimes, 2010).

#### 5.11.4 Proventrículo

Contiene glándulas que segregan mucus para proteger la mucosa y HCl (ácido clorhídrico) y pepsina (enzima proteolítica) para digerir los alimentos. En el sistema digestivo de las aves, el buche es una estructura accesoria del esófago, sirve para almacenar temporalmente los alimentos. Esto facilita que el ave pueda consumir alimento rápidamente evitando su exposición a potenciales depredadores, por su parte, en el buche no se presentan glándulas digestivas(Jaimes, 2010)

#### 5.11.5 Molleja

Su función es la digestión mecánica del alimento mediante fuertes contracciones musculares, el epitelio de la molleja en estas aves está muy queratinizado y puede contener arenilla que los animales ingieren para ayudar el efecto de “mortero” .En él se hace la digestión mecánica, también el transporte de los alimentos al intestino. Presenta un pH de 4.06 por lo que tiene una reacción acida. En esta parte no se secreta jugo digestivo. El estómago se contrae rítmicamente de 1 a 4 veces por minuto, el número de contracciones musculares depende de los alimentos ingeridos, realiza las siguientes funciones del estómago comprimir, triturar, moler, pulverizar los alimentos (Baño Trujillo y Bonilla Yáñez, 2016).

#### 5.11.6 Intestino delgado

Es la porción más larga del tracto gastrointestinal, responsable de la digestión final y la absorción de los nutrientes se divide a este órgano en tres porciones, denominadas duodeno, yeyuno e íleon, a pesar de la dificultad para delimitarlas (Herrera *et al.*, 2018).

#### 5.11.6.1 Duodeno

El duodeno, se encuentra hacia caudal del ventrículo. Es fácilmente identificable por presentar una sola asa, con una porción proximal descendente y otra distal ascendente, dándole forma de "U" a este segmento del intestino delgado; entre las porciones del asa duodenal, se encuentra el páncreas (Herrera *et al.*, 2018).

#### 5.11.6.2 Yeyuno e íleon

El yeyuno es la porción más larga del intestino delgado, conformando varias asas intestinales. El divertículo de Meckel es la referencia para la división del yeyuno con el íleon, ya que estas dos porciones no se encuentran. A partir de allí, el íleon continúa su trayecto hasta la unión íleo-cólica, donde desembocan los dos ciegos y comienza el intestino grueso (Herrera *et al.*, 2018).

#### 5.11.7 Intestino grueso

El intestino grueso de las aves comprende los ciegos, el colon y la cloaca.

##### 5.11.7.1 Ciegos

Las aves domésticas, como son las gallinas, poseen dos ciegos, que son dos tubos con extremidades ciegas, que se originan en la unión del intestino delgado y el recto y se extienden oralmente hacia el hígado (Jaimes, 2010).

##### 5.11.7.2 Colon

En esta parte, es donde se realiza la absorción de agua y las proteínas de los alimentos que ahí llegan (Jaimes, 2010)

### 5.11.7.3 Cloaca

La cloaca es un órgano común a los tractos urinario, digestivo y reproductivo. Por lo tanto, la orina y las heces se eliminan juntas. Interior de un ave. Lado izquierdo se puede apreciar parte del aparato digestivo y al lado derecho, el aparato reproductivo (Jaimes, 2010).

## 5.12 Aparato reproductor de las gallinas de postura

Durante la embriogénesis se desarrollan dos ovarios y dos oviductos; sin embargo, solo se desarrollan el ovario y oviducto izquierdos hasta alcanzar la madurez sexual.

### 5.12.1 Ovario

En el ovario se forman hasta 1500 folículos, en el interior de los cuales se encuentra un óvulo constituido por yema; de los cuales solo alrededor de 320 se desarrollarán paulatinamente, uno cada día hasta medir cerca de 40 milímetros de diámetro, para luego ser expulsado al infundíbulo, que es la primera porción del oviducto.

Por lo tanto gallina adulta tiene el aspecto de racimo con folículos de tamaño variable. Cuando el óvulo ha completado su desarrollo, el saco folicular que cubre al ovulo, se fisura formándose una hendidura longitudinal denominada estigma, mediante la cual emerge el óvulo para caer en el infundíbulo (La gallina ponedora, 2007).

La ovulación ocurre cuando aumenta el nivel de hormona luteinizante (LH) secretada por la hipófisis anterior, en respuesta al incremento de progesterona sintetizada en el ovario. La LH llega a su nivel máximo 4 horas antes de la ovulación. El huevo se forma en un proceso que se toma entre 22 y 24 horas, pasando por diversas estructuras del aparato reproductor femenino (La gallina ponedora, 2007).

## 5.12.2 Oviducto

Se presenta como un tubo de color rosa pálido, que se extiende desde la región del ovario a la cloaca. Este órgano puede ser dividido en 4 partes, fisiológicamente diferentes una de otra, que son: infundíbulo, magnum, istmo y útero. Se divide en las siguientes partes:

### 5.12.2.1 Infundíbulo

Con forma de embudo, presenta repliegues en su mucosa interna y es el encargado de captar la yema del huevo, comienza a secretarse una porción del albumen. En esta zona se produce el almacenamiento de espermatozoides y la fertilización, si es una reproductora. Las contracciones de sus músculos hacen avanzar la yema hacia el magnum. Si se coloca un cuerpo extraño del tamaño aproximado de la yema cerca del infundíbulo, como un anillo, lo más probable es que sea transportado por el oviducto y quede procesado como si fuera un huevo. Luego, si se casca el huevo, se encuentra el anillo rodeado por la clara, membranas y cáscara (Peralta, 2017).

### 5.12.2.2 Magnum

Es la parte más larga. Su pared es muy elástica, y presenta grandes pliegues. Contiene gran cantidad de glándulas secretoras, que por contacto con la yema van a liberar en sus gránulos ovoalbúmina, lisozima, ovotransferrina y ovomucoide, que componen alrededor del 80 % de la clara o albumen (Peralta, 2017).

### 5.12.2.3 Istmo

Presenta un diámetro más reducido que el magnum, con repliegues de la mucosa menos acentuados, aquí comienza la secreción de las membranas testáceas (interna y externa) y se inicia la base de la cáscara, formada a partir de los núcleos de calcita (Peralta, 2017)

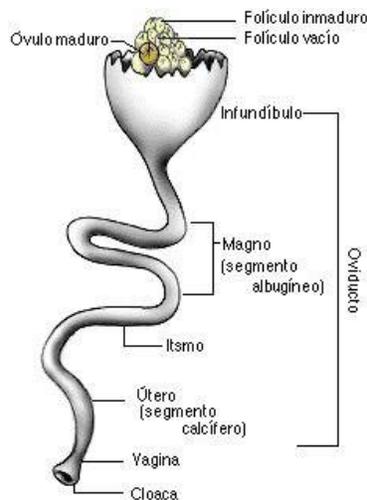
#### 5.12.2.4 Útero

Tiene forma de bolsa, con paredes musculares gruesas, aquí se produce la formación de la cáscara, formada básicamente por  $\text{CO}_3\text{Ca}$ . El huevo permanece entre 18 y 22 hrs, absorbe 15 g de agua, intercambiando varios electrolitos, incluyendo  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Cl}^-$ , con el líquido de la glándula y recibe su recubrimiento de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , proteína, pigmento y cutícula, constituida básicamente por lisozima. Al final de su estancia en este lugar, el huevo es expelido con fuerza por la musculatura lisa que rodea a la mucosa (Peralta, 2017).

#### 5.12.2.5 Vagina

Parte estrecha y muscular, separada del anterior por la conjunción útero vaginal, su pared tiene repliegues longitudinales, y en esa zona se produce la rotación del huevo, que se venía desarrollando con el polo agudo, y luego de la rotación en la vagina, sale por el polo romo (Peralta, 2017)

Figura 15. Esquema del aparato reproductor de las aves de postura

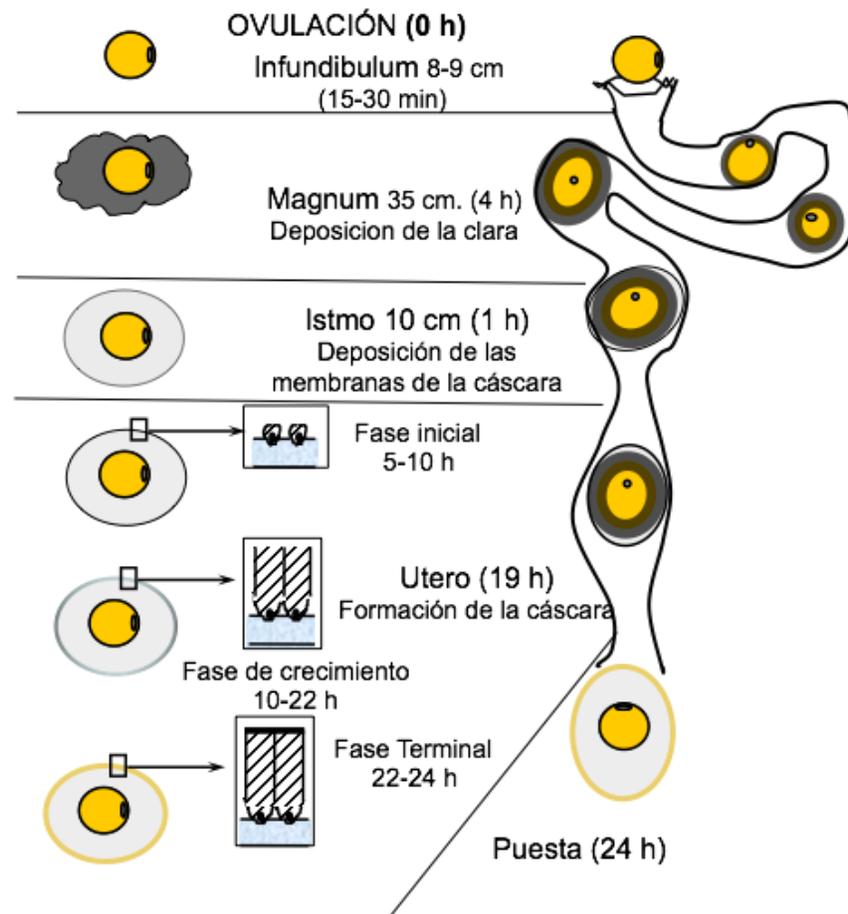


Fuente: (Peralta, 2017)

### 5.13 Proceso de la formación del huevo

El huevo es un alimento de origen animal con grandes propiedades nutricionales y culinarias. Éste se forma a partir de un óvulo de gallina (la yema), que se recubre de material nutritivo y de protección (clara y cáscara) antes de la puesta. Así la gallina ovula cada 26 horas aproximadamente, lo que significa que produce casi un huevo al día desde su madurez sexual (alrededor de las 18 semanas de vida), la gallina no necesita estar fecundada para producir huevos(Marcade, 2010).

Figura 16. Esquema de la formación del huevo



Fuente:(Marcade, 2010)

Cada pollita nace con miles de yemas inmaduras, llamadas óvulos. Con el tiempo los óvulos maduran.

Proceso:

Ovulación (1/2 hora): Cuando el primer óvulo crece y está listo para ser convertido en un huevo se desprende y cae en el infundíbulo, el primer tramo del conducto reproductor (oviducto) de la gallina (Avicultura, 2016).

Formación del albumen (3 horas): Ha medida que el huevo avanza por el conducto reproductor primero se forma el albumen o la clara del huevo, en un proceso que comienza con la deposición de una envuelta protectora de la yema, la membrana vitelina. En su paso del infundíbulo al magnum el óvulo queda recubierto por sucesivas capas densas y fluidas de proteínas que constituyen la clara (Avicultura, 2016).

El huevo adopta su forma (1 hora): El huevo en ciernes se desplaza hasta el istmo, donde el todavía óvulo adopta la forma ovalada definitiva más o menos en el plazo de una hora. En esta fase también se forman las membranas testáceas interna y externa (Avicultura, 2016).

Formación de la cáscara (20 horas): La pieza clave del proceso de formación del huevo se elabora en el útero de la gallina (o glándula cascarógena). El huevo permanece unas 20 horas en el útero, hasta que la cáscara se endurece y en las últimas cinco horas adquiere el color, la formación de la cáscara es pues la etapa más larga (Avicultura, 2016).

Incorporación de la cutícula y puesta (1 hora): El huevo desciende hasta la vagina donde la cáscara queda recubierta por la cutícula, un recubrimiento que protege el huevo contra las bacterias. Por último, la adición de un lubricante natural facilita su expulsión a través de la cloaca (Avicultura, 2016).

## 5.14 Incubación

La incubación, natural o artificial, es el proceso por el cual el embrión finaliza su desarrollo morfológico, iniciado dentro de la gallina. Por tanto, la incubación artificial, debe entregar al huevo condiciones ambientales óptimas, similares a las del proceso natural, para el desarrollo embrionario (Ruiz Díaz et al., 2016).

El período de incubación del huevo de gallina tiene una duración de 21 días en promedio, 18 de los cuales deben transcurrir en la incubadora y los restantes 3 en la nacedora, a una temperatura 1 °C menor que durante el proceso previo. La incubación constituye una etapa fundamental de la vida de las aves, ya que durante este periodo se desarrollan y maduran órganos y sistemas fisiológicos, por lo tanto las condiciones ambientales existentes durante el desarrollo embrionario serán determinantes para el crecimiento y desarrollo del polluelo, pudiendo también influir en el rendimiento productivo y la salud en la edad adulta (Ruiz et al., 2016).

Los rangos descritos de temperaturas óptimas de incubación para los embriones de aves varían entre 37 y 37,5 °C, 37,5 y 37,8 °C y 35 hasta 40,5 °C, cualquier cambio en la temperatura durante la incubación puede afectar el tamaño del embrión, el crecimiento de sus órganos, la tasa metabólica, el desarrollo fisiológico y el éxito de la eclosión (Ruiz et al., 2016).

### 5.14.1 Ovoscopia

La ovoscopia es un método diafanoscópico que se basa en la traslucidez de la cáscara y en las diferencias de transmisión lumínica que presentan las estructuras internas del huevo, modificadas más o menos según las alteraciones. El huevo debe colocarse ante el foco luminoso en posición vertical. El interior del huevo queda completamente iluminado y la cáscara muestra su estructura porosa, estando influenciada la observación por el color de la cáscara. El huevo fresco aparece en el ovoscopio de color amarillo rosado claro (Unidad de Innovación, 2018).

### 5.14.2 Tipo de incubadoras

Existen dos tipos de incubadora, clasificadas según la forma en que se disponen los huevos al interior de las mismas:

Verticales: También se les denomina incubadoras multi-etapas, ya que se pueden albergar varios lotes de huevos que se encuentren en diferentes ciclos de incubación. Este tipo de incubadoras son las que se usan en la industria más desarrollada, su capacidad varía desde 10,000 hasta 300,000 huevos. Su tamaño puede variar desde un gabinete vertical hasta un cuarto completo de una casa promedio (3x3.5x3 m), en el cual se pueden meter una serie de carritos que albergan varias bandejas de huevos dispuestas de forma vertical. La nacedora se encuentra separada del cuarto de incubación y su capacidad es generalmente la mitad de la incubadora (Fonseca *et al.*, 2017)

Figura 17. Incubadora industrial de tipo vertical



*Fuente:* (Fonseca Silva et al., 2017)

Horizontales: Son incubadoras cuya capacidad varia de 50 a 500 huevos, se usan en granjas más pequeñas y para proyectos experimentales. También son conocidas como incubadoras de una sola etapa ya que el lote de huevos que alberga debe estar en el mismo ciclo de incubación. El nacimiento de los pollitos se produce en la misma máquina (Fonseca *et al.*, 2017).

Figura 18. Incubadora horizontal



#### 5.15 Trabajos relacionados con la investigación

Se han publicado algunos estudios sobre de los parámetros productivos y reproductivos de las gallinas de postura.

Portillo (2008) realizo una investigación donde evaluó tres dietas para gallina criolla cuello desnudo, obtuvo una conversión alimenticia de 3.48 kg, el peso de la gallina oscilo entre 1.374 kg, el peso del huevo producido fue de 53 g, un consumo de alimento de 120 g para la dieta en base a alimento comercial.

Salvador (2018)menciona que, el tamaño de huevo es particularidad de especial atención por los consumidores, los resultados que obtuvo en la evaluación de este

carácter en las cuatro razas de doble propósito, evidencian un peso aceptable de 53 g y en relación a reproductividad encontró valores de huevo eclosionado en las razas Rhode Island Red con 74% y Orpington con 78%, New Hampshire Red 64% y Plymouth Rock Barrada 50%.

Rolon et al., (2018) evaluó la respuesta productiva en gallinas de postura línea HY-Line Brown alimentadas con una dieta compuesta principalmente por reemplazo parcial del concentrado comercial.

## VI. MATERIAL Y METODO

### 6.1 Sitio experimental

El experimento para evaluar los parámetros productivos y reproductivos en las gallinas de postura Lohmann Brown fue realizado en el área de aves, de la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec que se encuentra ubicado en el municipio de Temascaltepec de González, en el barrio de Santiago en el kilómetro 67.5 de la carretera Toluca-Tejupilco.

Figura 19. Área avícola de la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

### 6.2 Preparación de las instalaciones

Se utilizó la nave de aves de postura de la posta zootécnica, la cual mide 9 m de largo, 6 m de ancho y 3.5 m de alto, previo a la llegada de las aves se lavó con agua y jabón. Se construyeron dentro de la nave tres corrales para los tratamientos, las medidas de los corrales fueron de 1.75 m de ancho, 1.75 m de largo y 1.50 m de alto, las partes laterales fueron forradas con tela galvanizada hexagonal de 50 mm, esto para proporcionar ventilación entre corrales.

Figura 20. Corrales elaborados para los tratamientos con bebedero y comedero



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

Cada corral tuvo un comedero colgante tipo tolva con capacidad de 10 kg, un bebedero automático y 3 cajas de madera de 23 cm de ancho, 30.5 cm de largo y 25 cm de alto para la puesta de las gallinas.

Figura 21. Comederos y bebederos utilizados para cada corral



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

La instalación se desinfectó de manera interna y externa 5 días antes de la llegada de las aves mediante aspersión con creolina (13 ml/l), 24 horas después se desinfectó con cloro (50 ml/l).

Se colocó una cama de paja de avena y rastrojo para la recepción de las gallinas al igual se le colocó paja en las cajas que se utilizaron para la puesta.

Figura 22. Elaboración de la cama de los corrales



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

### 6.3 Recepción de las aves de postura Lohmann Brown

Las aves se adquirieron con su cuadro completo de vacunación y presentaron condiciones corporales saludables, estas se recibieron de 18 semanas de edad por lo que se acondicionó un espacio donde llegaron las gallinas para el periodo de

adaptación que fue de 5 semanas, el lugar donde se recibieron fue con una cama de viruta con rastrojo.

Se hidrataron con agua a libre acceso en bebederos tipo canoa con capacidad de 4 litros durante las primeras dos horas, pasado este tiempo se suministró alimento de postura de la marca Unión Tepexpan a libre acceso en comederos tipo tolva con capacidad de 10 kg.

Figura 23. Recepción de las aves Lohmann Brown



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

#### 6.4 Recepción de las gallinas en los corrales

Se inició el experimento en la semana 24 de vida de las gallinas, donde se utilizó una báscula digital para pesar de forma individual las gallinas las cuales fueron pesadas aleatoriamente y se registraron los pesos una bitácora y colocó una cinta con una identificación de color rojo en la pata izquierda del 1-45.

Una vez que se asignaron las gallinas al corral se identificaron por una cinta en la pata derecha color verde para corral uno, azul para corral dos y amarillo para corral 3 numeradas del 1 al 15.

Figura 24. Identificación por corral



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

Figura 25. Identificación de la gallina total y por corral



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

Figura 26. Asignación de las gallinas por corral



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

## 6.5 Distribución de las gallinas

Se utilizaron 48 aves; 45 hembras Lohmann Brown y 3 machos Lohmann Brown de 24 semanas, el experimento tuvo una duración de 15 semanas, las aves fueron distribuidas en 3 corrales bajo un sistema intensivo en piso con una relación de 15 hembras y un macho.

Figura 27. Distribución de las gallinas por corral



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

## 6.6 Alimentación

Se utilizó alimento para aves de postura de tres marcas comerciales:

- Unión Tepexpan
- Campi Huevo
- Api Aba

Para la alimentación de las gallinas se ofreció la cantidad total de alimento por corral de 2 kg al día lo que corresponde al consumo de 120 g por gallina alojada y 200 g para los machos, se suministró en dos frecuencias 6:00 de la tarde y 9:00 de la mañana.

La duración del experimento fue de 15 semanas, divididas en 3 periodos, cada periodo tuvo una duración de 5 semanas, de las cuales la 1 semana fue de adaptación y 4 semanas para toma datos.

En semana de adaptación se realizó el cambio de tratamiento mediante una transición gradual dando el primer día 75 % de alimento que estaban consumiendo, 25 % del alimento nuevo, para el segundo día se dio un 50 % alimento anterior y 50 % alimento nuevo, el tercer día se dio 25 % alimento anterior 75 % tratamiento nuevo y para el cuarto día se dio 100 % del alimento que consumieron 4 semanas.

Cuadro 11. Análisis bromatológico del alimento de postura Unión Tepexpan

Postura			
Proteína cruda, mínimo	16.00 %	Cenizas, máximo	12.50 %
Grasa cruda, mínimo	4.00 %	Humedad, máximo	12.00 %
Fibra cruda, mínimo	4.00 %	E.L.N, por diferencia	51.50 %

Cuadro 12. Análisis bromatológico del alimento de postura Campi huevo

Postura			
Proteína cruda, mínimo	16.00 %	Cenizas, máximo	6.00 %
Grasa cruda, mínimo	4.00 %	Humedad, máximo	12.00 %
Fibra cruda, mínimo	4.50 %	E.L.N, por diferencia	57.50 %

Cuadro 13. Análisis bromatológico del alimento de postura Api Aba

Postura			
Proteína cruda, mínimo	16.00 %	Cenizas, máximo	10.00 %
Grasa cruda, mínimo	3.00 %	Humedad, máximo	12.00 %
Fibra cruda, máxima	5.00 %	E.L.N, por diferencia	48.00 %

Figura 28. Suministro del alimento en cada corral



Fuente: (Luz Clarita, 2021)

## 6.7 Suministro de agua

Se ofreció agua potable a las gallinas durante el experimento, mediante bebederos automáticos tipo campana, se instaló un tubo PVC el cual alimentaba los tres bebederos.

Figura 29. Alimentación de los bebederos automáticos



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

## 6.8 Recolección y medición de huevo

Los huevos se recolectaron una vez al día, a las 9:00 de la mañana, los cuales fueron pesados con la ayuda de una báscula gramaría de 5 kg y se midió la altura y el ancho con un vernier, y fueron registrados en una bitácora de acuerdo al tratamiento y día al que pertenecen.

Figura 30. Recolección de huevo en cada corral



. Fuente: (Luz Clarita, 2021)

## 6.9 Fotoperiodo

Se estableció un programa de iluminación para el fotoperiodo en las gallinas de postura donde tendrán luz artificial durante un promedio de 4 horas durante la noche y así poder completar las 16 horas luz recomendadas para las gallinas de postura se utilizaron dos lámparas de 1.20 m. de longitud de luz fluorescente blanca con capacidad de 100 watts, se programó con la ayuda de un temporizador de la marca steren con una programación automática para establecer las horas que se recomiendan para el fotoperiodo.

## 6.10 Incubación

Se realizó incubación de huevo de cada uno de los corrales, con el tratamiento correspondiente, se llevó a cabo en mismo sitio experimental, con la ayuda de una incubadora con nacedora integrada, capacidad total para 90 huevos cuenta con sistema de volteo automático, control de temperatura por medio de un termostato (para ajuste solo una vez), manejo de humedad por evaporación.

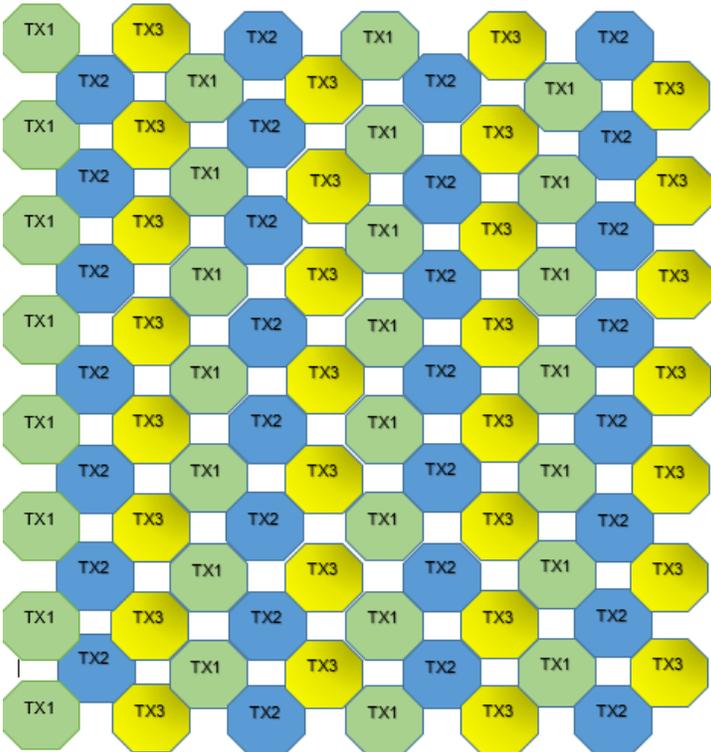
El huevo que se incubo fue recolectado en la semana cuatro de cada tratamiento, incubando 90 piezas, 30 huevos por tratamiento a una temperatura promedio de 37.5 °C y 60 % de humedad.

Figura 31. Incubadora con nacedora para 90 huevos



La distribución de los huevos dentro de la incubadora fue distribuida de manera sistemática colocando los huevos de cada tratamiento en la lateral derecha, medio y lateral izquierda para reducir el error y efecto de la puerta.

Figura 32. Esquema de distribución de huevo en la incubadora



Fuente: (Luz Clarita, 2021)

Se realizaron tres incubaciones durante el experimento, evaluando cada corral con los tres alimentos.

Figura 33. Distribución del huevo para incubación



Fuente: (Luz Clarita, 2021)

Figura 34. Incubación de los tratamientos



Fuente: (Luz Clarita, 2021)

## 6.10 Fertilidad

La fertilidad de los huevos se realizó al séptimo de incubación; para determinar la fertilidad en los mismos. Se utilizó la técnica de ovoscopia donde los huevos se presentaran trasluz (iluminación transparente) marcando el huevo infértil (huevo transparente).

Figura 35. Huevo infértil



Fuente: (Luz Clarita, 2021)

Figura 36. Huevo fértil



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

#### 6.11 Huevos eclosionados y peso del pollo

Esta actividad se realizó a los 21 días de haber iniciado la incubación, se registró en una bitácora cuales son los huevos que eclosionaron registrando el tratamiento al que pertenece, el peso del pollo.

Figura 37. Momento donde ocurre la eclosión de un pollo



*Fuente: (Luz Clarita, 2021)*

Figura 38. Total de pollos eclosionados en la incubación uno del experimento



Fuente: (Luz Clarita, 2021)

## 6.12 Variables de respuesta

### 6.12.1 Variables productivas

#### 6.12.1.1 Consumo de alimento

Para determinar el consumo total de alimento de cada tratamiento durante el experimento, se ofreció 120 g/día/gallina de alimento en dos frecuencias y a las 9:00 am se recogió el alimento rechazado del comedero, se pesó y anoto en la bitácora.

El consumo por día se estimó con la siguiente formula

$$CA = \frac{AO - AR}{NG}$$

Donde:

CA: Consumo de alimento

AO: Alimento ofrecido

AR: Alimento rechazado

NG: Número de gallinas

### 6.12.1.2 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia es el indicador de mayor uso al momento de determinar la eficacia en la producción, según esta, podemos establecer cuánto alimento (kg) necesita ingerirla gallina para producir un kg de huevo.

La fórmula que se utilizó para determinar la conversión alimenticia es la siguiente:

$$CA = \frac{Ca}{PHR}$$

Donde:

*CA*: Conversión alimenticia

*Ca*: Consumo de alimento

*PHR*: Masa de huevo recolectado

### 6.13.1.3 Ganancia de peso

Para el control del peso de la gallina se pesaron las gallinas al momento de entrar al experimento donde se registró su peso de entrada, posteriormente se estuvieron pesando las gallinas cada 7 días en una báscula digital con capacidad de 40 kg para llevar un registro de pesos individuales durante 16 semanas (duración del experimento) y registrar su peso final.

Para la determinación de esta variable, se aplicó la siguiente fórmula:

$$GDP = PIN - PF$$

Donde:

*GDP*: Ganancia peso.

*PF*: Peso final.

*PIN*: Peso inicial.

#### 6.13.1.4 Peso del huevo

Para el experimento se tomó diariamente el peso de cada uno de los huevos de cada tratamiento, donde se utilizó una báscula gramarí con capacidad de 5 kg y fueron registrados en una bitácora.

#### 6.13.1.5 Alto del huevo

Para la evaluación del alto de huevo, se utilizó un vernier de la marca Truper donde se midió el alto de cada huevo para cada uno de los tratamientos y se registró en la bitácora.

#### 6.13.1.6 Ancho del huevo

Para la evaluación del ancho de huevo, se utilizó un vernier de la marca Truper donde se midió el ancho de cada huevo para cada uno de los tratamientos y se registró en la bitácora.

#### 6.13.1.7 Masa de huevo

La masa de huevo se obtuvo de sumar la producción de cada uno de los tratamientos para cada corral la cual se registró en un la bitácora.

#### 6.13.1.8 Número de huevos fértiles

Para esta variable se realizó la técnica de ovoscopia, donde se registró en la bitácora los resultados obtenidos.

El número de huevos fértiles se determinó con la siguiente formula:

$$NHF = THI - THIN$$

Donde:

*NHF*: Número de huevos fértiles

*THIN*: Total de huevos infértiles

*THI*: Tota de huevos incubados

#### 6.13.1.9 Número huevos eclosionados

Para la determinación de la eclosión de los huevos, se utilizó la siguiente formula, y así obtener el número de huevos eclosionados por tratamiento.

$$N = THI - THE$$

Donde:

*N*: Numero de huevos eclosionados

*THI*: Tota de huevos incubados

*THE*: Total de huevos eclosionados

#### 6.13.1.10 Peso del pollo a la eclosión

Para determinara el peso de cada pollo, se pesaron una vez que este salga del cascaron, donde se registró el peso, el corral y tratamiento al que corresponda en una bitácora.

#### 6.14 Análisis de resultados

Se generaron bases de datos en el programa Excel donde se registraron, los consumos de alimento, ganancias de peso, peso del huevo, alto y ancho del huevo, número de huevos fértiles, número de huevos eclosionados, peso de los pollos a la eclosión, el fin de generar estos registros es para evaluar las variables productivas y reproductivas, se utilizaron únicamente los promedios.

Los análisis estadísticos de varianza se realizaron con el paquete de análisis SAS versión 9.0 (The SAS System 9.0 For Windows).

Se obtuvieron los resultados del análisis estadístico de varianza, donde se observan la comparación de medias utilizando la prueba de Tukey  $P < .05$ .

#### 6.15 Modelo estadístico

Cada observación del experimento es expresado como una relación lineal de los efectos involucrados (tratamiento, fila y columna), así:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + H_j + C_k + E_{ijk}.$$

$Y_{ij}$ : Variable de respuesta

$\mu$ : Media general

$T_i$ : Efecto del tratamiento

$H_j$ : Efecto del periodo

$C_k$ : Efecto del corral

$E_{ijk}$ : Error experimental de la  $i, j, k$ .

Juego de hipótesis

Tratamientos

Ho: Las medias de los tratamientos son iguales

Ha: Al menos una de las medias de los tratamientos es diferente

Corrales

Ho: Las medias de los corrales son iguales

Ha: Al menos una de las medias de los corrales es diferente

Periodo

Ho: Las medias de los periodos son iguales

Ha: Al menos una de las medias de los periodos es diferente

## VII. RESULTADOS

### 7.1 Variables productivas

#### 7.1.1 Consumo de alimento

Para esta variable, el análisis de varianza (ANOVA) muestra diferencias significativas ( $P < .05$ ) entre las medias de los tratamientos y los periodos.

Para tratamientos la media que mostro un menor consumo de alimento fue la de tratamiento A con 108.800 g, esta mostro diferencias estadísticas significativas ( $P = .0108$ ) comparada con tratamiento B y C que mostraron ser estadísticamente iguales como se muestra en el cuadro 14.

Para periodos la media que mostro un menor consumo de alimento fue la del periodo 2 con 114.907 g de alimento, que es estadísticamente igual al periodo 1 pero diferente al periodo 3, ( $P = .0437$ ).

Para corrales las medias no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $P = .4651$ ).

Cuadro 14. Comparación de medias de consumo de alimento

Fuente de variación	Medias			P Valor	R <sup>2</sup>
Tratamiento (ABC)	A 108.800 <sup>b</sup>	B 124.687 <sup>a</sup>	C 122.760 <sup>a</sup>	.0108	
Periodo (123)	1 118.063 <sup>ab</sup>	2 114.907 <sup>b</sup>	3 123.277 <sup>a</sup>	.0437	.99
Corral (I II III)	I 119.497 <sup>a</sup>	II 119.097 <sup>a</sup>	III 117.653 <sup>a</sup>	.4651	

Tratamiento A: alimento Unión Tepexpan, tratamiento B: alimento Campi huevo, tratamiento C: alimento Api Aba, periodo 1: 02 – 29 de abril, periodo 2: 07 de mayo – 03 de junio, periodo 3: 11 de junio – 08 de julio, corral I: lateral derecha, corral II: central, corral III: lateral izquierda.

### 7.1.2 Conversión alimenticia

El análisis de varianza (ANOVA) muestra diferencias estadísticas significativas ( $P < .05$ ) entre las medias de los tratamientos.

Para la conversión alimenticia las medias de los tratamientos mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P = .0422$ ) para el tratamiento A con una conversión de 2.600 kg, que mostro ser diferente estadísticamente al tratamiento B pero igual al tratamiento C.

Para periodos ( $P = .2474$ ) y corrales ( $P = .1300$ ) las medias no mostraron diferencias estadísticas significativas como se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 15. Comparación de medias de conversión alimenticia

Fuente de variación	Medias			P Valor	R <sup>2</sup>
Tratamiento (ABC)	A 2.600 <sup>b</sup>	B 3.090 <sup>a</sup>	C 2.903 <sup>ab</sup>	.0422	
Periodo (123)	1 2.920 <sup>a</sup>	2 2.760 <sup>a</sup>	3 2.913 <sup>a</sup>	.2474	.97
Corral (I II III)	I 2.713 <sup>a</sup>	II 2.9100 <sup>a</sup>	III 2.970 <sup>a</sup>	.1300	

Tratamiento A: alimento Unión Tepexpan, tratamiento B: alimento Campi huevo, tratamiento C: alimento Api Aba, periodo 1: 02 – 29 de abril, periodo 2: 07 de mayo – 03 de junio, periodo 3: 11 de junio – 08 de julio, corral I: lateral derecha, corral II: central, corral III: lateral izquierda.

### 7.1.3 Ganancia de peso

Para la variable ganancia de peso, el análisis de varianza (ANOVA) muestra diferencias estadísticas significativas ( $P < .05$ ) entre las medias de los tratamientos y los periodos.

Para tratamientos la media que mostro diferencias estadísticas significativas ( $P = .0226$ ) con una mayor ganancia de peso fue la del tratamiento A con 15.333 kg que estadísticamente fue igual al tratamiento B pero diferente al tratamiento C.

Para periodo la media que mostro diferencias estadísticas significativas ( $P=.0081$ ) con una mayor ganancia de peso fue la del periodo 1 con 19.667 kg, seguidas del periodo 2 y 3 que estadísticamente fueron iguales como se muestra en el cuadro 16.

Para corrales las medias no mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P=.0588$ ).

Cuadro 16. Comparación de medias de ganancias de peso

Fuente de variación	Medias			P Valor	R <sup>2</sup>
Tratamiento (ABC)	A 15.333 <sup>a</sup>	B 9.000 <sup>ab</sup>	C 5.333 <sup>b</sup>	.0226	
Periodo (123)	1 19.667 <sup>a</sup>	2 5.667 <sup>b</sup>	3 4.333 <sup>b</sup>	.0081	.99
Corral (I II III)	I 11.667 <sup>a</sup>	II 11.667 <sup>a</sup>	III 6.333 <sup>a</sup>	.0588	

Tratamiento A: alimento Unión Tepexpan, tratamiento B: alimento Campi huevo, tratamiento C: alimento Api Aba, periodo 1: 02 – 29 de abril, periodo 2: 07 de mayo – 03 de junio, periodo 3: 11 de junio – 08 de julio, corral I: lateral derecha, corral II: central, corral III: lateral izquierda.

#### 7.1.4 Peso de la gallina

Para esta variable, el análisis de varianza (ANOVA) muestra diferencias estadísticas significativas ( $P<.05$ ) entre las medias de periodos.

Para periodos la media que mostro diferencias estadísticas significativas ( $P=.0354$ ) fue en el periodo 3 con 1741.33 g, que fue diferente a la del periodo 1 pero igual al periodo 2 como se muestra en el cuadro 17.

Para las medias de los tratamientos ( $P=.3133$ ) y corrales ( $P=.2789$ ) no hubo diferencias estadísticamente significativas.

Cuadro 17.Comparación de medias para peso de la gallina

Fuente de variación	Medias			P Valor	R <sup>2</sup>
Tratamiento (ABC)	A 1714.67 <sup>a</sup>	B 1714.67 <sup>a</sup>	C 1714.67 <sup>a</sup>	.3133	
Periodo (123)	1 1660.00 <sup>b</sup>	2 1717.33 <sup>ab</sup>	3 1741.33 <sup>a</sup>	.0354	.96
Corral (I II III)	I 1705.00 <sup>a</sup>	II 1694.00 <sup>a</sup>	III 1719.67 <sup>a</sup>	.2789	

Tratamiento A: alimento Unión Tepexpan, tratamiento B: alimento Campi huevo, tratamiento C: alimento Api Aba, periodo 1: 02 – 29 de abril, periodo 2: 07 de mayo – 03 de junio, periodo 3: 11 de junio – 08 de julio, corral I: lateral derecha, corral II: central, corral III: lateral izquierda.

### 7.1.5 Peso del huevo

El análisis de varianza (ANOVA) muestra diferencias estadísticas significativas ( $P < .05$ ) entre las medias de los tratamientos y corrales.

Para tratamientos la media que mostro diferencias estadísticas significativas ( $P = .0500$ ) fue la del tratamiento A que registro un peso de huevo promedio de 55.000 g que fue diferente al tratamiento B pero estadísticamente igual al tratamiento C.

Para corrales la media que mostro diferencias estadísticas significativas ( $P = .0263$ ) fue la del corral 3 que registro un pesos promedio de huevo de 55.333 g, fue diferente al corral 1 y 2 que son estadísticamente iguales como se muestra en el cuadro 18.

Para periodos las medias no mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P = .0714$ ).

Cuadro 18. Comparación de medias de peso del huevo

Fuente de variación	Medias			P Valor	R <sup>2</sup>
Tratamiento (ABC)	A 55.000 <sup>a</sup>	B 53.333 <sup>b</sup>	C 54.333 <sup>ab</sup>	.0500	
Periodo (123)	1 53.666 <sup>a</sup>	2 54.000 <sup>a</sup>	3 55.000 <sup>a</sup>	.0714	.98
Corral (I II III)	I 53.000 <sup>b</sup>	II 54.333 <sup>b</sup>	III 55.333 <sup>a</sup>	.0263	

Tratamiento A: alimento Unión Tepexpan, tratamiento B: alimento Campi huevo, tratamiento C: alimento Api Aba, periodo 1: 02 – 29 de abril, periodo 2: 07 de mayo – 03 de junio, periodo 3: 11 de junio – 08 de julio, corral I: lateral derecha, corral II: central, corral III: lateral izquierda.

### 7.1.6 Ancho de huevo

Para esta variable, el análisis de varianza (ANOVA) no muestra diferencias estadísticas significativas ( $P < .05$ ) para tratamientos, periodos y corrales como se muestra en el cuadro 19.

Cuadro 19. Comparación de medias para ancho del huevo

Fuente de variación	Medias			P Valor	R <sup>2</sup>
Tratamiento (ABC)	A 42.166 <sup>a</sup>	B 41.90 <sup>a</sup>	C 42.066 <sup>a</sup>	.03378	
Periodo (123)	1 41.933 <sup>a</sup>	2 41.933 <sup>a</sup>	3 42.266 <sup>a</sup>	.2000	.94
Corral (I II III)	I 41.700 <sup>a</sup>	II 42.133 <sup>a</sup>	III 42.300 <sup>a</sup>	.0880	

Tratamiento A: alimento Unión Tepexpan, tratamiento B: alimento Campi huevo, tratamiento C: alimento Api Aba, periodo 1: 02 – 29 de abril, periodo 2: 07 de mayo – 03 de junio, periodo 3: 11 de junio – 08 de julio, corral I: lateral derecha, corral II: central, corral III: lateral izquierda.

### 7.1.7 Alto del huevo

Para esta variable, el análisis de varianza (ANOVA) no muestra diferencias estadísticas significativas ( $P < .05$ ) para tratamientos, periodos y corrales como se muestra en el cuadro 20.

Cuadro 20. Comparación de medias para alto del huevo

Fuente de variación	Medias			P Valor	R <sup>2</sup>
Tratamiento (ABC)	A 54.033 <sup>a</sup>	B 53.966 <sup>a</sup>	C 54.233 <sup>a</sup>	.1102	
Periodo (123)	1 54.400 <sup>a</sup>	2 53.566 <sup>a</sup>	3 54.266 <sup>a</sup>	.5630	.96
Corral (I II III)	I 53.400 <sup>a</sup>	II 54.233 <sup>a</sup>	III 54.600 <sup>a</sup>	.0616	

Tratamiento A: alimento Unión Tepexpan, tratamiento B: alimento Campi huevo, tratamiento C: alimento Api Aba, periodo 1: 02 – 29 de abril, periodo 2: 07 de mayo – 03 de junio, periodo 3: 11 de junio – 08 de julio, corral I: lateral derecha, corral II: central, corral III: lateral izquierda.

### 7.1.8 Masa de huevo

Para esta variable, el análisis de varianza (ANOVA) muestra diferencias estadísticas significativas ( $P < .05$ ) entre las medias de los periodos.

Para periodos la media que mostro diferencias estadísticas significativas ( $P = .0418$ ) fue en el periodo 1 con 21.729 kg de masa de huevo que fue diferente al periodo 3 pero estadísticamente iguales al periodo 2 como se muestra en el cuadro 21.

Las medias no muestran diferencias estadísticas significativas para tratamientos ( $P = .0543$ ) y corrales ( $P = .1037$ ).

Cuadro 21. Comparación de medias para masa de huevo

Fuente de variación	Medias			P Valor	R <sup>2</sup>
Tratamiento (ABC)	A 21.610 <sup>a</sup>	B 20.739 <sup>a</sup>	C 21.530 <sup>a</sup>	.0543	
Periodo (123)	1 21.729 <sup>a</sup>	2 21.479 <sup>ab</sup>	3 20.671 <sup>b</sup>	.0418	.98
Corral (I II III)	I 21.445 <sup>a</sup>	II 21.529 <sup>a</sup>	III 20.904 <sup>a</sup>	.1037	

Tratamiento A: alimento Unión Tepexpan, tratamiento B: alimento Campi huevo, tratamiento C: alimento Api Aba, periodo 1: 02 – 29 de abril, periodo 2: 07 de mayo – 03 de junio, periodo 3: 11 de junio – 08 de julio, corral I: lateral derecha, corral II: central, corral III: lateral izquierda.

## 7.2 Variables reproductivas

### 7.2.1 Número de huevos fértiles

Para esta variable, el análisis de varianza (ANOVA) no muestra diferencias estadísticas significativas ( $P < .05$ ) para tratamientos, periodos y corrales como se muestra en el cuadro 22.

Cuadro 22. Comparación de medias para número de huevos fértiles

Fuente de variación	Medias			P Valor	R <sup>2</sup>
Tratamiento (ABC)	A 26.667 <sup>a</sup>	B 26.333 <sup>a</sup>	C 27.333 <sup>a</sup>	.8600	
Periodo (123)	1 23.333 <sup>a</sup>	2 27.667 <sup>a</sup>	3 29.333 <sup>a</sup>	.1424	.86
Corral (I II III)	I 26.000 <sup>a</sup>	II 27.333 <sup>a</sup>	III 27.000 <sup>a</sup>	.7679	

Tratamiento A: alimento Unión Tepexpan, tratamiento B: alimento Campi huevo, tratamiento C: alimento Api Aba, periodo 1: 02 – 29 de abril, periodo 2: 07 de mayo – 03 de junio, periodo 3: 11 de junio – 08 de julio, corral I: lateral derecha, corral II: central, corral III: lateral izquierda.

### 7.2.2 Número de huevos eclosionados

Para esta variable, el análisis de varianza (ANOVA) no muestra diferencias estadísticas significativas ( $P < .05$ ) para tratamientos, periodos y corrales como se muestra en el cuadro 23.

Cuadro 23. Comparación de medias para número de huevos eclosionados

Fuente de variación	Medias			P Valor	R <sup>2</sup>
Tratamiento (ABC)	A 18.667 <sup>a</sup>	B 16.667 <sup>a</sup>	C 17.000 <sup>a</sup>	.7578	
Periodo (123)	1 17.333 <sup>a</sup>	2 18.667 <sup>a</sup>	3 16.333 <sup>a</sup>	.7239	.55
Corral (I II III)	I 17.000 <sup>a</sup>	II 19.000 <sup>a</sup>	III 16.333 <sup>a</sup>	.6510	

Tratamiento A: alimento Unión Tepexpan, tratamiento B: alimento Campi huevo, tratamiento C: alimento Api Aba, periodo 1: 02 – 29 de abril, periodo 2: 07 de mayo – 03 de junio, periodo 3: 11 de junio – 08 de julio, corral I: lateral derecha, corral II: central, corral III: lateral izquierda.

### 7.2.3 Peso del pollo a la eclosión

Para esta variable, el análisis de varianza (ANOVA) no muestra diferencias estadísticas significativas ( $P < .05$ ) para tratamientos, periodos y corrales como se muestra en el cuadro 24.

Cuadro 24. Comparación de medias para peso del pollo a la eclosión

Fuente de variación	Medias			P Valor	R <sup>2</sup>
Tratamiento (ABC)	A 38.333 <sup>a</sup>	B 38.000 <sup>a</sup>	C 39.000 <sup>a</sup>	.9054	
Periodo (123)	1 35.667 <sup>a</sup>	2 40.667 <sup>a</sup>	3 39.000 <sup>a</sup>	.2769	.74
Corral (I II III)	I 37.667 <sup>a</sup>	II 38.667 <sup>a</sup>	III 39.000 <sup>a</sup>	.8375	

Tratamiento A: alimento Unión Tepexpan, tratamiento B: alimento Campi huevo, tratamiento C: alimento Api Aba, periodo 1: 02 – 29 de abril, periodo 2: 07 de mayo – 03 de junio, periodo 3: 11 de junio – 08 de julio, corral I: lateral derecha, corral II: central, corral III: lateral izquierda.

## VIII. DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron en la evaluación de los parámetros productivos de las gallinas Lohmann Brown las variables fueron superiores a las encontradas por Portillo (2018) donde realizó una investigación evaluando tres dietas para gallina criolla cuello desnudo, obtuvo una conversión alimenticia de 3.480 kg mientras que en esta investigación fue de 2.600 kg, para el peso de la gallina osciló entre 1374 kg y para las gallinas Lohmann Brown de 1741.33 kg, el peso del huevo producido fue de 53 g por las gallinas criollas cuello desnudo y las encontradas fue de 55 g y un consumo de alimento de 108 g el cual fue menor por el autor con 120 g.

Salvador (2018) menciona que, el tamaño de huevo es particularidad de especial atención por los consumidores, los resultados que obtuvo en la evaluación de este carácter en las cuatro razas de doble propósito, evidencian un peso aceptable de 53 g fue superior comparado con la línea Lohmann Brown con un peso de 55 g y en relación a reproductividad encontró valores de huevo eclosionado en las razas Rhode Island Red con 74% y Orpington con 78%, New Hampshire Red 64% y Plymouth Rock Barrada 50% mientras que para las gallinas Lohmann Brown se obtuvieron un promedio de huevos eclosionados para el tratamiento A de 26.66 lo que representa un 70 %.

Rolon *et al.*, (2018) evaluó la respuesta productiva en gallinas de postura línea HY-Line Brown alimentadas con una dieta compuesta principalmente por reemplazo parcial del concentrado comercial. Los resultados obtenidos en su investigación muestran que el peso de huevo y consumo de alimento logró mejor resultado con el T1 que es alimento comercial los cuales fue superior estadísticamente a los demás tratamientos donde el peso del huevo fue de 62 g y un consumo de alimento de 120 g comparado con los resultados en esta investigación el tratamiento A obtuvo un menor consumo de alimento con 108 g que fue inferior al del autor y un peso menor de huevo de 55 g.

## IX. CONCLUSIÓN

Los parámetros productivos en gallinas de postura Lohmann Brown, alimentadas con tres alimentos comerciales fueron diferentes ya que el tratamiento A mostro un menor consumo de alimento, una menor conversión alimenticia, una mayor ganancia de peso al igual que un mayor peso del huevo comparado con el tratamiento B y C.

Con respecto a periodos, las variables que destacan en el periodo 1 son, mayor ganancia de peso y mayor masa de huevo. Para corrales la variable que destaco fue la de mayor peso del huevo en el corral 3.

Los parámetros reproductivos en gallinas de postura Lohmann Brown, alimentadas con tres alimentos comerciales fueron iguales para tratamientos, periodos y corrales.

## X. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con la investigación en las gallinas de la línea Lohman Brown evaluando todas las semanas de su primer ciclo de postura.

Se recomienda hacer investigación con diferentes líneas de gallinas de postura durante el primer ciclo de postura contrastando con la línea Lohman Brown.

Analizar las propiedades físico-químicas de huevo que se obtienen de gallinas de postura alimentadas con diferentes alimentos comerciales.

Evaluar los parámetros productivos de la recría de las gallinas de postura alimentadas con diferentes alimentos comerciales.

## XI. REFERENCIAS

- Agronegocios. (2006). *Guia tecnica par el manejo de gallinas ponedoras*.  
<http://www.lafranqueraweb.com.ar/web/archivos/menu/GuiaTecnicaGallinas.pdf>
- Agronegocios. (2016). *Guia tecnica para el manejo de gallinas ponedoras* [PDF].  
<http://www.lafranqueraweb.com.ar/web/archivos/menu/GuiaTecnicaGallinas.pdf>
- Avicultura. (2016). *Cronología de la puesta del huevo—El Sitio Avicola*.  
<https://www.elsitioavicola.com/articles/2844/cronologia-de-la-puesta-del-huevo/>
- Avicultura. (2020). *ISA White—Ponedoras comerciales | PROoultry.com, avicultura para profesionales*. <http://avicultura.poultry.com/productos/isa-hendrix/isa-white-ponedoras-comerciales>
- Avicultura. (2021). *El USDA pronosticó un año de alzas en producción, consumo e importación para la industria avícola mexicana* [Destacado]. Avicultura.mx.  
<https://www.avicultura.mx/destacado/EI-USDA-pronostico-un-ano-de-alzas-en-produccion%2C-consumo-e-importacion-para-la-industria-avicola-mexicana>
- Babcock. (2020). *Babcock Brown—Babcock*. <https://www.babcock-poultry.com/babcock-home/product/babcock-brown/>
- Babcock Hendrix Genetics. (2021). *Babcock White*. PDF. [https://www.babcock-poultry.com/documents/996/Babcock\\_White\\_CS\\_cage\\_Spanish\\_leaflet.pdf](https://www.babcock-poultry.com/documents/996/Babcock_White_CS_cage_Spanish_leaflet.pdf)

- Baño Trujillo, M. P., & Bonilla Yáñez, G. Y. (2016). *Evaluación del desarrollo de pollos broiler mediante diferentes dosis de neutralizante de micotoxinas por procesos de biotransformación*. [Universidad Estatal de Bolívar]. <https://190.15.128.197/bitstream/123456789/1504/1/Proyecto%20de%20Investigacion.pdf>
- Calvo, F., Molero, E., Sánchez, G., & Gutiérrez, Á. (2014). *PRINCIPALES RAZAS DE GALLINAS • PONEDORAS • DOBLE PROPÓSITO • DE CARNE*. PDFSLIDE. <https://pdfslide.tips/documents/clasificacion-gallinas-ponedoras-carne-etc.html>
- Copele. (2019). *Bebedero Automático de Campana para Aves*. COPELE. <https://copele.com/es/bebederos-aves/bebedero-automatico-de-campana-para-aves.html>
- Cria de aves. (2019, agosto 27). *Gallina Babcock*. <https://criadeaves.com/gallinas-ponedoras/babcock/>
- Cría de aves. (2019, agosto 29). *Babcock Brown* **【Origen, Características, Variedades, Crianza】**. Cría de Aves. <https://criadeaves.com/gallinas-ponedoras/babcock-brown/>
- Cuellar Sáenz, J. A. (2021, de 04 de). *Sistemas de producción avícola y alojamiento en gallinas ponedoras*. Veterinaria Digital. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/sistemas-de-produccion-avicola-y-alojamiento-en-gallinas-ponedoras/>
- dekalb-poultry. (2021). *Dekalb Brown—Dekalb*. <https://www.dekalb-poultry.com/es/products-es/dekalb-brown-es/>

EquiFarms. (Sephnos). *TURBOMAX TOLVA NARANJA/PLATO AMARILLO*.

Equifarms. <https://equifarms.com/products/turbomax-naranja>

FIRA. (2020). *Perspectivas* 2020.

<https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=83640>

Fonseca, S. E., Herrero, C. D., y Roman, A. A. (2017). *Incubadora automática de huevos de aves de corral, con capacidad de 100 huevos, natalidad del 70%, monitoreo remoto y de bajo costo*. Universidad Nacional De Ingeniería.

<https://core.ac.uk/download/pdf/250142795.pdf>

Galicia. (2020, junio 3). Gallina Lohman, una gallina ponedora de récord. *Pazo de Vilane*. <https://pazodevilane.com/es/cronicas-gallinero/gallina-lohman/>

Gallina ponedora. (2019). *Golden Comet: Alimentación, crianza, características y más*. <https://www.gallinaponedora.com/golden-comet/>

García, R., Berrocal, J., Moreno, L., y Ferrón, G. (2014). *Produccion Ecologica de Gallinas Ponedoras*. Junta de Andalucía Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. [https://images.engormix.com/externalFiles/6\\_T-ESPESD-003101.pdf](https://images.engormix.com/externalFiles/6_T-ESPESD-003101.pdf)

Garden. (2021). *Lohman White: Descripción de la raza de pollos y características, reglas para mantener las ponedoras*. <https://garden-es.desiguspro.com/kury/porody/loman-uajt.html>

Gil, P., Barroeta, A. C., & Garces, C. (2016). EL HUEVO COMO ALIMENTO FUNCIONAL Y SUS COMPONENTES. *Sitio Argentino de Produccion Animal*. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_aves/produccion\\_avicola/173-](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/173-huevo_como_alimento.pdf)

[huevo\\_como\\_alimento.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/173-huevo_como_alimento.pdf)

[huevo\\_como\\_alimento.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/173-huevo_como_alimento.pdf)

Gomez, H. R. (2015). *Sistema productivo avícola, caso de estudio: «Granjeros Guaycura A.C.»* [Posgrado]. Instituto Tecnológico De la Paz.

Grieve, D. (2010). *Puntos críticos de manejo de pollonas de ponedoras comerciales durante la fase de levante*. <https://es.scribd.com/doc/37783959/Levante-de-Pollas>

Herrera, J. K. L. (2011). *EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS DE LAS PONEDORAS DE LA LINEA LOHMANN BROWN-CLASSIC EN LA FASE DE LEVANTE, EN LA FINCA EXPERIMENTAL PUNZARA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA* [Área Agropecuaria y recursos naturales renovables, Universidad nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5422/1/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LOS%20PAR%C3%81METROS%20PRODUCTIVOS%20Y%20ECON%C3%93MICOS%20DE%20LAS%20PONEDORAS%20DE%20LA%20LINEA%20LOHMANN%20BROWNCLASSIC%20EN%20LA%20FASE%20DE%20LEVANTE%2C%20EN%20LA%20FINCA%20EXPERIMENTAL%20PUNZARA%20DE%20LA%20UN.pdf>

Herrera, J. M., Huberman, Y., & Yosef, F. A. (2018). *Evaluación de la protección conferida por Lactobacillus reuteri como probiótico en pollos mediante histomorfometría intestinal*. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1687/Herrera%2C%20Juan%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hisex. (2019). *Hisex White—Hisex*. <https://www.hisex.com/es/products-es/hisex-white-es/>

Hy-line. (2021). *Hy-Line Brown*. <https://www.hyline.com/spanish/variedades/brown>

- Hy-Line. (2021). *Hy-Line W-36*. <https://www.hyline.com/spanish/variedades/w-36>
- Isa-poultry. (2020). *ISA Brown—ISA*. <https://www.isa-poultry.com/es/products-es/isa-brown-es/>
- Itzá, M. F., y Ciro, J. A. (2020, julio). *Parámetros productivos importancia en producción avícola—BM Editores*. <https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-importancia-en-produccion-avicola/>
- Jaimes, A. (2010). Digestión en aves de engorda. *Veterinaria*. <https://alejandrajaimeperez.wordpress.com/2010/03/11/digestion-en-aves-de-engorde/>
- Jimenez, L. A., Vélez, I. H., & Lopez, A. J. (2005). *MANUAL DE PRODUCCIÓN DE PRODUCCIÓN DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA*. PDF. [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4271/avicultura\\_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4271/avicultura_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- La gallina ponedora. (2007). Aparato reproductor de la gallina. *Agrotendencia*. <https://agrotendencia.tv/agropedia/la-cria-de-gallina-ponedora/>
- Lohmann Tierzucht. (2013). *Guía de manejo LOHMANN TIERZUCHT*. PDF. <http://www.pronavicola.com/contenido/manuales/LB.pdf>
- Mantilla, I. del R., & Mejía, J. P. (2014). *Efecto del suministro de dos presentaciones de alimento en gallinas ponedoras Lohmann Brown durante la etapa de producción*. [Experimental]. Universidad de las fuerzas armadas ESPE.
- Marcade, E. (2010). *El huevo: Formación, estructura y composición – Transformando el infierno*.

<https://transformandoelinfierno.com/2010/09/22/el-huevo-formacion-estructura-y-composicion/>

Romero, M. T. (2020, febrero 19). Importancia de la avicultura productora de huevo. *Bmeditores*. <https://bmeditores.mx/avicultura/importancia-de-la-avicultura-productora-de-huevo/>

Morales, J. A. Andrea, & Suquillo, J. R. (2021). *Evaluación de dos sistemas de levante hasta inicio de la etapa de pre postura en gallina de postura comercial Lohmann Brown-Classic bajo dos dietas nutricionales* [Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Universidad de las fuerzas armadas ESPE]. [https://images.engormix.com/externalFiles/6\\_T-ESPESD-003101.pdf](https://images.engormix.com/externalFiles/6_T-ESPESD-003101.pdf)

North, M. O. (1993). *Manual de producción avícola* (3a. ed).

Peralta, M. F. (2017). Bases de la reproducción aviar. *Avicultura*. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/bases-reproduccion-aviar-t41275.htm>

Pérez A. (2013). *Influencia de factores nutricionales y de manejo sobre la productividad y la calidad del huevo en gallinas ponedoras rubias*. [https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/adriano\\_perez\\_bonilla.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/adriano_perez_bonilla.pdf)

PlusVetAnimalHealth. (2020, mayo 5). *Relación entre función digestiva, salud y productividad en gallinas ponedoras* [Informativa]. PlusVetAnimalHealth. <http://plus.vet/2020/05/05/relacion-entre-funcion-digestiva-salud-y-productividad-en-gallinas-ponedoras/>

Portillo. (2008). *Evaluación de tres dietas para gallina criolla cuello desnudo y su efecto sobre los parámetros productivos y reproductivos en su primer período de postura bajo un sistema semi-intensivo*. Chiquimula, Guatemala.

- [Universidad de san carlos de guatemala].  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/2930/1/19%20Z%20TG-1205-520.pdf>
- Produccion animal. (2016). *Lineas geneticas de ponedoras* [Informativa].  
[http://www7.uc.cl/sw\\_educ/prodanim/aves/si5.htm](http://www7.uc.cl/sw_educ/prodanim/aves/si5.htm)
- Rolon, R. V., Ovelar, R. alejandro, & Da silva, M. O. (2018). *SUSTITUCIÓN PARCIAL DE BALANCEADO COMERCIAL CON ALIMENTO ALTERNATIVO EN LA DIETA DE GALLINAS DE POSTURA DE LA LÍNEA HY-LINE BROWN*. 1, 59-63.
- Ruiz Díaz, N., Orrego, G., Reyes, M., & Silva, M. (2016, marzo). Aumento de la Temperatura de Incubación en Huevos de Gallina Araucana (*Gallus inauris*): Efecto sobre la Mortalidad Embrionaria, Tasa de Eclosión, Peso del Polluelo, Saco Vitelino y de Órganos Internos. *International Journal of Morphology*, Vol.34(no.1), 57-62.
- Salvador (2018). *Parámetros productivos y reproductivos en cuatro razas de gallinas (gallus gallus domesticus) de doble propósito*.
- SIAP. (2020). *Panorama Agroalimentario 2020*. PDF.  
<https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=86299>
- UNA. (2019). *México, promedio de consumo anual: 345 huevos por habitante*.  
<https://una.org.mx/mexico-promedio-de-consumo-anual-345-huevos-por-habitante/>
- UNA. (2020). *Situación de la Avicultura Mexicana Expectativas 2021* [Estadístico].  
<https://una.org.mx/industria/>
- Unidad de Innovación. (2018). *Técnica de la ovoscopia*.  
<https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de->

cursos/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas/tecnica-de-la-  
ovoscopia

USDA. (2019, de 03 de). *Mexico Poultry and Products Semi-annual Mexican Poultry*

*Sector Continues its Steady Growth.*

[https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?f](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Semi-annual_Mexico%20City_Mexico_3-19-2019.pdf)

[ilename=Poultry%20and%20Products%20Semi-](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Semi-annual_Mexico%20City_Mexico_3-19-2019.pdf)

[annual\\_Mexico%20City\\_Mexico\\_3-19-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Poultry%20and%20Products%20Semi-annual_Mexico%20City_Mexico_3-19-2019.pdf)

White, H. (2021). *LA CALIDAD QUE CUENTA. 2.*

## XII. ANEXOS

### 12.1 Variables productivas

#### 12.1.1 Consumo de alimento

Cuadro 25. Análisis de varianza (ANOVA) de consumo de alimento

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	563.821	93.970	38.32	.0256
Error	2	4.904	2.452		
Total correcto	8	568.725			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Consumo medio
.991	1.318	1.565	118.748

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	450.979	225.489	91.96	.0108
Periodo	2	107.200	53.600	21.86	.0437
Corral	2	5.641	2.820	1.15	.4651

Cuadro 26. Comparación de medias para tratamientos

Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
a	124.687	3	B
a	122.760	3	C
b	108.800	3	A

Cuadro 27. Comparación de medias para periodos

Agrupamiento	Media	N	Periodo
a	123.277	3	3
ab	118.063	3	1
b	114.907	3	2

Cuadro 28. Comparación de medias para corrales

Agrupamiento	Media	N	Corral
a	119.497	3	I
a	119.097	3	II
a	117.653	3	III

### 12.1.2 Conversión alimenticia

Cuadro 29. Análisis de varianza (ANOVA) de conversión alimenticia

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	.524	.087	10.82	.0870
Error	2	.016	.008		
Total correcto	8	.540			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Conversión media
.970	3.137	.089	2.864

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	.366	.183	3.04	.042
Periodo	2	.049	.024	22.71	.247
Corral	2	.108	.054	6.69	.130

Cuadro 30. Comparación de medias para tratamientos

Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
a	3.090	3	B
ab	2.903	3	C
b	2.600	3	A

Cuadro 31. Comparación de medias para periodos

Agrupamiento	Media	N	Periodo
a	2.920	3	1
ab	2.913	3	3
b	2.760	3	2

Cuadro 32. Comparación de medias para corrales

Agrupamiento	Media	N	Corral
a	2.970	3	III
a	2.910	3	II
a	2.713	3	I

### 12.1.3 Ganancia de peso

Cuadro 33. Análisis de varianza (ANOVA) de ganancia de peso

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	643.333	107.222	60.31	.0164
Error	2	3.555	1.777		
Total correcto	8	646.888			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ganancia media
.994	13.48	1.333	9.888

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	153.555	76.777	43.19	.002
Periodo	2	432.888	216.444	121.19	.008
Corral	2	56.888	28.444	16.00	.058

Cuadro 34. Comparación de medias para tratamientos

Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
a	15.333	3	A
ab	9.000	3	B
b	5.333	3	C

Cuadro 35. Comparación de medias para periodos

Agrupamiento	Media	N	Periodo
a	19.667	3	1
b	5.667	3	3
b	4.333	3	2

Cuadro 36. Comparación de medias para corrales

Agrupamiento	Media	N	Corral
a	11.667	3	I
a	11.667	3	III
a	6.333	3	II

#### 12.1.4 Peso de la gallina

Cuadro 37. Análisis de varianza (ANOVA) de peso de la gallina

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	12316.666	2052.777	10.67	.0882
Error	2	384.888	192.444		
Total correcto	8	12701.555			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Peso media
.969	.813	13.872	1706.22

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	843.555	421.777	2.19	.313
Periodo	2	10478.222	5239.111	27.22	.035
Corral	2	994.888	497.444	2.58	.278

Cuadro 38. Comparación de medias para tratamientos

Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
a	1714.670	3	A
a	1711.330	3	B
a	1692.670	3	C

Cuadro 39. Comparación de medias para periodos

Agrupamiento	Media	N	Periodo
a	1741.330	3	3
ab	1717.330	3	2
b	1660.000	3	1

Cuadro 40. Comparación de medias para corrales

Agrupamiento	Media	N	Corral
a	1719.670	3	III
a	1705.000	3	I
a	1694.000	3	II

### 12.1.5 Peso del huevo

Cuadro 41. Análisis de varianza (ANOVA) de peso del huevo

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	15.333	2.555	23.00	.0422
Error	2	.222	.111		
Total correcto	8	15.555			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Pesohuevo media
.985	.614	.333	54.222

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	4.888	2.111	19.00	.050
Periodo	2	2.888	1.444	13.00	.071
Corral	2	8.222	4.111	37.00	.026

Cuadro 42. Comparación de medias para tratamientos

Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
a	55.000	3	A
ab	54.333	3	C
b	53.333	3	B

Cuadro 43. Comparación de medias para periodos

Agrupamiento	Media	N	Periodo
a	55.000	3	3
a	54.000	3	2
a	53.666	3	1

Cuadro 44. Comparación de medias para corrales

Agrupamiento	Media	N	Corral
a	55.333	3	III
ab	54.333	3	II
b	53.000	3	I

### 12.1.6 Ancho de huevo

Cuadro 45. Análisis de varianza (ANOVA) para ancho de huevo

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	.906	.151	5.44	.1634
Error	2	.055	.027		
Total correcto	8	.962			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Ancho media
.942	.396	.166	42.004

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	.108	.054	1.96	.200
Periodo	2	.222	.111	4.00	.333
Corral	2	.575	.287	10.36	.080

Cuadro 46. Comparación de medias para tratamientos

Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
a	42.166	3	A
a	42.066	3	C
a	41.900	3	B

Cuadro 47. Comparación de medias para periodos

Agrupamiento	Media	N	Periodo
a	42.266	3	3
a	41.933	3	2
a	41.933	3	1

Cuadro 48. Comparación de medias para corrales

Agrupamiento	Media	N	Corral
a	42.300	3	III
a	42.133	3	II
a	41.700	3	I

12.1.7 Alto de huevo

Cuadro 49. Análisis de varianza (ANOVA) para alto de huevo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	3.586	.597	8.03	.1149
Error	2	.148	.074		
Total correcto	8	3.735			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Alto media
.960	.504	.272	54.077

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1.202	.057	8.07	.563
Periodo	2	.115	.061	.78	.110
Corral	2	2.268	1.134	.15.24	.061

Cuadro 50. Comparación de medias para tratamientos

Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
a	54.400	3	A
a	54.266	3	C
a	53.566	3	B

Cuadro 51. Comparación de medias para periodos

Agrupamiento	Media	N	Periodo
a	54.233	3	3
a	54.033	3	1
a	53.966	3	2

Cuadro 52. Comparación de medias para corrales

Agrupamiento	Media	N	Corral
a	54.600	3	III
a	54.233	3	II
a	53.400	3	I

#### 12.1.8 Masa de huevo

Cuadro 53. Análisis de varianza (ANOVA) para masa de huevo

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	3.915	.652	16.33	.0588
Error	2	.079	.039		
Total correcto	8	3.995			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Masadehuevo media
.980	.938	.199	21.293

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1.391	.695	17.41	.0543
Periodo	2	1.833	.916	22.94	.0418
Corral	2	.690	.345	8.64	.1030

Cuadro 54. Comparación de medias para tratamientos

Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
a	21.610	3	A
a	21.530	3	C
a	20.739	3	B

Cuadro 55. Comparación de medias para periodos

Agrupamiento	Media	N	Periodo
a	21.729	3	3
ab	21.479	3	2
b	20.671	3	1

Cuadro 56. Comparación de medias para corrales

Agrupamiento	Media	N	Corral
a	21.529	3	II
a	21.445	3	I
a	20.904	3	III

## 12.2 Variables reproductivas

### 12.2.1 Numero de huevos fértiles

Cuadro 57. Análisis de varianza (ANOVA) para número de huevos fértiles

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	62.000	10.333	2.16	.3495
Error	2	9.555	4.777		
Total correcto	8	71.555			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Huevofertil media
.866	8.162	2.185	26.777

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1.555	.777	.16	.1424
Periodo	2	57.555	28.777	.02	.8600
Corral	2	2.888	1.444	.30	.7670

Cuadro 58. Comparación de medias para tratamientos

Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
a	27.333	3	A
a	26.667	3	C
a	26.333	3	B

Cuadro 59. Comparación de medias para periodos

Agrupamiento	Media	N	Periodo
a	29.333	3	3
a	27.667	3	2
a	23.333	3	1

Cuadro 60. Comparación de medias para corrales

Agrupamiento	Media	N	Corral
a	27.333	3	II
a	27.000	3	I
a	25.000	3	III

### 12.2.3 Número de huevos eclosionados

Cuadro 61. Análisis de varianza (ANOVA) para número de huevos eclosionados

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	26.666	4.444	.41	.830
Error	2	21.555	10.777		

Total correcto	8	48.222			
R-cuadrado		Coef Var	Raíz MSE	Huevo eclosionado media	
.552		18.819	3.282	17.444	
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	6.888	3.444	.32	.723
Periodo	2	8.222	4.111	.38	.757
Corral	2	11.555	5.777	.54	.651

Cuadro 62. Comparación de medias para tratamientos

Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
a	18.667	3	A
a	17.000	3	C
a	16.667	3	B

Cuadro 63. Comparación de medias para periodos

Agrupamiento	Media	N	Periodo
a	18.667	3	2
a	17.333	3	1
a	16.333	3	3

Cuadro 64. Comparación de medias para corrales

Agrupamiento	Media	N	Corral
a	19.000	3	II
a	17.000	3	I
a	16.333	3	III

### 12.2.3 Peso del pollo a la eclosión

Cuadro 65. Análisis de varianza (ANOVA) para peso del pollo a la eclosión

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	43.333	7.222	.97	.587
Error	2	14.888	7.444		
Total correcto	8	58.222			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Peso eclosión media
.744	7.097	2.728	38.44

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1.555	.777	.10	.276
Periodo	2	38.888	19.444	2.61	.905
Corral	2	2.888	1.444	.19	.837

Cuadro 66. Comparación de medias para tratamientos

Agrupamiento	Media	N	Tratamiento
a	39.000	3	C
a	38.000	3	A
a	38.000	3	B

Cuadro 67. Comparación de medias para periodos

Agrupamiento	Media	N	Periodo
a	40.667	3	2
a	39.000	3	3
a	35.667	3	1

Cuadro 68. Comparación de medias para corrales

Agrupamiento	Media	N	Corral
a	39.000	3	III
a	39.667	3	II
a	37.667	3	I