



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM
TEMASCALTEPEC**



**LICENCIATURA INGENIERO AGRÓNOMO
ZOOTECNISTA**

TESIS

**FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN EN GALLINA DE POSTURA
LOHMANN BROWN EN SISTEMA INTENSIVO**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A:

ROLANDO LEONEL GONZÁLEZ ROMÁN

ASESOR:

Dr. en CARN. HÉCTOR HUGO VELÁZQUEZ VILLALVA

CO-ASESOR

Dr. en C. JOSÉ CEDILLO MONROY

TEMASCALTEPEC, MÉXICO; NOVIEMBRE 2021

CONTENIDO

CONTENIDO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. JUSTIFICACIÓN	4
IV. OBJETIVOS	5
4.1 Objetivo general	5
4.2 Objetivos específicos.....	5
V. REVISIÓN DE LITERATURA	6
5.1 Función de producción	6
5.2 Óptimo técnico o nivel de máxima producción (NOT)	7
5.3 Nivel óptimo económico (NOE) o de máxima ganancia	7
5.4 Etapas de la función de producción simple	8
5.4.1 Etapa I	8
5.4.2 Etapa II	9
5.4.3 Etapa III	10
5.5 Producción de huevo en el mundo	10
5.6 Producción de huevo en México	11
5.7 Principales países productores de huevo en el mundo.....	12
5.8 Principales estados productores de huevo en México	12
5.9 Consumo per cápita del huevo por países	12
5.10 Consumo per cápita en México.....	12
5.11 Características generales de las gallinas	13

5.12 Origen y domesticación de las aves de postura.....	13
5.13 Clasificación taxonómica de la gallina	14
5.14 Clasificación de las aves por su función zootécnica	14
5.14.1 Gallinas ligeras o livianas.....	14
5.14.2 Gallinas pesadas	15
5.14.3 Gallinas Semi-pesadas.....	15
5.15 Líneas ligeras productoras de huevo	15
5.15.1 Gallina Leghorn.....	15
5.15.2 Gallina Lohmann LSL	16
5.15.3 Gallina Dekalb White.....	17
5.15.4 Gallina Hysex White	18
5.15.5 Gallina Hy Line W80	19
5.16 Líneas Semi-pesadas productoras de huevo	20
5.16.1 Gallina Hy- line Brown	20
5.16.2 Gallina Babcock Brown.....	21
5.16.3 Gallina Isa Brown.....	22
5.16.4 Gallina Lohmann Brown	23
5.16.5 Gallina Brown Nick.....	24
5.17 Partes externas de las aves de postura	25
5.17.1 Piel	25
5.17.2 Pico	25
5.17.3 Cresta y barbilla	26
5.17.4 Ojo.....	26
5.17.5 Orejilla	26
5.17.6 Oído	26

5.17.7 Occipucio	27
5.17.8 Alas	27
5.17.9 Patas	27
5.17.10 Plumas	27
5.18 Partes internas de las aves de postura	27
5.18.1 Lengua	28
5.18.2 Esófago	28
5.18.3 Buche	28
5.18.4 Estomago	28
5.18.5 Proventrículo	29
5.18.6 Molleja	29
5.18.7 Intestino delgado	29
5.18.8 Intestino grueso	30
5.18.9 Cloaca	31
5.19 Sistema reproductivo de la gallina de postura	32
5.19.1 Ovario	32
5.19.2 Oviducto	32
5.19.3 Infundíbulo	34
5.19.4 Magnum	34
5.19.5 Istmo	35
5.19.6 Útero	35
5.19.7 Vagina	36
5.19.8 Cloaca	36
5.20 Proceso de la formación del huevo	36
5.21 Composición química del huevo de gallina	38

5.22 Partes del huevo	40
5.22.1 Yema o vitelo	40
5.22.2 Membrana vitelina	40
5.22.3 Clara	40
5.22.4 Cascara	40
5.22.5 Cutícula	41
5.22.6 Cámara de aire	41
5.23 Sistemas de producción	42
5.23.1 Sistema de producción extensivo	42
5.23.2 Sistema de producción Semi-intensivo	42
5.23.3 Sistema de producción intensiva	42
5.24 Fotoperiodo en aves de postura	43
VI. MATERIAL Y MÉTODO	45
6.1 Área de estudio	45
6.2 Preparación de la instalación.....	45
6.3 Recepción de las aves de postura en piso.....	46
6.4 Recepción de las gallinas de postura en jaula	47
6.5 Distribución de las gallinas.....	48
6.6 Alimentación	48
6.7 Suministro de agua	49
6.8 Fotoperiodo.....	50
6.9 Variables de respuesta	51
6.9.1 Consumo de alimento	51
6.9.2 Ganancia de peso.....	51
6.9.3 Peso del huevo.....	52

6.10 Optimo técnico	52
6.11 Optimo económico	53
6.12 Análisis de resultados	53
VII. RESULTADOS	54
7.1 Producción de huevo	54
7.2 Consumo promedio de alimento y peso promedio de las gallinas por semana.	57
7.3 Función de producción	60
7.3.1 Optimo técnico	67
7.3.2 Optimo económico.....	68
VIII. DISCUSIÓN	70
IX. CONCLUSIONES	72
X. RECOMENDACIONES	73
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
XII. ANEXOS	82

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Producción de huevo en 2018.....	12
Cuadro 2 Composición química del huevo	39
Cuadro 3 Análisis bromatológico del alimento para gallinas de postura Campi huevo.	48
Cuadro 4 Masa de huevo producida con respecto a las semanas de producción..	54
Cuadro 5 Análisis de varianza (ANDEVA) en producción de masa de huevo por semana.	56
Cuadro 6 Consumo promedio de alimento y peso promedio de las gallinas.....	57
Cuadro 7 Análisis de varianza (ANDEVA) para consumo promedio de alimento y peso promedio de la gallina a la semana.	59
Cuadro 8 Consumo de alimento y masa de huevo producida por semana.	60
Cuadro 9 Producto total, Producto medio y Producto físico marginal.....	62
Cuadro 10 Análisis de varianza (ANDEVA) función de producción	63
Cuadro 11 Indicador para condición corporal del manual de ponedoras lohmann brown-classic.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Raza de gallina Leghorn	16
Figura 2. Gallinas de línea Lohmann SLS.	17
Figura 3. Línea de gallina Dekalb White	18
Figura 4. Línea de gallinas Hy-line W80	20
Figura 5. Línea de gallinas Hy-line Brown	21
Figura 6. Gallina Babcock Brown	22
Figura 7. Gallina Isa Brown	23
Figura 8. Gallina Lohmann Brown.....	24
Figura 9. Gallina Brown Nick.....	25
Figura 10. Partes internas de la gallina	31
Figura 11. Proceso de formación del huevo en el aparato reproductivo de las gallinas.....	38
Figura 12. Partes del huevo	41
Figura 13. Área para producción avícola de la posta zootécnica	45
Figura 14. Desinfección del área de estudio	46
Figura 15. Recepción de las aves Lohmann Brown.....	47
Figura 16. Pesaje de recepción de las aves	47
Figura 17. Distribución de las aves por lotes.	48
Figura 18. Pesaje del alimento a ofrecer	49
Figura 19. Línea de suministro de agua.....	50
Figura 20. Lámparas fluorescentes para fotoperiodo	50

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gràfica 1.Función de producción etapa I	8
Gràfica 2.Función de producción etapa II	9
Gràfica 3.Función de producción etapa III	10
Gràfica 4.Semanas de producción y masa de huevo acumulado.	55
Gràfica 5.Consumo de alimento y ganancia de peso promedio a la semana.	58
Gràfica 6.Consumo de alimento y masa de huevo producido	61
Gràfica 7.Producto medio y producto físico marginal por insumo	63
Gràfica 8.Grafica etapa I,II y II de la función de producción	66

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estimar la función de producción, el óptimo técnico, óptimo económico y la curva de producción en aves de postura Lohmann Brown en sistema intensivo, el experimento se realizó de febrero de 2020 a enero del 2021, en la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, se utilizaron 72 gallinas, distribuidas al azar en 24 espacios con 3 gallinas cada uno. Las variables evaluadas fueron: semanas en producción de las aves, consumo total de alimento y masa de huevo producido. El análisis de datos se realizó con una hoja de cálculo (Excel del office 365). La función de producción obtenida fue polinómica de segundo orden: $y = -2344.6 + 80.839x - 0.6895x^2$, con una F de 210.843 y un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.941$, con la cual se pudo predecir la cantidad de masa de huevo producida a partir del consumo de alimento. La máxima producción (óptimo técnico), se encuentra después del cruce de las curvas del producto medio y del producto físico marginal; situación que ocurre en 58.621 kg de insumo variable (alimento) y una producción de masa de huevo de 24.85 kg. La máxima ganancia (óptimo económico) que se obtiene con el consumo de 58.476 kg de alimento y una producción de masa de huevo de 24.84 kg. La ecuación estimada para predecir el peso promedio de las gallinas por semana a través del consumo promedio del alimento fue polinómica de segundo orden siendo la sig: $y = 19826 - 52742x + 37430x^2$ con una F de 281.868, la (R^2) fue de 0.923 o 92.30 %. Al estimar la función de producción se puede observar el consumo de alimento en kg que se transforma en la producción de masa de huevo, además de conocer las cantidades de recursos insumo-producto que maximizan la producción y la utilidad, lo cual es una herramienta que permite a los productores optimizar el comportamiento productivo de las gallinas.

Palabras clave: Gallina de postura, Función de Producción, Optimo Técnico, Optimo Económico.

I. INTRODUCCIÓN

La avicultura es la rama de la ganadería que trata de la cría, explotación y reproducción de las aves domésticas con fines económicos, científicos o recreativos. La Industria Avícola, presenta la mayor tasa de crecimiento dentro de las actividades agrícolas, pecuarias y pesqueras, constituye un sector fundamental de la producción de alimentos y un importante elemento dentro de la dieta de una gran parte la población del país (CEDRSSA, 2019).

El sector avícola es considerado dentro de la estrategia de seguridad alimentaria ya que contribuye en un 55.0 % a la aportación de proteína; la carne de pollo tiene una participación del 38.4 % y del huevo con 17.0 %, seguidos por la leche de vaca 19.0 %, carne de res 15.8 % y carne de cerdo 8.0 % (CEDRSSA, 2019).

Datos preliminares registraron que la producción de huevo en 2018 fue de dos millones 932 mil toneladas, con un valor de 58 mil millones 321 mil pesos, y para 2019 se pronostica una producción de tres millones 009 mil toneladas según el SIAP. En 2019, el consumo de huevo fue de 2.7 % superior al del año pasado, y se prevé que el consumo por persona sea de 22.8 kg, con lo que México se mantendrá como primer consumidor a nivel mundial (SMATTCOM, 2019).

El principal consumidor de huevo a nivel mundial es México, con un consumo per cápita promedio de 20.8 kg de huevo (casi un huevo diario). La avicultura en México representa un 63.0 % de la producción pecuaria de la cual el 27.9 % corresponde a la producción de huevo para plato. Los modelos económicos sugieren que para el 2024 la avicultura mexicana producirá al menos el 74.0 % de la oferta total de proteína animal (Unión Nacional de Avicultores, 2020).

Para el cierre de 2020, se estima que la producción avícola nacional crezca 3.0 % respecto a la de 2019 (Unión Nacional de Avicultores, 2020).

El actual ranking de los mayores estados productores de huevo en México es el siguiente: Jalisco, 53.0 %; Puebla, 16.0 %; Sonora, 8.0 %; Coahuila (La Laguna), 5.0 %; Yucatán, 4.0 %; Sinaloa, 3.0 %; Nuevo León, 3.0 %, y Guanajuato, 2.0 % (Barajas, 2015).

En la producción de huevo para plato, participan varios factores como (alimentación, raza de la estirpe, edad de las aves, mano de obra, sanidad de las aves) que donde existe una relación entre la cantidad de insumos y el volumen producido de tal manera que aportan cierto porcentaje en la producción y que están relacionados entre sí de cierta manera (Hernández, 2016).

Para conocer esta relación entre los factores o insumos y la producción es necesario utilizar las funciones de producción, las cuales son una herramienta fundamental para establecer la dependencia de la producción con respecto a los factores independientes (Hernández, 2016).

La función de producción de Cobb-Douglas es la función de producción más utilizada en economía, basada su popularidad en el cumplimiento de las propiedades básicas que los economistas consideran deseables. Es la función de producción neoclásica por excelencia (Hernández, 2016).

II. ANTECEDENTES

Hernández (2016) Determina que, con la utilización de la función de producción de Cobb-Douglas, y el empleo de los factores, Pastizal Natural (PN), Total de Animales (TA) y los Gastos de Alimentación (GA), en la Producción Total de Carne (Y), Podemos concluir que los bovinos carne en los cuatro municipios de estudio ofrecen buenos resultados (aceptables), pues se obtuvieron rendimientos crecientes a escala durante el periodo de estudio que fue de febrero a Julio de 2015. Como resultado del análisis desarrollado en la aplicación de la función de producción de Cobb-Douglas, nos ha permitido comprender la situación productiva del sector, así como la influencia de cada uno de los factores de producción.

Pech *et al.* (2002) Indican que, el insumo alimento concentrado no necesita aumentarse para incrementar la producción; sin embargo, el signo negativo del coeficiente X^1 , indica que si se disminuye en una unidad el alimento concentrado, el producto marginal sería igual a cero, alcanzándose en ese nivel el óptimo económico, evidenciando que el aporte de alimento concentrado está excedido para los fines de producción.

Fernández, (2013) Menciona que, los índices de mayor influencia tendrán en la productividad serán prolificidad, relacionada directamente con la longevidad y la mortalidad de los lechones en lactación, pero el comportamiento de estos factores, está influido en mayor o menor medida por el resto de los factores, la duración de la lactación, que es de fácil decisión por parte de los porcinocultores, tiene una importancia también muy grande y el análisis de las diferentes investigaciones permiten llegar al consenso de que lactaciones muy cortas (menos de 14 días) o muy largas (más de 28 días) influirán de forma negativa en la productividad numérica de las cerdas.

III. JUSTIFICACIÓN

La función de producción se enfoca en analizar cómo se relacionan los factores productivos con la producción, a los individuos presentes en la actividad avícola le es de suma importancia encontrar la secuencia óptima de cruce entre estos factores; volumen de producción, cantidad de alimento, aves en producción y mano de obra empleada en la actividad. Es decir, cómo combinarlos con el fin de garantizar un rendimiento adecuado para una determinada actividad económica.

En México se cuenta con pocos estudios de este tipo, para conocer la relación entre los insumos y la producción. Es necesario utilizar la función de producción, la cual es una herramienta fundamental para establecer la dependencia de la producción, al respecto existen metodologías para estimar la eficiencia del uso de recursos en cualquier unidad de producción avícola (Cuevas *et al.*, 2018).

También es importante analizar las conductas de crecimiento mediante un aumento preciso de los factores productivos. Un aspecto sumamente importante en las empresas pecuarias es la descripción de su producción en términos de eficiencia del uso de recursos, pues de esto depende el grado de eficiencia económica, el comportamiento decreciente en aves de postura puede reflejar un uso ineficiente de los recursos involucrados en las unidades de producción (Pech *et al.*, 2002).

Una de estas metodologías consiste en la estimación de funciones de producción, mediante las cuales se establecen relaciones entre uno o más productos y los factores o insumos que intervienen en su producción, pudiendo de esta manera predecir los valores de producción y determinar los valores óptimos del uso de insumos y productividad marginal (Cuevas *et al.*, 2018).

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Estimar la función de producción en aves de postura Lohmann Brown en sistema intensivo.

4.2 Objetivos específicos

- Conocer el óptimo técnico en aves de postura Lohmann Brown en sistema intensivo.
- Valorar el óptimo económico en aves de postura Lohmann Brown en sistema intensivo.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Función de producción

Una función de producción indica el máximo nivel de producción que puede obtener con cada combinación específica de factores. La relación entre los factores del proceso de producción resultante puede describirse por medio de una función de producción (Pindyck y Rubinfeld, 2009).

La función de producción presenta la relación que se establece entre la cantidad de insumos y factores intervinientes para producir un determinado bien, teniendo en cuenta la calidad del mismo. Para garantizar que la función de producción es la adecuada o la que responde a las demandas de la sociedad se requiere fijar objetivos claros y precisos, seleccionar los insumos y las estrategias que posibilitarán la concreción del proceso productivo que arrojará como resultado final o salida un producto calificado con determinadas destrezas, habilidades y conocimientos; es decir con competencias que lo habiliten para insertarse en el sector productivo con eficacia y eficiencia (Rajimon, 2010).

La relación entre insumos y productos, es decir, la tecnología de producción, expresada en términos numéricos o matemáticos se llama función de producción (o función del producto total). Una función de producción muestra las unidades de producto total como una función de unidades de insumos (Case, 2015).

La actividad de toda empresa es convertir los factores productivos en bienes. Dado a que los economistas les interesan las elecciones que hace la empresa para lograr el objetivo, pero que también quieren evitar el análisis de las muchas complejidades implícitas en el proceso de ingeniería, han optado por construir un modelo abstracto de la producción. En él han formalizado la relación entre los factores de producción y los bienes con una función de producción de la siguiente forma:

$$Q = f(k, l)$$

Donde Q representa la producción de un determinado bien durante un periodo, k representa la maquinaria (es decir, el capital) utilizada durante el periodo, l representa las horas de trabajo (Nicholsón, 2011).

5.2 Óptimo técnico o nivel de máxima producción (NOT)

El óptimo técnico (NOT) es aquel donde la función de producción encuentra su punto máximo en términos de la producción física por volumen. El (NOT) se ubica, siempre, arriba del óptimo económico y representa el nivel de producción donde no intervienen los precios de los insumos. Una vez determinadas las funciones de producción, es posible indicar que al inicio la producción aumentará a una mayor velocidad de transformación del insumo variable en el producto total (Rebollar *et al.*, 2014).

5.3 Nivel óptimo económico (NOE) o de máxima ganancia

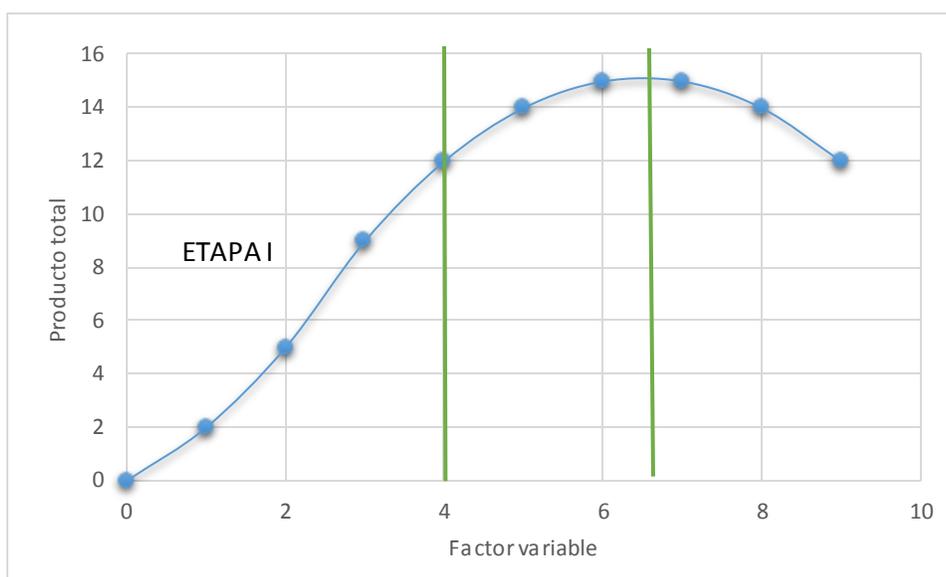
El nivel óptimo económico (NOE) corresponde al nivel de producción donde se maximizan los beneficios (ingresos totales), en relación con los precios de los productos y de la estructura de costos se produce donde el PMg del insumo variable se iguala a su costo marginal (CMg), definido como el aumento en el costo total (CT) necesario para producir una cantidad adicional de producto dado que los rendimientos son decrecientes; o bien, cuando el valor de la derivada, en ese punto, sea igual a la relación de precios del mismo y del producto (Rebollar *et al.*, 2014).

5.4 Etapas de la función de producción simple

5.4.1 Etapa I

Rendimientos Crecientes: Se inicia donde el nivel de X es cero y finaliza al nivel en el cual el PMe y el PMg se cruzan, es decir en el punto del Óptimo Técnico (García, 2004).

Gràfica 1. Función de producción etapa I



5.4.1.1 Rendimiento creciente

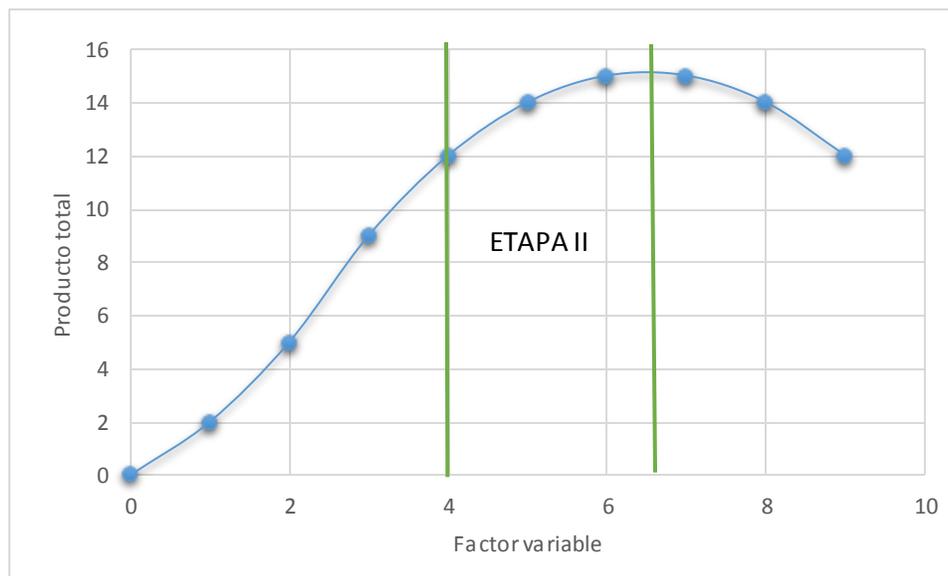
Cuando un trabajador adicional es contratado se espera que incremente la producción, y cuando ésta crece más que proporcionalmente se le denominan rendimientos crecientes. Por ejemplo, si un único trabajador produce 10 productos en un tiempo determinado y al contratar a un trabajador adicional la producción crece a 30 artículos; es decir, el producto total crece más del doble. Al mismo tiempo, el producto marginal se encuentra por encima del producto medio indicando

al empresario que se puede seguir contratando personal dado que la producción se incrementa más que proporcionalmente (Valencia, 2015).

5.4.2 Etapa II

Rendimientos Decrecientes: Se inicia en el máximo gradiente y finaliza al nivel del insumo para el cual el PMg se hace cero y el PT alcanza su máximo, es decir en el Máximo Técnico (García, 2004).

Gràfica 2. Función de producción etapa II



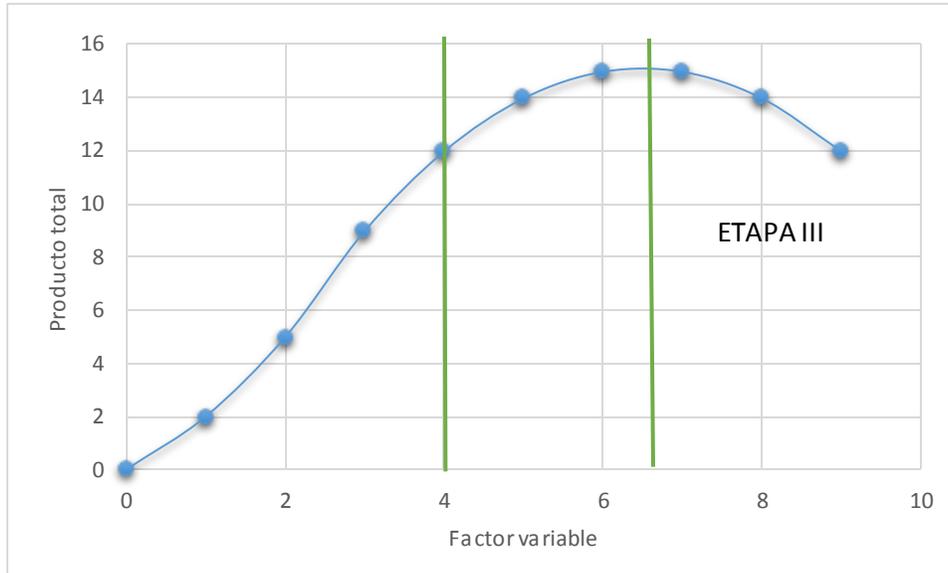
5.4.2.1 Rendimiento decreciente

Señala que se obtendrá menos y menos producción adicional cuando se incrementan dosis adicionales de un insumo, mientras los demás insumos se mantengan constantes. Así mientras un trabajador logra producir 10 artículos en un periodo de tiempo dado, al contratar a un segundo trabajador éste produce únicamente 9 artículos; y un tercero produce sólo 7 (Valencia, 2015).

5.4.3 Etapa III

Rendimientos Negativos: Comienza en el punto del máximo técnico y finaliza cuando el PT y el PMg se hacen igual a cero (García, 2004).

Gràfica 3. Función de producción etapa III



5.4.3.1 Rendimientos negativos

Se obtienen cuando al contratar trabajadores adicionales la producción decrece, será el principal indicador de que ya no es conveniente contratar más personal; por el contrario, habrá que despedir a los que no sean eficientes (Valencia, 2015).

5.5 Producción de huevo en el mundo

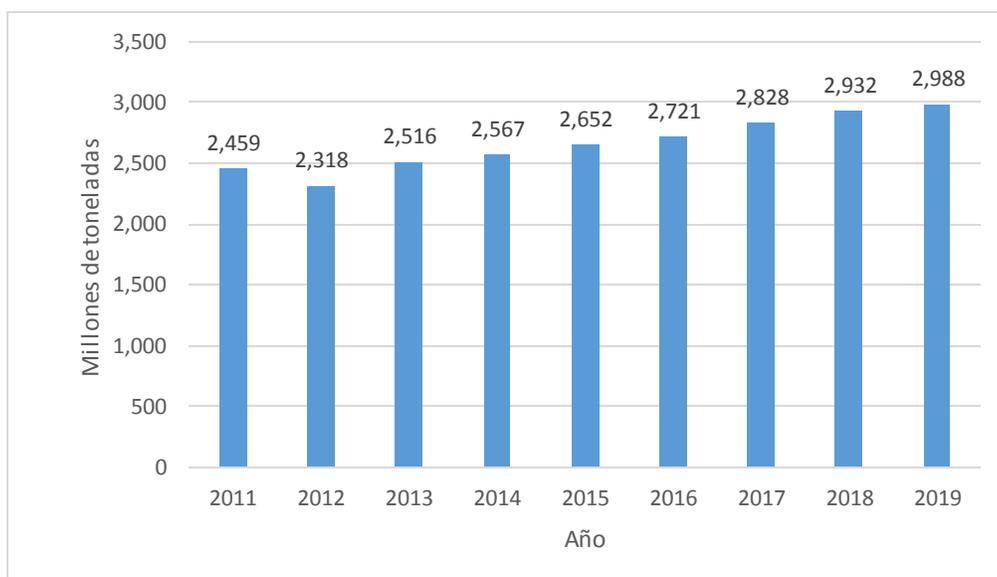
Las gallinas representan el 92.0 % de la producción mundial de huevos. A nivel regional, las especies de aves de corral que no son gallinas proporcionan el 12.0 % de los huevos en Asia, el 1.0 % en las Américas (el 3.0 % en América Latina), el 0.6

% en Oceanía y el 0.8 % en Europa. La producción de huevos de aves de corral distintas de las gallinas es casi inexistente en África (FAO, 2018).

China es el mayor productor mundial de huevos, con el 42.0 % de la producción mundial, seguida de los Estados Unidos 7.0 % y la India 6.0 %. Asia es la mayor región productora de huevos, con más del 60.0 % de la producción mundial (FAO, 2018).

5.6 Producción de huevo en México

Grafica 4 Producción de huevo en México de 2011-2019



(Statista, 2021).

En cuanto a la producción de huevo en México, esta fue superior a las 2.9 millones de toneladas al cierre de 2020, lo que refleja un crecimiento de 2.8 % respecto a 2019. Asimismo, el crecimiento en la producción de huevo en el lapso de 2009 a 2019 fue de 20.0 %, con una Tasa de Crecimiento Media Anual de 1.8 % (Unión Nacional de Avicultores, 2021).

5.7 Principales países productores de huevo en el mundo

Con 125 millones de cajas de huevo, México se ubica como el cuarto productor a nivel mundial, después de China (1,090 millones de cajas), EUA (243 millones de cajas) e India (215 millones de cajas) nuestro país está por encima de Japón, Rusia, Brasil, Turquía e Irán (CEDRSSA, 2019).

5.8 Principales estados productores de huevo en México

Cuadro 1. Producción de huevo en 2018

Entidad	Toneladas	Porcentaje
Jalisco	1,300,558	53.8
Puebla	417,357	17.3
Sonora	118,693	4.9
San Luis potosí	82,305	3.4
Total Nacional	2,418,062	100

(CEDRSSA, 2019)

5.9 Consumo per cápita del huevo por países

Rusia con 18.44 kg; en tercer lugar Colombia con 16.3 kg; Argentina en cuarto lugar con 15.5 kg, y en quinto Nueva Zelanda con 14.6 kg (CEDRSSA, 2019).

5.10 Consumo per cápita en México

México es el principal consumidor de huevo fresco a nivel mundial; el consumo per cápita del mexicano es de 28.0 kg casi un huevo al día (CEDRSSA, 2019).

5.11 Características generales de las gallinas

La gallina como ave, tiene el cuerpo recubierto de plumas, que les protegen del frío y calor, de la humedad, de los rayos del sol, es el animal de granja más criado en el mundo entero (Delgado, 2016).

Son animales omnívoros que se alimentan tanto de vegetales como de otros animales, pasan la mayor parte de su tiempo sobre el suelo aunque son capaces de dar pequeños vuelos, es un animal diurno y gregario, vive unos 12 años; son territoriales, jerárquicos y por orden de jerarquía se reparten la comida o el lugar donde dormir (Delgado, 2016).

5.12 Origen y domesticación de las aves de postura

El origen de las aves de corral se sitúa en el sureste de Asia. El naturalista británico Charles Darwin las consideró descendientes de una única especie silvestre, el gallo bankiva, que vive en estado salvaje desde India hasta Filipinas pasando por el Sureste asiático (García, 2012).

La gallina es uno de los primeros animales domésticos que se mencionan en la historia escrita. Se hace referencia al animal en antiguos documentos chinos que indican que esta criatura de Occidente había sido introducida en China hacia el año 1400 a.C. En tallas babilónicas del año 600 a.C. aparecen gallinas, que son también mencionadas por los escritores griegos primitivos, en especial por el dramaturgo Aristófanes en el año 400 a.C. (García, 2012).

Las aves de corral están hoy distribuidas por casi todo el mundo. En los países occidentales la tendencia actual es a la especialización de la producción en granjas avícolas: algunos productores se encargan del incubado de huevos, otros de la producción de huevos para el consumo y otros de la cría de pollos para el mercado de la carne, hoy se conocen numerosas razas y varios cientos de variedades de

aves de corral y se desarrollan variedades nuevas a medida que los criadores intentan mejorar sus cepas (García, 2012).

5.13 Clasificación taxonómica de la gallina

Reino-----	Animal
Tipo-----	Cordados
Subtipo-----	Vertebrados
Clase-----	Aves
Subclase-----	Neornites (sin dientes)
Súper orden-----	Neognatos (esternón aquillado)
Orden-----	Gallinae
Suborden-----	Galli
Familia-----	Phasianidae
Genero-----	Gallus
Especies-----	Gallus domesticus

(Biblioteca del campo, 2002).

5.14 Clasificación de las aves por su función zootécnica

Las aves domésticas se clasifican de acuerdo a su función zootécnica, siendo tres las clasificaciones principales, como:

5.14.1 Gallinas ligeras o livianas

Llamadas también aves de postura o ponedoras son las que se explotan para la producción de huevo para plato o consumo humano. Este tipo de aves puede llegar a producir hasta 300 huevos promedio en un año, y su plumaje puede ser de color blanco o rojo café (Saúl Sevilla, 2015).

5.14.2 Gallinas pesadas

Este tipo de gallinas tiene como función producir el huevo del cual, una vez incubado nacerán los pollos de engorda para la producción de carne. En estas aves el color de las plumas es blanco o café (Saúl Sevilla, 2015).

5.14.3 Gallinas Semi-pesadas

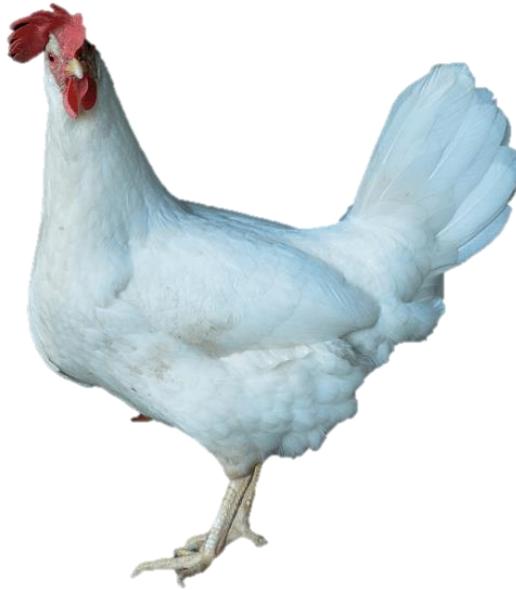
Llamadas también de doble propósito, porque aunque no alcanzan una producción de huevo como las aves ligeras, su producción es bastante aceptable y además las crías que produce, cuando son explotadas para la producción de carne, alcanzan pesos cercanos al de pollo de engorda producido por gallinas pesadas (Saúl, 2015).

5.15 Líneas ligeras productoras de huevo

5.15.1 Gallina Leghorn

El origen de la gallina de nombre Leghorn proviene de los Estados Unidos de América, donde fue creada con el cruce de gallinas Italianas, fueron importadas en el año 1835 del puerto de Livorno, debido a esto fue generado el nombre de Leghorn, estas gallinas blancas son las más populares por su gran capacidad de poner huevos hasta 300 anuales de un peso de unos 60 a 65 gr y la puesta dura doce meses, ellas crecen 1 a 2 gr diarios hasta alcanzar el peso adulto unos 2 kg hacia el final de la puesta y no es gran consumidora de pienso por ser de contextura ligera (Hablemos de aves.com, 2019).

Figura 1. Raza de gallina Leghorn

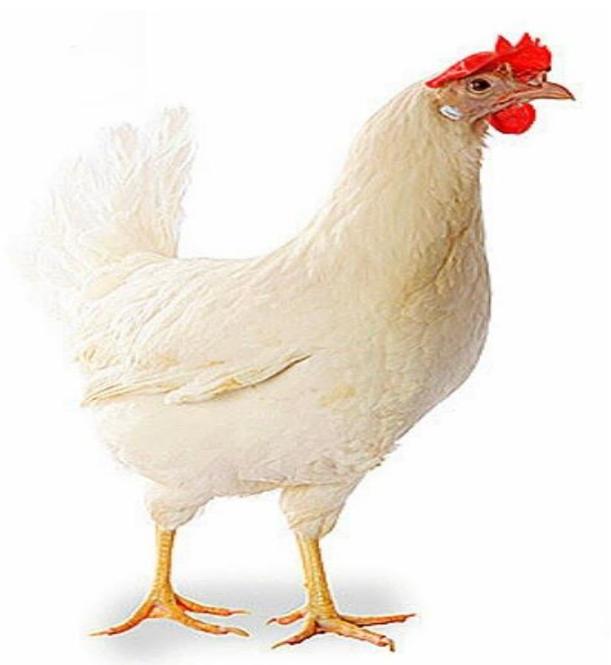


(Montero, 2020).

5.15.2 Gallina Lohmann LSL

Su país de origen es Alemania y es de las variedades de ponedoras más utilizadas en la actualidad su color característico es blanco con una postura promedio de 320-325 huevos a los 12 meses, cada gallina aporta en masa de huevo la cantidad de 20.0-20.5 kg en 52 semanas el color de la cascara de huevos es blanco atractivo, el consumo de alimento va desde los 105-115 gr por día, su temperamento es dócil fácil manejo con buen adaptabilidad en los sistemas intensivos en batería (LOHMANN TIERZUCHT, 2013).

Figura 2. Gallinas de línea Lohmann SLS.

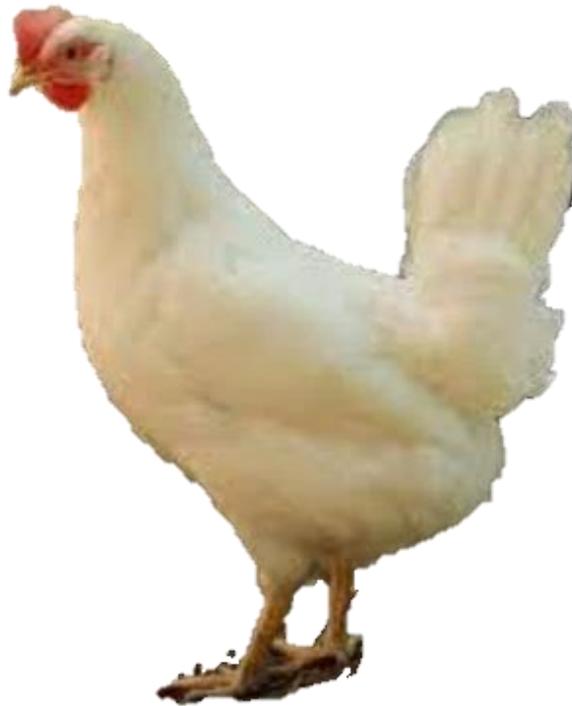


(Agrotendencia tv, 2021).

5.15.3 Gallina Dekalb White

Dekalb White tiene un comportamiento excelente y tranquilo, tanto en jaulas como en sistemas alternativos, es una campeona en muy diferentes aspectos gran número de huevos, un buen tamaño de huevo y una excelente calidad de huevo, su viabilidad llega a ser de 94.0 % siendo que el pico de producción llega hasta el 96.0 % el peso promedio del huevo es de 63.1 gr su producción promedio puede llegar a los 413 huevos en su ciclo de producción la masa de huevo por ave alojada es de 26 kg con un consumo promedio de 109 gr de alimento por día al ser gallina ligera su peso corporal promedio es de 1,720 gr (Bugallal, 2014).

Figura 3. Línea de gallina Dekalb White



(Solla. Com, 2018).

5.15.4 Gallina Hysex White

Las gallinas Hisex white también son gallinas ponedoras resistentes, Hisex White fue criada en 1970 por criadores holandeses al cruzar Leghorn, New Hampshire, 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 es muy adecuada para productores de huevos comerciales su viabilidad es del 93.0 % el pico de puesta alcanza el 96.0 % el peso promedio del huevo es de 62.7 gr la masa de huevo por ave alojada es de 29.8 kg, su consumo de alimento por día es por día es de 106 gr promedio alcanzando su peso corporal de 1,713 kg (Copyright Institut de Sélection Animale BV, 2021).

5.15.5 Gallina Hy Line W80

Robusta, prolífica, gran desempeño en sistemas alternativos, larga postura de un solo ciclo.

La Hy Line W80 es una ponedora de huevos blancos robusta, para todo tipo de alojamientos y ambientes. Esta ave entrega un gran número de huevos, con una excelente calidad de cascarón, y un gran comportamiento bajo ambientes hostiles, ya sean de altas temperaturas, alta humedad, enfermedades presentes en la zona o raciones de baja densidad.

La W80 es adaptable a sistemas de producción alternativos permaneciendo tranquila para su fácil manejo. Tiene un arranque rápido, alcanzando arriba del 50.0 % de postura a las 21 semanas.

Su persistencia en largos ciclos de postura significa más huevos con menos alimento. Los productores obtienen una mayor rentabilidad con ahorros en alimento de aproximadamente 2.0 kg por ave por año contra las marcas de la competencia.

Esta ave presenta picos de postura de 96.0-97.0 % y una persistencia notable, arriba del 90.0 % a las 60 semanas de edad. En la edad adulta llega a un peso del huevo estable de 63.0-65.0 gr, manteniéndose en ese nivel hasta la salida a rastro (Hy Line de México s.a de C.V., 2019).

Figura 4. Línea de gallinas Hy-line W80



(Hy-Line, 2021)

5.16 Líneas Semi-pesadas productoras de huevo

5.16.1 Gallina Hy- line Brown

La Hy-Line Brown es la productora de huevo marrón más balanceada del mundo. Produce más de 320 huevos de color marrón intenso a las 74 semanas, alcanza su producción máxima alrededor del 95.0 % y comienza una postura temprana con huevos de un tamaño óptimo. Estas características combinadas con un apetito frugal, 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 cual significa mayores ganancias para el avicultor (Guía de Manejo, 2016).

Figura 5. Línea de gallinas Hy-line Brown



(Guía de Manejo, 2016).

5.16.2 Gallina Babcock Brown

La Babcock Brown es una ponedora marrón robusta y productiva que genera altas cifras de huevos grandes de primera calidad por gallina alojada. Una raza equilibrada, capaz de rendir bien en diferentes climas y sistemas de manejo. La Babcock Brown muestra excelente persistencia de puesta y calidad de cáscara su periodo de postura es de (18- 90 semana) con una viabilidad 94.0 %, pico de puesta 96 %, peso promedio del huevo 63.8 gr, huevos por gallina alojada 417, masa de huevos por gallina alojada 26.6 kg Consumo promedio de alimento 114 g/día (ISA, A Hendrix Genetics Company, 2009).

Figura 6. Gallina Babcock Brown



(Avícola toscana, 2020).

5.16.3 Gallina Isa Brown

La ISA Brown es conocida internacionalmente por su excepcional índice de conversión, que la sitúa como una de las ponedoras de huevos marrones más eficientes, probadas y rentables del mundo, su viabilidad es de 94.0 %, pico de puesta 96.0 %, el peso medio de huevo es de 62.9 gr, el número de huevos por gallina alojada 420, su masa de huevo por gallina alojada 26.4 kg con un consumo medio diario de alimento 111 gr/día, peso corporal 2 kg en edad adulta (Ficha técnica, 2018).

Figura 7. Gallina Isa Brown



(Ficha técnica, 2018).

5.16.4 Gallina Lohmann Brown

La raza Lohmann Brown son gallinas ponedoras de huevo marrón, es de las variedades de ponedoras más utilizadas en distintos países como gallina industrial, ya que tiene un buen porcentaje de postura, huevos grandes y se pueden criar fácilmente, su pico de producción va desde el 93.0-95.0 % a los 12 meses, ponen un promedio de 320 huevos a las 52 semanas cada ave, la masa de huevo por gallina alojada es de 20.44 kg a los 12 meses, el peso promedio del huevo es de 63.9 gr en los primeros 12 meses, con un consumo de alimento de 110-120 gr por día cada ave alojada, el peso corporal es de 1,600-1,700 kg a las 20 semanas de edad, es una gallina desarrollada por la empresa avícola alemana la cual se dedica a la cría y producción de gallinas híbridas ponedoras o de engorde. De esta se desprende uno de sus mejores productos, la gallina Lohmann Brown o marrón dedicada a la producción de huevo (LOHMANN TIERZUCHT, 2016).

Figura 8. Gallina Lohmann Brown



(LOHMANN TIERZUCHT, 2016).

5.16.5 Gallina Brown Nick

Brown Nick es una línea creada en Alemania, el comienzo de la selección de la gallina marrón se remonta a 1965, cuando los criadores de la corporación alemana "H & N International" tuvieron la tarea de criar una raza de pollos que se caracteriza por altas tasas de producción de huevos, su pico de producción durante la postura a las 4 semanas es de 95.0 %, la producción por ave alojada hasta las 60 semanas puede ser de 250-255 huevos, el consumo promedio de alimento 110-115 gr, el peso promedio a las 19 semanas es de 1.560 kg, el peso del huevo a la semana 25 fue de 24-25 gr, la masa de huevo acumulada a la semana 90 es de 25.8 kg por ave alojada (Guía de manejo, 2013).

Figura 9. Gallina Brown Nick



(Guía de manejo, 2013).

5.17 Partes externas de las aves de postura

5.17.1 Piel

Se distinguen dos capas: dermis y epidermis. La dermis tiene un contacto con los músculos, de esta surgen las crestas, barbillas y las orejillas, que a su vez están recubiertas por la epidermis (Estrada, 2011).

5.17.2 Pico

Es una formación que reemplaza a la boca en los mamíferos y en donde se observan 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 (Estrada, 2011).

5.17.3 Cresta y barbilla

Son una de las partes más distintivas de este animal, lo cual forma parte de su cabeza, su función es para la termo-regulación, donde llega a controlar la temperatura corporal de la gallina la cresta es flexible y está encima de la cabeza es de color rojo (irrigada) y de formas variadas, debido a la interacción genética. Tiene como principal función la termorregulación y sirve para determinación de características productivas, además tiene notables connotaciones con la jerarquía dentro del grupo (Estrada, 2011).

5.17.4 Ojo

Capta los colores muestran preferencia por el violeta y anaranjado, además de poseer una leve hipermetropía, su movimiento es independiente, mientras con uno mira el alimento el otro esta vigilante (Estrada, 2011).

5.17.5 Orejilla

Formación epitelial de tamaño diverso, situado al lado del orificio del oído, puede ser blancos o rojos dependiendo de la raza (lóbulo de la oreja) (Estrada, 2011).

5.17.6 Oído

Se ve como un simple agujero detrás del ojo y cubierto con unos manchones de plumas toscas a las que se denominan cobijas de las orejas. El agujero es la entrada a un pequeño tubo en cuyo fondo está situado el tímpano, el sentido del oído es similar al del tímpano. Las aves carecen de oído externo o pabellón auricular. El oído es responsable del mantenimiento del balance y el equilibrio a través de terminaciones nerviosas (Estrada, 2011).

5.17.7 Occipucio

Corresponde a la parte posterior de la cabeza estando limitado anteriormente por el extremo posterior de la cresta (Estrada, 2011).

5.17.8 Alas

Son los miembros anteriores o brazos que en esta especie están adaptadas para el vuelo (Estrada, 2011).

5.17.9 Patas

Las patas que se encuentran en las aves, evidentemente se encuentran adaptadas a las diferentes formas de vida de estas especies, en general son tetradáctilas (cuatro dedos) (Estrada, 2011).

5.17.10 Plumas

Las plumas sirven para proteger a la piel, regular la temperatura del cuerpo cuando el ambiente es muy frío y hacen posible el vuelo en casos de emergencia y son crecimientos epidérmicos córneos las cuales forman la cobertura externa. Se originan de las papilas (9 y 10 día de incubación) que son los folículos de las plumas, dentro del folículo se forma una vaina, inicialmente cerrada, que reaparece cada vez que se cae la pluma (Estrada, 2011).

5.18 Partes internas de las aves de postura

La cavidad oral (boca) contiene una lengua, glándulas salivales, papilas y unas protuberancias que facilitan la deglución de alimentos. El paladar contiene una hendidura llamada coana que conecta la cavidad nasal con la boca. La forma y

tamaño de la lengua también presenta adaptaciones de acuerdo la recolección, manipulación y deglución de los alimentos (Godoy, 2014).

5.18.1 Lengua

Parte encargada de la recolección de alimentos es larga angosta y se proyecta a través del pico (Godoy, 2014).

5.18.2 Esófago

El esófago es un tubo distensible que transporta el alimento hacia el proventrículo. Su diámetro es mayor en las especies que ingieren grandes porciones de alimento entero. En la mayoría de las especies el esófago cumple la función de almacenar alimento actuando como un tubo distensible (Godoy, 2014).

5.18.3 Buche

El buche se caracteriza por contar con esfínteres voluntarios para el ingreso y salida de los alimentos. En las especies granívoras y herbívoras el buche cumple la función de ayudar a la digestión mediante la hidratación y ablandamiento de los alimentos (Godoy, 2014).

5.18.4 Estomago

En la mayoría de las aves consiste en proventrículo (estómago glandular) y molleja (estómago muscular). Dependiendo de los hábitos alimenticios del ave predomina en tamaño uno u otro (Godoy, 2014).

5.18.5 Proventrículo

Contiene glándulas que segregan mucus para proteger la mucosa y HCl (ácido clorhídrico) y pepsina (enzima proteolítica) para digerir los alimentos (Godoy, 2014).

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 (León Peñafiel, 2019).

5.18.6 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 a puede contener arenilla que los animales ingieren para ayudar el efecto de “mortero” (Godoy, 2014).

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 y Bonilla, 2016).

5.18.7 Intestino delgado

El intestino delgado (ID) es el sitio donde se produce la digestión y absorción de los nutrientes. La digestión se realiza mediante enzimas producidas por la mucosa del intestino y el páncreas; y mediante los jugos biliares producidos por el hígado. El ID se divide en tres porciones anatómicas.

5.18.7.1 Duodeno

Es la primera porción y forma un asa alrededor del páncreas. En el duodeno desembocan los conductos pancreáticos y biliares que vierten sus jugos y enzimas a la luz intestinal. El duodeno termina donde finaliza la asociación con el páncreas (Baño y Bonilla, 2016).

5.18.7.2 Yeyuno

El yeyuno se continúa hasta el divertículo vitelino, que es el remanente del saco vitelino, y el íleon comienza en este punto y termina en la válvula ileocecal (Godoy, 2014).

5.18.7.3 Íleon

El íleon, cuya estructura es estirada y se encuentra en el centro de la cavidad abdominal. El pH que se encuentra acá es de 7.59. En el lugar del íleon, donde desembocan los ciegos, empieza en el grueso (Jaimes, 2010).

5.18.8 Intestino grueso

El intestino grueso, que se subdivide también en tres porciones, las cuales son:

5.18.8.1 Ciego

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).

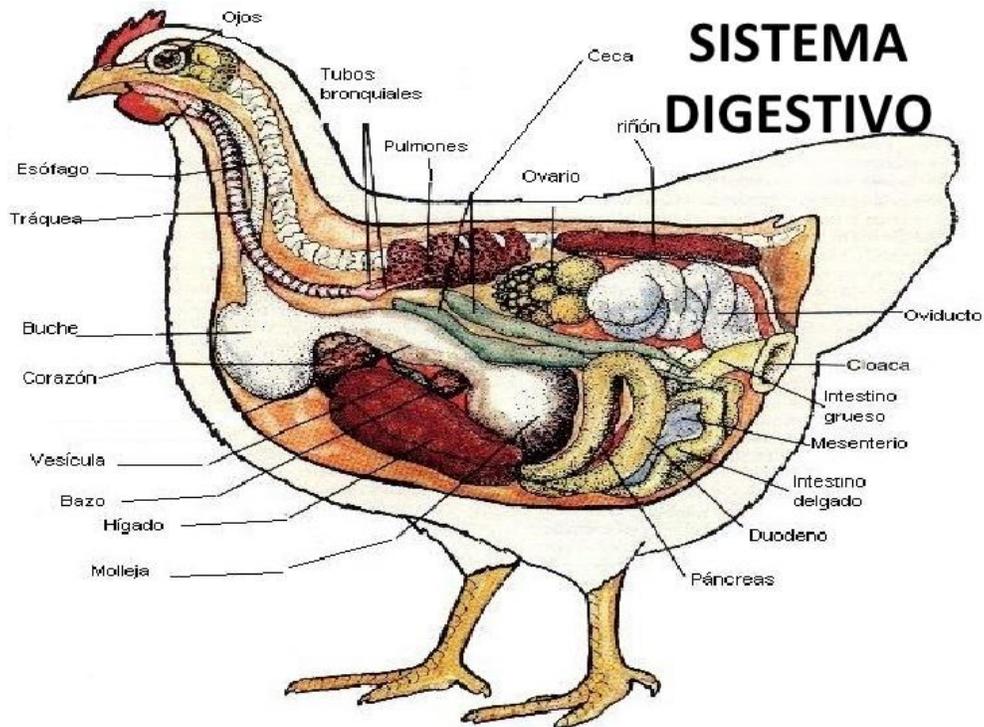
5.18.8.2 Colon recto

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

5.18.9 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 (Jaimes, 2010).

Figura 10. Partes internas de la gallina



(Mejía Jervis, 2021).

5.19 Sistema reproductivo de la gallina de postura

5.19.1 Ovario

Órgano en forma de racimo de uvas situado sobre el riñón y el pulmón.

El ovario presenta una zona medular de tejido conjuntivo bien vascularizado e inervado rodeada por una zona cortical en la que, durante la embriogénesis, se forman hasta 1500 folículos (folículo ovárico de Graaf) en el interior de los cuales se encuentra un óvulo constituido por yema también denominada vitelo, en la superficie de la que se ubica la célula germinal o gameto femenino con solo la mitad de cromosomas y que a su vez está rodeada por una membrana pre vitelina. De esta gran cantidad de folículos embrionarios solo alrededor de 320 se desarrollarán paulatinamente, uno diariamente durante el ciclo productivo hasta alcanzar la madurez y medir en el caso de las gallinas, hasta 40 milímetros de diámetro para ser expulsado al infundíbulo, primer segmento del oviducto. El ovario de la gallina adulta tiene el aspecto de racimo con folículos de Graaf de tamaño variable según las diferentes etapas de maduración del óvulo que se encuentra en su interior. Cuando el óvulo ha completado la vitelo génesis, el saco folicular que cubre al ovulo y que es una membrana de tejido conjuntivo muy vascularizada, se fisura formándose una hendidura pálida, longitudinal, desprovista de vasos sanguíneos, denominada estigma que es por donde emerge el óvulo para caer en el infundíbulo (Casaubon, 2020).

5.19.2 Oviducto

El oviducto se desarrolla por estímulo de los estrógenos sintetizados en el ovario. Al día de nacido la mucosa del oviducto está constituida solo de mesotelio plano simple extendido sobre tejido conjuntivo laxo adherido a su vez a una capa de músculo liso recubierto por una membrana serosa. A los dos meses (8 semanas) de edad, la mucosa sigue siendo un epitelio pero mide entre 12 y 15 μ de espesor y ya se aprecia la formación de pliegues. Por otra parte, a las 8 semanas de edad en

el oviducto consiste de una estructura tubular de 2 a 3 mm de diámetro en su porción craneal y de 5 mm en la caudal, siendo la túnica glandular de la región caudal dos veces más gruesa que la de la porción craneal. Al cabo de 5 meses que el ave alcanza la madurez sexual, el oviducto presenta una capa de tejido seroso que cubre una capa de músculo liso de fibras longitudinales y otra interna de fibras circulares sobre la que se extiende la túnica glandular que forma pliegues. Este tejido glandular está constituido por estroma de tejido conjuntivo que sostiene glándulas tubulares exocrinas especializadas que excretan al paso del huevo, diferentes productos según la porción del oviducto de que se trate. A su vez, esta túnica glandular se encuentra recubierta por epitelio columnar ciliado. La mayor parte de las terminaciones nerviosas de los sistemas parasimpático y simpático inervan las fibras musculares, en menor cantidad inervan la red vascular y sólo muy pocas están en contacto con las glándulas exocrinas. El primer ciclo de postura perdura desde los 5 hasta los 18 meses de edad. El oviducto puede medir 60 cm de longitud y se encuentra suspendido a la superficie interna de la pelvis por medio del peritoneo mes oviducto. El oviducto se divide en 5 segmentos conforme a la morfología anatómica y tisular y a la función de cada uno. La sección más próxima al ovario es el infundíbulo que mide 7 cm de longitud, tiene la forma de embudo con una porción membranosa que envuelve al ovario y una tubular que se continua con el magnum que es el siguiente segmento. El magnum mide alrededor de 30 cm de longitud y es de aspecto estriado y blanquecino con pared gruesa debido a los gruesos pliegues longitudinales de la túnica glandular. A continuación se encuentra el istmo que mide aproximadamente 10 cm de longitud, tiene un diámetro menor y la pared es más delgada que la del magnum a pesar de que su túnica glandular presenta también pliegues longitudinales. El istmo desemboca en el útero que mide 11 cm de longitud, semejante a un saco esférico cuya túnica glandular tiene el aspecto afelpado de una toalla de baño. Por último se encuentra la vagina que mide 10 cm de longitud y termina en un esfínter ubicado en la pared lateral del urodeo poco antes del esfínter cloacal (Casaubon, 2020).

5.19.3 Infundíbulo

Aquí se realiza la fecundación. El paso del óvulo demora unos 15 minutos.

El infundíbulo el óvulo permanece 15 minutos aproximadamente periodo durante el cual la célula germinal sufre meiosis conservando solo la mitad de los cromosomas formándose el blastodisco o gameto femenino que da lugar a un blastodermo en caso de ser fecundado en este momento por un espermatozoide alojado en los pliegues ramificados de la porción tubular del infundíbulo. Haya sido fertilizado o no el disco germinal, las glándulas infundibulares recubren la yema con una capa chalazífera de clara muy densa que forman dos cordones enrollados sobre si mismos denominados chalazas que suspenden la yema en el centro de la albumina durante su paso por todo el oviducto y posteriormente durante la incubación. A diferencia de lo que sucede en los mamíferos en los que el macho es el que determina el sexo del producto de la fecundación, en el caso de las aves es la gallina la heterogamética es decir la que porta dos cromosomas sexuales diferentes ZW y el gallo es homogamético con dos cromosomas sexuales iguales WW. De esta manera, durante la meiosis algunos gametos de la gallina portaran el cromosoma sexual Z y otros el W que al unirse con cualquier gameto del gallo que siempre será W dará origen a una hembra si un gameto Z de la gallina es fecundado por un gameto W del gallo o bien un macho si es un gameto de la gallina es W el fecundado por el gameto W del gallo (Casaubon, 2020).

5.19.4 Magnum

Aquí la yema es rodeada de varias capas de clara en 3 horas de estancia.

Durante 3 horas el óvulo recorre el magnum en donde es envuelto por albumina secretada por la túnica glandular de este segmento del oviducto. El estímulo para que sea secreta la albumina es mecánico dado por la presencia del óvulo. Sin embargo la síntesis de albúmina en las glándulas tubulares del magnum responde

al estímulo de progesterona y andrógenos (testosterona) proveniente en la gallina, de los ovarios y de las suprarrenales y en el gallo, de testículo y suprarrenales (Casaubon, 2020).

5.19.5 Istmo

Durante 1 hora y 15 minutos va cogiendo forma el huevo y creándose la membrana que queda debajo de la cáscara (alfalfara), la cual se sella quedando un espacio con aire (cámara de aire).

Durante 1.30 horas las glándulas del istmo secretan la proteína requerida para las membranas testáceas (interna y externa) que a nivel de polo obtuso del huevo forman la cámara de aire. Las membranas testáceas también tienen la función de dificultar la difusión de gérmenes que pudieran penetrar al huevo a través de los poros del cascarón. Sobre los cuerpos mamilares de la membrana testácea externa se depositan los minerales del cascarón (Casaubon, 2020).

5.19.6 Útero

Se forma la cáscara en 18 o 20 horas. La cáscara tiene unos 10,000 poros que permite que el huevo respire.

En el útero se lleva a cabo durante 21 horas, la mineralización de la membrana testácea externa. Los minerales que se depositan son esencialmente: carbonato de calcio (CaCO_3) y minerales traza como magnesio, fósforo y manganeso. El Ca proviene del hueso medular originado a partir del endostio del canal medular de los huesos largos mientras que, los iones carbonato proviene de las glándulas cancerígenas. El promedio de espesor de la cáscara es 0.35 mm y presenta poros que permiten el intercambio de gases sobre todo a nivel de la cámara de aire. A medida que se incrementa el tamaño del huevo conforme aumenta la edad de la

gallina también disminuye el grosor del cascarón y aumenta el diámetro de los poros (Casaubon, 2020).

5.19.7 Vagina

Deja caer el huevo en la cloaca a la vez que lo expulsa hacia fuera.

El paso del huevo por la vagina es de solo 2 a 3 segundos. Glándulas espermáticas localizadas en la unión de la vagina con el útero, mantienen viables a los espermatozoides durante períodos prolongados tras haberse llevado a cabo la cópula. En el momento de la ovoposición, es recubierto el cascarón por una cutícula de material proteínico que obstruye los poros impidiendo la entrada de gérmenes (Casaubon, 2020).

5.19.8 Cloaca

Sitio por donde el huevo es expulsado. Justo antes de que el huevo abandone la cloaca se cubre de una proteína la cual al secarse sella transitoriamente los poros para que no penetren durante un tiempo los microbios del medio ambiente (INTA, 2008).

5.20 Proceso de la formación del huevo

La formación del huevo se inicia en el ovario el cual se encuentra formado por un (1) racimo de folículos (yemas) cada uno de los cuales está protegido por una membrana (Biblioteca del campo, 2002).

Durante el periodo de postura, los folículos maduros se desprenden de la membrana que los protege (ovulación) y comienzan el recorrido por el oviducto., en este momento, el folículo adapta el nombre de yema. En el momento de la ovulación, la membrana se rompe comúnmente por la parte

externa (estigma), donde no hay vasos sanguíneos. Puede suceder que la membrana se desprenda de lado interno y rompa uno (1) o más vasos sanguíneos., en estos casos se pueden presentar manchas de sangre en la yema, la clara o en la cascara (Biblioteca del campo, 2002).

Cuando la membrana se rompe antes de la ovulación pueden formarse coágulos diminutos y de color oscuro., esta característica le resta calidad al huevo, pues le da un aspecto anormal a la yema que puede ocasionar el rechazo del consumidor. Después, la yema se deposita en el infundíbulo del oviducto para ir transformándose durante su recorrido por las diferentes porciones de este órgano para convertirse en huevo (Biblioteca del campo, 2002).

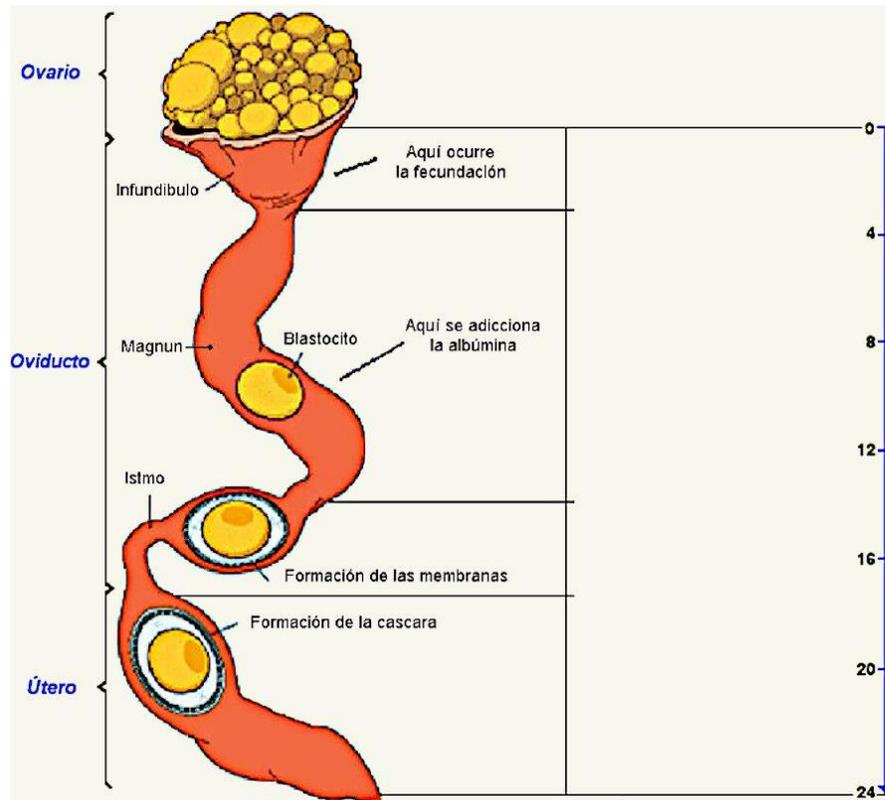
En el magnum, la yema comienza a cubrirse y protegerse por una sustancia viscosa llamada albumina, comúnmente conocida con el nombre de clara. En este segmento, el huevo durara aproximadamente tres (3) horas (Biblioteca del campo, 2002).

En el itsmo la yema continua cubriéndose por la albumina, la cual recibe agua y minerales. Allí, se forman la membranas de la cascara que van a darle forma al huevo y lo protegerán de micro organismos. Es la sección más amplia del oviducto, el útero, se completa la formación de la calara y las membranas del huevo. El huevo recibe en el útero la cutícula que lo protege y forma el pigmento o color de la yema y de la cascara. En el momento de la postura se produce una separación que va a dar origen a la cámara de aire ubicada en el polo más ancho del huevo (Biblioteca del campo, 2002).

Por último, el huevo llega al útero completamente formado. Una vez ubicado en esta sesión, el huevo sale a la cloaca y de allí es expulsado en la ovoposición. En este momento el huevo está listo para el consumo o para ser incubado, si la yema fue fecundada (Biblioteca del campo, 2002).

Por ser expulsado por la cloaca, es posible que el huevo presente manchas de excrementos o de sangre., esto último es corriente en los primeros días de postura del ave estas manchas también pueden ser síntoma de alguna enfermedad que afecte el sistema digestivo (Biblioteca del campo, 2002).

Figura 11. Proceso de formación del huevo en el aparato reproductivo de las gallinas



(Algarra Luque, 2014).

5.21 Composición química del huevo de gallina

La parte comestible del huevo de gallina (yema + clara) tiene la siguiente composición química media:

Cuadro 2. Composición química del huevo

Componente	Cantidad
Agua	75,2%
Hidratos de carbono	0,6% (fibra 0%)
Lípidos	12,1%
Ácidos grasos saturados	3,3 %)
Ácidos grasos mono insaturados	4,9%
Ácidos grasos poliinsaturados	1,8%
Colesterol	0,4%)
Proteínas	12,5%
Sodio	97 mg/100 g
Potasio	124 mg/100 g
Calcio	56 mg/100 g
Magnesio	12 mg/100 g
Hierro	2 mg/100 g
Iodo	13 microgramos/100 g
Vitamina B1 (tiamina)	0,1 mg/100 g
Vitamina B2 (riboflavina)	0,3 mg/100 g
Niacina (ácido nicotínico)	0,1 mg/100 g
Ácido fólico	0,05 mg/100 g
Vitamina B6 (piridoxina)	0,1 mg/100 g
Vitamina A	0,2 mg/100 g (equivalentes retinol)
Vitamina D	2 microgramos/100 g
Vitamina E	2 mg/100 g

(Fálder Rivero, 2005).

5.22 Partes del huevo

El huevo está constituido por 6 partes principalmente:

5.22.1 Yema o vitelo

Se forma en el ovario. Durante su paso por el oviducto (infundíbulo) puede ser fecundado por las células masculinas (espermatozoides). La yema es una solución proteica de elevado valor energético, rica en los aminoácidos lisina, metionina y triptófano., contiene proteínas, grasas neutras, lecitinas, colesterol, hierro y vitamina A (carotenoides) (Biblioteca del campo, 2002).

5.22.2 Membrana vitelina

Es la membrana transparente que rodea la yema. Su función es darle forma y separarla de la clara (Biblioteca del campo, 2002).

5.22.3 Clara

Su formación tiene lugar en el magnum, en el istmo y útero. Las chalazas son cordones blanquecinos compuestos de albumina que se ubican entre la yema y los extremos del huevo., su función es proteger la yema, manteniéndola en suspensión en la parte central. Cuando el huevo es almacenado mucho tiempo, la clara, por más pesada, tiende a desplazar a la yema hacia arriba restándole a esta protección (Biblioteca del campo, 2002).

5.22.4 Cascara

Comienza su formación en el istmo y se completa en el útero. Este proceso dura entre 18 y 20 horas, posee unos orificios pequeños o poros que permiten el intercambio de gases para abastecer de oxígeno al embrión. Las tonalidades

del cascaron dependen de los pigmentos producidos en el útero y de un patrón genético (Biblioteca del campo, 2002).

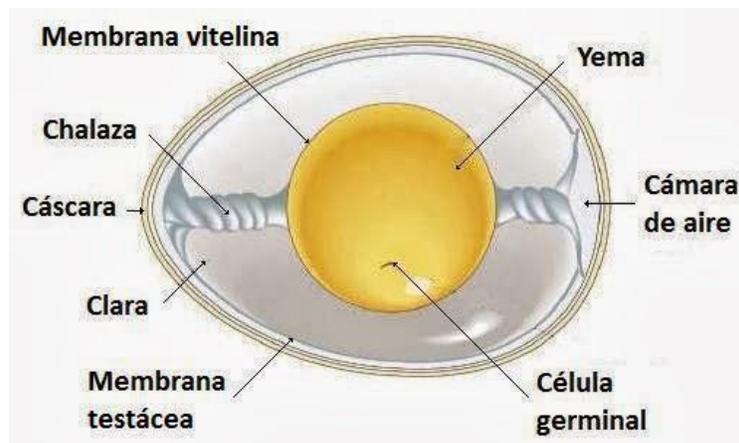
5.22.5 Cutícula

Capa transparente que cubre la cascara, cuando el huevo se lava pierde la protección de la cutícula y el brillo natural de la cascara desaparece. Por estos motivos no es aconsejable lavar los huevos, solo se deben limpiar recién puestos con material esponjoso para remover los residuos de estiércol o cualquier otro contaminante, para garantizar la frescura y calidad del huevo es conveniente no almacenarlo por periodos muy largos (Biblioteca del campo, 2002).

5.22.6 Cámara de aire

Se forma durante la ovoposición. Al ser puesto el huevo se percibe caliente, pero al entrar en contacto con el medio ambiente que es más frío, por diferencia de temperaturas, se separan las dos membranas testáceas (interna y externa) y dan origen a un espacio ubicado en el polo más ancho (Biblioteca del campo, 2002).

Figura 12. Partes del huevo



(Blogspot.com, 2013).

5.23 Sistemas de producción

5.23.1 Sistema de producción extensivo

Los animales se encuentran libres y en los alrededores de la casa donde encuentran su alimento (por ejemplo, semillas, minerales, insectos y hierbas); y tienen nidos donde ponen y empollan los huevos, así como lugares para descansar y dormir (percheros). La familia productora invierte poco tiempo en su manejo y, en algunos casos, suministra a las aves maíz quebrado, masa de maíz y sobras de comida (Villanueva *et al.*, 2015).

5.23.2 Sistema de producción Semi-intensivo

En esta modalidad de explotación, los animales cuentan con un área libre y otra área cubierta o cerrada. En el área libre es deseable que haya vegetación, para que las aves pastoreen; en el área cubierta o cerrada se encuentran los comederos, bebederos, nidales y percheros, para que las aves duerman y se protejan de la lluvia y del sol (Villanueva *et al.*, 2015).

5.23.3 Sistema de producción intensiva

Este sistema demanda infraestructura especial. La alimentación se basa en alimentos concentrados, para lograr una máxima producción de huevo (Villanueva *et al.*, 2015).

Se da un máximo aprovechamiento del espacio disponible y aumenta la densidad de animales por metro cuadrado. Las aves permanecen encerradas en galpones, se desarrollan bajo ambientes controlados para lograr un desempeño óptimo en su crecimiento, se da una mejor uniformidad de peso, mayor conversión alimenticia y rendimiento en la producción de huevo (Vargas *et al.*, 2018).

5.23.3.1 Sistema de producción en de piso

Este sistema de piso es utilizado tanto en sistemas de pollos de engorde como en gallinas ponedoras; consiste en un sistema donde las aves pueden moverse con libertad dentro del galpón y caminan sobre una cama que puede contener granza de arroz o aserrín. Se proporcionan nidos elevados, comederos, perchas y bebederos (Vargas *et al.*, 2018).

5.23.3.2 Sistema de producción en jaula

Este sistema es utilizado principalmente para las gallinas ponedoras. Su ventaja es que presenta un mayor rendimiento, permite una mayor densidad de aves por metro cuadrado y proporciona un mayor control sanitario ya que permite identificar gallinas enfermas más fácilmente. El huevo tiene una mayor higiene, permite automatizar muchos de los cuidados de la parvada, por lo que hay un ahorro importante de tiempo, mano de obra y alimento; ya que el consumo de alimento es menor al reducir las necesidades energéticas al no desplazarse en grandes áreas (Vargas *et al.*, 2018).

5.24 Fotoperiodo en aves de postura

El fotoperiodo es un factor determinante en el medio ambiente de las aves y se puede manipular para maximizar el crecimiento, el peso corporal, el número y el tamaño de los huevos. Cuando las aves alcanzan cierto nivel de madurez sexual y peso corporal, se establecen conexiones neuro-hormonales que desencadenan la producción de huevos. Todo este proceso puede ser manipulado a través de los programas de luz (Alva, 2017).

La luz puede utilizarse como una herramienta de manejo para ayudar a optimizar el crecimiento de la pollona, la edad de la madurez sexual, el peso y la producción de huevo en las aves ponedoras bajo una variedad de ambientes (Boletín Técnico, 2017).

La estimulación con luz (generalmente un aumento tan pequeño como de una hora) tiene un efecto inmediato en la producción de las hormonas reproductivas. El nivel estándar de luz para una producción máxima es de 16 horas. Lo ideal es alcanzar 16 horas de luz a las 30–35 semanas de edad para ayudar a prolongar el pico de producción (Boletín Técnico, 2017).

VI. MATERIAL Y MÉTODO

6.1 Área de estudio

El experimento para estimar la función de producción de las aves de postura Lohmann Brown se realizó en el área de aves de la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec de la Universidad Autónoma del Estado de México, municipio de Temascaltepec de González en el barrio de Santiago en el km 67.5 carretera Toluca – Tejupilco.

Figura 13. Área para producción avícola de la posta zootécnica



6.2 Preparación de la instalación

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 la instalación con agua y jabón, se instaló una jaula para aves de postura tipo pirámide con tres niveles que conto con sus comederos lineales y bebederos de chupón utilizados en sistemas de producción intensivos

Figura 14. Desinfección del área de estudio



Dicha jaula conto con 24 espacios, cada espacio fue utilizado como una unidad experimental, donde se albergaron 3 gallinas identificadas por color amarillo, verde y azul.

Se desinfecto 5 días antes de la llegada de las aves de postura el interior y el exterior de la nave con cloro (50 ml/l), mediante aspersion.

6.3 Recepción de las aves de postura en piso

Para la recepción de las aves se adecuo un espacio donde llegaron las gallinas para el periodo de adaptación, que fue de 15 días, estas se recibieron en piso con cama de viruta y rastrojo. Al momento de la recepción se hidrataron las gallinas 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 a libre acceso en comederos tipo tolva con capacidad de 11 kg.

Figura 15. Recepción de las aves Lohmann Brown



6.4 Recepción de las gallinas de postura en jaula

Se utilizó una báscula digital para pesar de forma individual las gallinas, que fueron distribuidas de manera aleatoria en los lotes donde se identificaron con colores: verde, azul y amarillo durante el periodo experimental las gallinas se pesaron cada 7 días a las 5:00 pm.

Figura 16. Pesaje de recepción de las aves



6.5 Distribución de las gallinas

Se utilizaron 72 gallinas de la línea Lohmann Brown, de 18 semanas de edad distribuidas en 24 lotes, cada lote conto con tres gallinas.

Cada lote fue identificado de acuerdo al número correspondiente del 1 al 24 con una cinta de color rojo.

Figura 17. Distribución de las aves por lotes.



6.6 Alimentación

Se utilizó alimento comercial de la marca Campi Huevo.

Cuadro 3. Análisis bromatológico del alimento para gallinas 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 %

Para su alimentación de las gallinas en batería piramidal se ofreció alimento en cantidad de 120 gramos por gallina alojada, el alimento fue ofrecido en dos frecuencias 9:00 a.m. 6:00 p.m. antes de ofrecer la segunda frecuencia se recogió el rechazo del comedero, se pesó y se registró en la bitácora.

Figura 18. Pesaje del alimento a ofrecer



6.7 Suministro de agua

El agua fue almacenada en un contenedor tipo cilindro con capacidad de 30 litros que contaba con un flotador para el llenado automático, de ahí el agua fue distribuida por una red de tubería de pvc de $\frac{3}{4}$ de pulgada instalada en cada sección de la batería ofreciendo el agua a libre acceso por bebederos automáticos tipo niple de color rojo instalados en cada lote de la jaula tipo pirámide.

Figura 19. Línea de suministro de agua



6.8 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 10 watts, un temporizador de la marca steren con una programación automática para establecer las horas que se recomiendan para el fotoperiodo.

Figura 20. Lámparas fluorescentes para fotoperiodo



6.9 Variables de respuesta

6.9.1 Consumo de alimento

Se tomó el registro de alimento ofrecido en las dos frecuencias de cada lote y a las 6:00 pm se recogió el alimento rechazado del comedero, se pesó y anotó en la bitácora.

El consumo por día se estimó con la siguiente fórmula

$$C.P. = \frac{ATO - AR}{No. A}$$

Donde:

C.P.: consumo promedio.

A.T.O.: alimento total ofrecido por día.

A.R.: alimento rechazado.

No. A.: número de animales por lote.

6.9.2 Ganancia de peso

Se pesaron las gallinas al momento de entrar al experimento para registrar su peso de entrada y cada gallina tenía una identificación, 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 hasta llegar a la semana 52 y registrar su peso final.

El cálculo de ganancia de peso se estimara mediante la siguiente fórmula.

$$G.P = PVF - PVI$$

Donde:

GP: ganancia de peso.

PVF: peso vivo final.

PVI: peso vivo inicial.

6.9.3 Peso del huevo

La clasificación, implica la separación de acuerdo a su calidad, tamaño, peso y otros factores que determinan su valor relativo para este experimento tomo el peso de cada huevo diariamente utilizando una báscula gramaría de la marca truper con una capacidad de 5 kg el peso obtenido fue registrado en la bitácora.

6.10 Optimo técnico

El óptimo técnico es donde la función de producción relación que ilustra las posibilidades de producción de una cierta tecnología a partir del empleo de niveles sucesivos de insumos encuentra su máximo, en términos de volumen de producción física.

Para determinar el óptimo técnico se usaron las siguientes variables: insumo y producción.

Para el insumo se determinó la cantidad de alimento consumido en promedio por ave por día durante todo su ciclo de postura.

Para estimar la producción se analizaron las siguientes variables

Peso del huevo: se tomó y registró diariamente el peso de huevo durante las 52 semanas de experimento. El peso se obtuvo en una báscula gramaría de 0 gramos a 5 kilogramos para registrarlo en la bitácora.

Peso de la gallina: el peso de la gallina se obtuvo cada lunes desde el momento que subieron a la jaula de producción, hasta el término del ciclo de postura.

Fórmula para determinar el producto medio marginal.

$$PMg = \frac{Q}{L}$$

Donde:

PMg: producto medio marginal.

Q: representa peso del huevo en gramos.

L: representa la cantidad alimento consumido en gramos.

6.11 Optimo económico

El óptimo económico, hace referencia al nivel de producción donde se maximizan los beneficios (ingresos totales – costos totales).

6.12 Análisis de resultados

Se obtuvo el peso de entrada y salida de las gallinas de postura así como el consumo de alimento, ganancia de peso, peso del huevo, alto y ancho del huevo durante los meses del experimento, se generaron bases de datos con los consumos de alimento, ganancia de peso, peso del huevo, alto y ancho del huevo, estas bases de datos se utilizaron para calcular la información del producto total (*Q*), producto medio (*PM*) producto marginal (*PMg*).

Dicha información fue correlacionada a través del modelo de regresión estimado por el método de mínimos cuadrados ordinarios en los programas. La información fue procesada utilizando el procedimiento REG del software estadístico SAS y Excel.

VII. RESULTADOS

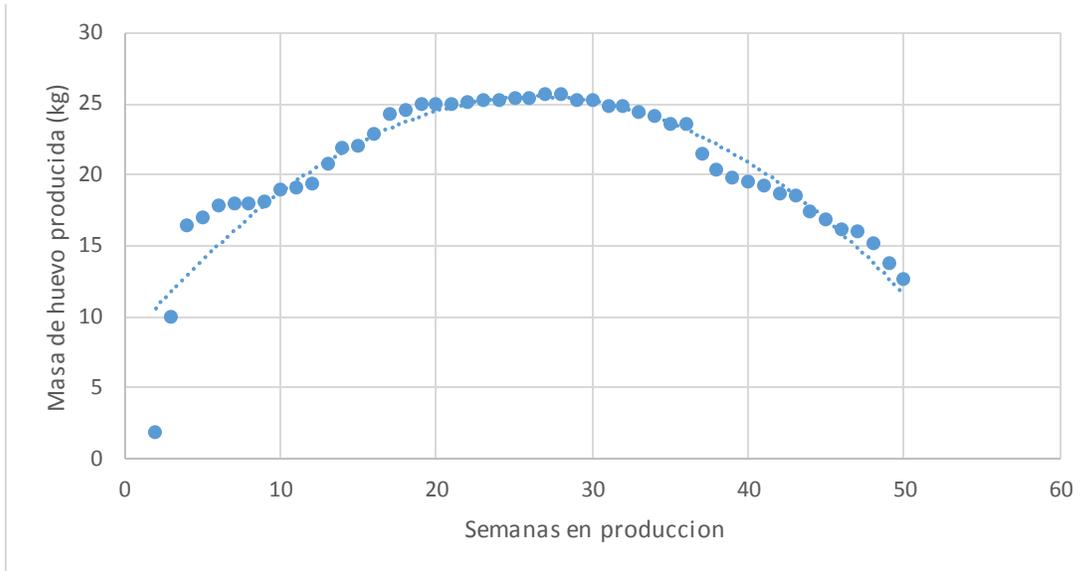
7.1 Producción de huevo

Los datos que se muestran en cuadro 4 son las semanas en producción, a partir de la semana 18 de vida las gallinas rompen postura, con estos datos se estimó la curva de producción siendo las semanas (X) las que determinan la cantidad de producción de masa de huevo (Y), se observa un incremento semanal en la producción de masa de huevo hasta la semana 28, en la cual se registra el volumen de masa de huevo más alto y comienza a descender a partir de la semana 29 durante su primer ciclo de producción.

Cuadro 4. Semanas de producción y producción de masa de huevo.

<i>Semanas en producción.</i>	<i>Masa de huevo producida a la semana (kg).</i>	<i>Semanas en producción.</i>	<i>Masa de huevo producida a la semana (kg).</i>	<i>Semanas en producción.</i>	<i>Masa de huevo producida a la semana (kg).</i>
1	0	18	24.457	35	23.568
2	1.857	19	24.968	36	23.585
3	9.995	20	24.968	37	21.396
4	16.346	21	24.969	38	20.365
5	16.967	22	25.067	39	19.722
6	17.806	23	25.166	40	19.456
7	17.965	24	25.240	41	19.173
8	17.993	25	25.361	42	18.626
9	18.057	26	25.414	43	18.489
10	18.847	27	25.594	44	17.376
11	19.009	28	25.677	45	16.839
12	19.346	29	25.154	46	16.049
13	20.789	30	25.150	47	16.035
14	21.807	31	24.841	48	15.174
15	21.992	32	24.761	49	13.786
16	22.897	33	24.344	50	12.613
17	24.208	34	24.112		

Gráfica 4. Semanas de producción y masa de huevo producida.



El método utilizado para obtener la ecuación fue una regresión polinómica de segundo orden, ya que es la que más se ajusta al comportamiento de los datos, el análisis de estos se realizó con la hoja de cálculo Excel del office

La función en semana de producción y cantidad de masa de huevo producida es:

$$y = 8.019359483 + 1.324131635x + -0.02507959x^2$$

Una vez obtenida la ecuación podemos aplicarla para conocer la cantidad de masa de huevo producida de acuerdo a la semana en producción de las gallinas.

Ejemplo a la semana 40 ¿Cuánta cantidad de masa de huevo producirán?

Según la ecuación:

$$y = 8.019359483 + 1.324131635x + -0.02507959x^2$$

$$y = 8.019359483 + 1.324131635(40) + -0.02507959(40^2)$$

$$y = 8.019359483 + 1.324131635(40) + -0.02507959(1600)$$

$$y = 8.019359483 + 52.96532654x + -40.127344x^2$$

$$y = 20.857342023$$

La ecuación estimada para la producción de huevo tiene una F de 170.969798, las t_c individuales: Intercepto (9.746733558), x (18.2075806) y x^2 (-18.45494915), el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.8814 o 88.14%. Los errores estándar individuales fueron (0.822774054), (0.072724195) y (0.001358963), con una probabilidad individual de (0.00091442000000), (0.00000000000012) y (0.00000000000007), con lo que se confirma una alta significancia estadística (ANDEVA $p < 0.05$).

Cuadro 5. Análisis de varianza (ANDEVA) en producción de masa de huevo por semana.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.9388
Coefficiente de determinación R^2	0.8814
R^2 ajustado	0.8763
Error típico	1.7006
Observaciones	49

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	988.9342107	494.4671053	170.969798	0.00000000000005
Residuos	46	133.0380402	2.892131308		
Total	48	1121.972251			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	8.019359483	0.822774054	9.74673355	0.00091442000000
Variable X 1	1.324131635	0.072724195	18.2075806	0.00000000000012
Variable X 2	-0.02507959	0.001358963	-18.4549491	0.00000000000007

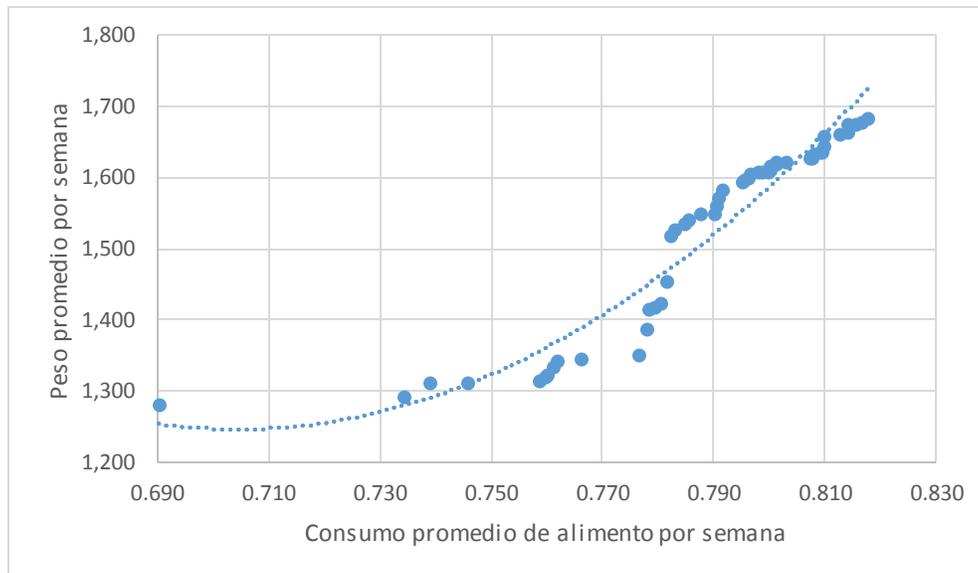
7.2 Consumo promedio de alimento y peso promedio de las gallinas por semana.

Los datos que se muestran en cuadro 6 son los consumos promedio de alimento por semana y el peso promedio de las gallinas por semana, se observa que el peso va aumentando cada semana durante las 50 semanas en el primer ciclo de postura. Los datos se obtuvieron de una batería de 24 espacios con capacidad para 72 animales, con estos datos se generó una ecuación para estimar el peso de la gallina (Y) a partir del consumo de alimento (X).

Cuadro 6. Consumo promedio de alimento y peso promedio de las gallinas.

<i>Semanas en producción</i>	<i>Consumo promedio de alimento por semana (gr)</i>	<i>Peso promedio de la gallina a la semana (kg)</i>	<i>Semanas en producción</i>	<i>Consumo promedio de alimento por semana (gr)</i>	<i>Peso promedio de la gallina a la semana (kg)</i>
1	0.690	1,281	26	0.795	1,594
2	0.734	1,291	27	0.796	1,597
3	0.739	1,312	28	0.796	1,599
4	0.746	1,313	29	0.797	1,605
5	0.759	1,314	30	0.798	1,607
6	0.760	1,320	31	0.799	1,607
7	0.760	1,324	32	0.800	1,608
8	0.761	1,333	33	0.800	1,611
9	0.762	1,344	34	0.800	1,617
10	0.766	1,345	35	0.801	1,620
11	0.777	1,350	36	0.801	1,622
12	0.778	1,388	37	0.803	1,623
13	0.778	1,415	38	0.808	1,627
14	0.779	1,417	39	0.808	1,628
15	0.781	1,423	40	0.808	1,634
16	0.782	1,453	41	0.809	1,636
17	0.783	1,518	42	0.810	1,637
18	0.783	1,527	43	0.810	1,645
19	0.785	1,537	44	0.810	1,658
20	0.785	1,541	45	0.813	1,661
21	0.788	1,548	46	0.814	1,665
22	0.790	1,549	47	0.814	1,675
23	0.790	1,561	48	0.816	1,676
24	0.791	1,573	49	0.817	1,678
25	0.792	1,584	50	0.818	1,684

Gràfica 5. Consumo de alimento y ganancia de peso promedio a la semana.



El método utilizado para obtener la ecuación fue una regresión polinómica de segundo orden, ya que es la que más se ajusta al comportamiento de los datos, el análisis de estos se realizó con la hoja de cálculo Excel del office

La función en semana de consumo de alimento y ganancia de peso de la gallina es:

$$y = 19826 - 52742x + 37430x^2$$

Una vez obtenida la ecuación podemos aplicarla para conocer peso promedio de las gallinas de postura con respecto al consumo de alimento por semana.

Ejemplo cuando consumen 780 gr en promedio de alimento a la semana ¿Cuánto pesaran en promedio las gallinas?

Según la ecuación:

$$y = 19826 - 52742x + 37430x^2$$

$$y = 19826 - 52742(780) + 37430(.780^2)$$

$$y = 19826 - 52742(.780) + 37430(.6084)$$

$$y = 19826 - 41138.76 + 22772.41$$

$$y = 19826 - 18366.35$$

$$y = 1459.65 \text{ gr.}$$

La ecuación estimada para predecir el peso promedio de las gallinas por semana a través del consumo promedio del alimento tiene una F de 281.8681313, las t_c individuales: Intercepto 6.52512501, X -6.66777250 y X^2 7.27683851 el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.9230 o 92.30 %. Los errores estándar individuales fueron (3038.396551), (7909.957087) y (5143.715878), con una probabilidad individual de (0.000000043), (0.000000026) y (0.000000003), con lo que se confirma una alta significancia estadística (ANDEVA $p < 0.05$).

Cuadro 7. Análisis de varianza (ANDEVA) para consumo promedio de alimento y peso promedio de la gallina a la semana.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.960751635
Coefficiente de determinación R^2	0.923043705
R^2 ajustado	0.919768969
Error típico	37.04591891
Observaciones	50

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	773671.7077	386835.8539	281.8681313	0.000000000000067
Residuos	47	64502.80509	1372.400108		
Total	49	838174.5128			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	19825.91733	3038.396551	6.52512501	0.000000043
Variable X 1	-52741.79435	7909.957087	-6.66777250	0.000000026
Variable X 2	37429.98979	5143.715878	7.27683851	0.000000003

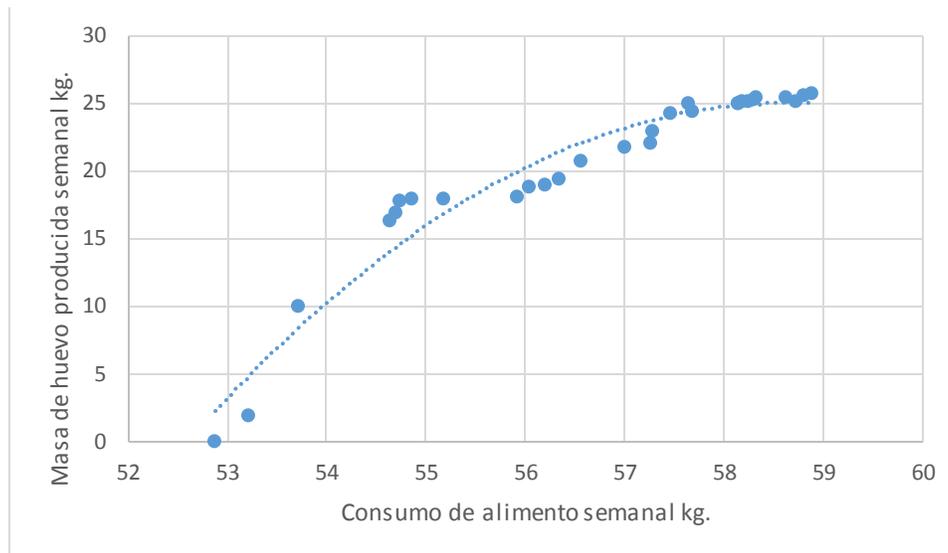
7.3 Función de producción

Los datos para obtener la curva de función de producción (Cuadro 8) fueron consumo de alimento semanal (X) y masa de huevo semanal (Y) del experimento, también se observan las semanas en producción de las gallinas de postura de la línea Lohmann Brown durante el primer ciclo de postura.

Cuadro 8. Consumo de alimento y masa de huevo producida por semana.

<i>Semanas en producción</i>	<i>Consumo de alimento a la semana</i>	<i>Masa de huevo producida a la semana</i>	<i>Semanas en producción</i>	<i>Consumo de alimento a la semana</i>	<i>Masa de huevo producida a la semana</i>
1	52.875	0	16	57.285	22.897
2	53.215	1.857	17	57.454	24.208
3	53.705	9.995	18	57.685	24.457
4	54.635	16.346	19	57.630	24.968
5	54.695	16.967	20	58.140	24.968
6	54.730	17.806	21	58.150	24.969
7	54.855	17.965	22	58.185	25.067
8	55.180	17.993	23	58.250	25.166
9	55.910	18.057	24	58.295	25.240
10	56.030	18.847	25	58.315	25.361
11	56.200	19.009	26	58.630	25.414
12	56.340	19.346	27	58.810	25.594
13	56.550	20.789	28	58.890	25.677
14	56.995	21.807	29	58.720	25.154
15	57.250	21.992			

Gráfica 6. Consumo de alimento y masa de huevo producido



El método utilizado para obtener la ecuación fue una regresión polinómica de segundo orden, es la que más se ajusta al comportamiento de los datos, el análisis de estos se realizó con la hoja de cálculo Excel del office y el procedimiento REG.

La función obtenida fue:

$$y = -2344.6 + 80.839x + -0.6895x^2$$

Una vez obtenida la ecuación podemos aplicarla para conocer la cantidad de masa de huevo producida de acuerdo al consumo total de alimento por semana.

Ejemplo a los 57 kg de alimento consumido ¿Cuánta masa de huevo se producirá?

Según la ecuación:

$$y = -2344.6 + 80.839x + -0.6895x^2$$

$$y = -2344.6 + 80.839(57) + -0.6895(57^2)$$

$$y = -2344.6 + 80.839(57) + -0.6895(3249)$$

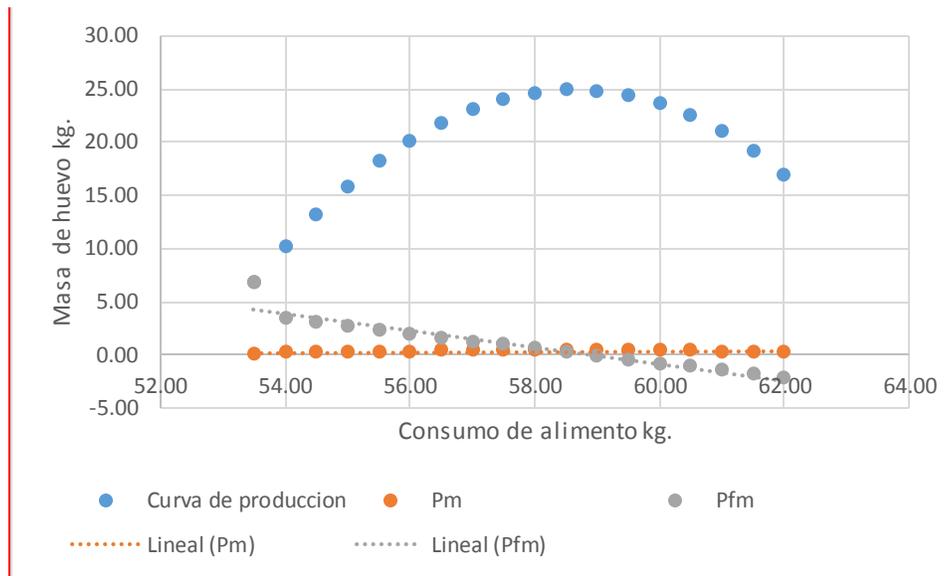
$$y = -2344.6 + 4607.823 + -2240.1855$$

$$y = 23.0375$$

Cuadro 9. Producto total, Producto medio y Producto físico marginal.

<i>Semana</i>	<i>C. de alimento</i>	<i>P. de huevo</i>	<i>PMe</i>	<i>PMg</i>
1	53.50	6.77	0.126	6.770
2	54.00	10.12	0.187	3.359
3	54.50	13.14	0.241	3.014
4	55.00	15.81	0.287	2.669
5	55.50	18.13	0.327	2.325
6	56.00	20.11	0.359	1.980
7	56.50	21.75	0.385	1.635
8	57.00	23.04	0.404	1.290
9	57.50	23.98	0.417	0.946
10	58.00	24.58	0.424	0.601
11	58.50	24.84	0.425	0.256
12	59.00	24.75	0.420	-0.089
13	59.50	24.32	0.409	-0.433
14	60.00	23.54	0.392	-0.778
15	60.50	22.42	0.371	-1.123
16	61.00	20.95	0.343	-1.468
17	61.50	19.14	0.311	-1.812
18	62.00	16.98	0.274	-2.157

Gráfica 7. Producto medio y producto físico marginal por insumo



La ecuación estimada para la función de producción tiene una F de 170.969798, las t_c individuales: intercepto -6.863243084, X 6.638072662 y X^2 -6.357923125 el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.9419 o 94.19 %. Los errores estándar individuales fueron (341.6125076), (12.17808769) y (0.108441432), con una probabilidad individual de (0.00000028), (0.00000048) y (0.00000098), con lo que se confirma una alta significancia estadística (ANDEVA $p < 0.05$).

Cuadro 10. Análisis de varianza (ANDEVA) función de producción

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.97052748
Coeficiente de determinación R^2	0.94192358
R^2 ajustado	0.93745617
Error típico	1.65416466
Observaciones	29

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	1153.842878	576.9214389	210.843006	0.00000000000085
Residuos	26	71.14277917	2.736260737		
Total	28	1224.985657			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	-2344.56968	341.6125076	-6.863243084	0.00000028
Variable X 1	80.83903099	12.17808769	6.638072662	0.00000048
Variable X 2	-0.689462289	0.108441432	-6.357923125	0.00000098

Es evidente la existencia de auto correlación en el modelo econométrico, dada la naturaleza de observación de los datos en la función de producción. Es de creerse que el dato dos se comporta en función del dato uno y así sucesivamente. En gallinas de postura, cuando éstas consumen una unidad de alimento más, el peso actual de la masa de huevo corresponde al anterior más la nueva ganancia de en producción de masa de huevo. Al hacer la prueba de hipótesis para auto correlación al 5% de significancia, acepta la hipótesis nula que indica ausencia de correlación entre las variables. Con esto, los cambios en la variable dependiente y los cambios en las independientes son del mismo orden de magnitud, no hay evidencia de heterocedasticidad. Con respecto a la multicolinealidad, un indicador de ésta es un R^2 alto con un estadístico f altamente significativo.

En esta investigación se cumple la primera condición, pero no la segunda, por lo tanto, no hay presencia de colinealidad. La presencia de una variable x^2 que podría generar problemas de colinealidad y su posible omisión en el modelo, no se realizó debido a que en el modelo teórico de la función de producción se vuelve condición necesaria y suficiente para generar la concavidad de la curva y con ello determinar la optimización del insumo variable.

De acuerdo con la teoría económica, el signo (negativo) que antecede al parámetro x^2 indica la presencia de una función de producción con rendimientos marginales decrecientes. Por tanto, la añadidura progresiva de los factores productivos conducen a incrementos cada vez menores en el peso del animal, hasta el punto a partir del cual éste empieza a decrecer. Así, en las condiciones planteadas, el término de intersección -2344.6 no posee un significado económico, es la parte de la masa de huevo producida que el modelo no explica.

El coeficiente de la variable independiente x indica la relación marginal entre dicha variable y la masa de huevo producida; así, este coeficiente señala que cuando se mantienen constantes los efectos de otras variables, cada incremento por 0.500 kg de alimento, hará que el peso (promedio) total de masa de huevo aumente.

El cuadro 9 presenta los cálculos de Q, P_{Me} y P_{Mg}, por unidad de insumo variable. Q indica los kg de masa de huevo que se hayan producido según las unidades de insumo (alimento) que hayan consumido las gallinas de postura.

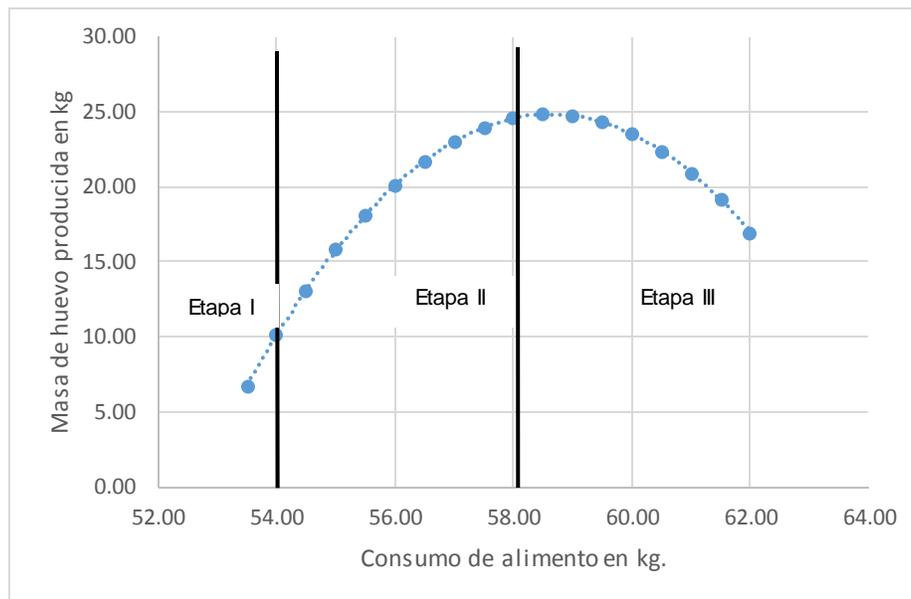
El producto medio, definido como el cociente del producto total y el nivel de insumo, se incrementan gradualmente y alcanza su máximo en 58.50 kg de alimento, después declina paulatinamente. Por su parte, el P_{Mg}, que es el cambio en el producto total por cada unidad de insumo variable añadida, tuvo un comportamiento similar al producto medio, alcanzando su nivel máximo en 58.50 kg.

La pendiente declina paulatinamente en la etapa de finalización, es decir, cuando se producen 24.840 kg de masa de huevo. Se presenta en la gráfica 8 el comportamiento del producto medio y del producto físico marginal, aquí se aprecia que el producto medio desciende, lo cual puede observarse después de que las gallinas de postura consumen 58.50 kg durante su primera etapa de producción.

El producto medio alcanza el nivel más alto cuando las gallinas consumen 58.50 kg de insumo variable (alimento), después va disminuyendo progresivamente.

El punto donde se cruzan ambas curvas es cercano a 58.621 kg de insumo variable, es decir cuando las gallinas producen 24.85 kg de masa de huevo.

Gráfica 8. Gráfica etapa I, II y III de la función de producción



En la etapa I de la función de producción se caracteriza por una mayor velocidad de transformación del insumo variable en producto total como se muestra en la gráfica 8. Además, el producto físico marginal se encuentra por arriba del producto medio.

En el punto donde termina la etapa II de la función de producción, donde es mayor la efectividad del insumo variable, es decir el producto físico marginal disminuye por debajo del producto medio como se muestra en la gráfica 8.

El término de esta etapa no se encuentra en la gráfica, pues se da cuando el producto físico marginal es cero, es decir, al incrementar una unidad más del insumo

alimento, la producción en las gallinas de postura se mantiene en la misma cantidad de masa producida de huevo.

Desde el punto de vista de la teoría microeconómica, la máxima utilidad para el avicultor se encuentra en la etapa II de la función de producción, lo que significa que cuando las gallinas de postura producen 24.840 kg de masa de huevo.

7.3.1 Optimo técnico

Derivando parcialmente e igualando a cero para obtener el valor de x .

En el óptimo técnico no intervienen los precios ya que éste se producirá en el nivel de utilización del insumo que aporte el mayor volumen de producción por unidad. Una vez determinada la función, es posible indicar que la producción en un inicio tendrá un crecimiento rápido a medida que aumenta el suministro del insumo variable (alimento), se llegará a un punto en el que la masa de huevo producida tenderá a decrecer a niveles no satisfactorios, en éste se obtendrá el máximo peso u óptimo técnico, matemáticamente se obtiene con la primera derivada de la función igual a cero, lo que esto significa que las gallinas de postura Lohman Brown alcanzan la máxima producción de masa de huevo (óptimo técnico) x .

$$y = -2344.6 + 80.839x - 0.6895x^2$$

$$\frac{Sx}{Sy} = 80.839x - 0.6895x^2$$

$$80.839 + 1.379 = x$$

$$x = \frac{80.839}{1.379}$$

$$x = 58.621$$

$$y = -2344.6 + 80.839x - 0.6895x^2$$

$$y = -2344.6 + 80.839(58.621) - 0.6895(58.621^2)$$

$$y = -2344.6 + 80.839(58.621) - 0.6895(3436.42)$$

$$y = -2344.6 + 4738.86 - 2369.41$$

$$y = -2344.6 + 2369.45$$

$$y = 24.85$$

7.3.2 Optimo económico

Para el óptimo económico la máxima producción no implica la máxima ganancia, por lo que debe producirse hasta donde el producto marginal (PMg) del insumo variable se iguale a su costo marginal (CMg); dado que los rendimientos son decrecientes), o lo que es lo mismo, cuando el valor de la derivada en ese punto sea igual a la relación de precios del insumo y del producto, lo que esto significa que para tener mayor ganancia económica es cuando las gallinas Lhoman Brown consumen 58.476 kg de alimento y producen 24.84 kg de masa de huevo.

En la siguiente ecuación el 8 se refiere al precio de insumo variable (alimento) por kg y 40 es el precio de venta del huevo en kg, precios que fueron establecidos durante el experimento.

$$y = -2344.6 + 80.839x - 0.6895x^2$$

$$y = 80.839 - 1.379x = \frac{8}{40}$$

$$y = 80.839 - 1.379x = .2$$

$$y = -1.379x = .2 - 80.839$$

$$y = -1.379x = -80.639$$

$$x = \frac{-80.639}{-1.379}$$

$$x = 58.476$$

$$y = -2344.6 + 80.839x - 0.6895x^2$$

$$y = -2344.6 + 80.839(58.476) - 0.6895(58.476^2)$$

$$y = -2344.6 + 80.839(58.476) - 0.6895(3419.44)$$

$$y = -2344.6 + 4727.14 - 2357.70$$

$$y = -2344.6 + 2369.44$$

$$y = 24.84$$

VIII. DISCUSIÓN

No se han encontrado trabajos publicados que describan la función de producción en gallinas de postura, sin embargo existen diferentes trabajos realizados sobre función de producción que explican el comportamiento productivo de las especies de interés zootécnico.

Por ejemplo:

Hernández (2016) Determina que con la utilización de la función de producción de Cobb-Douglas, y el empleo de los factores, Pastizal Natural (PN), Total de Animales (TA) y los Gastos de Alimentación (GA), en la Producción Total de Carne (Y), Podemos concluir que los bovinos carne en los cuatro municipios de estudio ofrecen buenos resultados (aceptables), pues se obtuvieron rendimientos crecientes a escala durante el periodo de estudio que fue de Febrero a Julio de 2015. De acuerdo a lo que se estimó con la función de producción de las aves de postura Lohmann Brown los rendimientos crecientes se mostraron de la semana 1 a la semana 2 de producción.

Gómez *et al* (2007) obtuvo en la determinación del óptimo técnico y económico en una granja porcícola, la ecuación de regresión correspondiente a la etapa decreciente de la función de producción, usando un modelo polinomial cuadrático, donde el peso del cerdo fue la variable dependiente y el alimento la variable independiente, La ecuación obtenida fue: $Q = -11.6496 + 4.7243a - 0.0321a^2$, (-36.97), (324.03), (-209.59), los términos entre paréntesis de la ecuación estimada son las tc individuales; la F del modelo fue 99 999, la bondad de ajuste (R^2) de 0.999 o 99.9 % La máxima utilidad se encuentra después del cruce de las curvas del producto medio y del producto marginal y cuando este último es cero; situación que ocurre entre la unidad 19 y 74 de insumo variable (alimento) y el cerdo pesa entre 66.79 y 162.17 kg.. Al determinar el óptimo técnico y económico en gallinas de postura lohmann brown, la ecuación de regresión correspondiente a la etapa decreciente de la función de producción, usando una ecuación polinómica de segundo orden,

donde la producción de masa de huevo fue la variable dependiente y el consumo de alimento la variable independiente. La ecuación estimada para la función de producción tiene una F de 170.969798, las t_c individuales: Intercepto (-2344.56968), x (80.83903099) y x^2 (-0.689462289) (R^2) fue de 0.9419 o 94.19. Los errores estándar individuales fueron (341.6125076), (12.17808769) y (0.108441432), con una probabilidad individual de (0.00000028), (0.00000048) y (0.00000098), encontrando que la máxima utilidad se encuentra después del cruce de las curvas del producto medio y del producto marginal y cuando este último es cero; situación que ocurre cuando las gallinas consumen 58.621 kg de alimento y produce 24.850 kg de masa de huevo.

IX. CONCLUSIONES

Se logró estimar la función de producción en aves de postura Lohmann Brown, al analizarla se puede observar que la máxima utilidad se encuentra después del cruce de las curvas del producto medio y del producto marginal, cuando este último es cero.

Al estimar la función de producción se puede observar el consumo de alimento en kg que se transforma en la producción de masa de huevo, además de conocer las cantidades de recursos insumo-producto que maximizan la producción y la utilidad, lo cual es una herramienta que permite a los productores optimizar el comportamiento productivo de las gallinas.

X. RECOMENDACIONES

Que la función de producción sea aplicada en sistemas avícolas, con producciones de huevo en piso, para determinar las comparaciones entre los insumos requeridos entre el sistema intensivo en baterías y en sistema intensivo en piso.

Aplicar la función de producción, para estimar el tipo de sistema de producción de huevo, que presente la mejor eficiencia productiva y mayor rentabilidad para el productor.

Determinar la función de producción en un sistema extensivo para producción de huevo.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrotendencia tv. (2021). *Gallina Lohmann SLS*.
<https://agrotendencia.tv/agroshow/productos/avicultura/genetica/raza-de-la-gallina-lohmann-lsl/>
- Algarra Luqué, L. P. (2014, septiembre). Genética gallina ponedora. [Gestión de empresas agropecuarias]. *Genética gallina ponedora*.
https://www.google.com/search?q=sistema+digestivo+de+las+gallinas&rlz=1C1CHBF_esMX859MX859&sxsrf=ALeKk02w1aNn1Vl6qdsL-LfgCTle9sWlB:1628130438916&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi5ntbD6pjyAhUNCawKHbrmDNEQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1242&bih=597#imgsrc=QhASHyDREe9gMM
- Alva Rosalindo, F. (2017). *Importancia de los programas de luz en ponedoras comerciales fase (II)*. <http://repebis.upch.edu.pe/articulos/MAP/v4n5/a7.pdf>
- Avicolatoscana. (2020). *Babcock Brown Guía de manejo de la nutrición de ponedoras*. <https://www.avicolatoscana.com/wp-content/uploads/2020/02/guia-de-manejo-de-la-nutricion-babcock-brown-2.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*. [Tesis de licenciatura., Universidad Estatal de Bolívar.].
<http://190.15.128.197/bitstream/123456789/1504/1/Proyecto%20de%20Investigacion.pdf>

Barajas Maldonado, A. (2015). *Producción y consumo de huevo en México seguirá en alza*. [Informe]. <https://www.industriaavicola.net/reproduccion-genetica-e-incubacion/produccion-y-consumo-de-huevo-en-mexico-seguira-en-alza/>

Biblioteca del campo. (2002). *Manual agropecuario* (Vol. 2). grania.

blogspot.com. (2013, octubre 23). ¿cuales son las partes de un huevo de gallina?

Gallinas y *demás*.

[https://www.google.com/search?q=sistema+digestivo+de+las+gallinas&rlz=](https://www.google.com/search?q=sistema+digestivo+de+las+gallinas&rlz=1C1CHBF_esMX859MX859&sxsrf=ALeKk02w1aNn1VI6qdsL-LfgCTle9sWlB:1628130438916&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi5ntbD6pJyAhUNCawKHbrmDNEQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1242&bih=597#imgrc=QhASHyDREe9gMM)

[1C1CHBF_esMX859MX859&sxsrf=ALeKk02w1aNn1VI6qdsL-](https://www.google.com/search?q=sistema+digestivo+de+las+gallinas&rlz=1C1CHBF_esMX859MX859&sxsrf=ALeKk02w1aNn1VI6qdsL-LfgCTle9sWlB:1628130438916&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi5ntbD6pJyAhUNCawKHbrmDNEQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1242&bih=597#imgrc=QhASHyDREe9gMM)

[LfgCTle9sWlB:1628130438916&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ah](https://www.google.com/search?q=sistema+digestivo+de+las+gallinas&rlz=1C1CHBF_esMX859MX859&sxsrf=ALeKk02w1aNn1VI6qdsL-LfgCTle9sWlB:1628130438916&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi5ntbD6pJyAhUNCawKHbrmDNEQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1242&bih=597#imgrc=QhASHyDREe9gMM)

[UKEwi5ntbD6pJyAhUNCawKHbrmDNEQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1242&b](https://www.google.com/search?q=sistema+digestivo+de+las+gallinas&rlz=1C1CHBF_esMX859MX859&sxsrf=ALeKk02w1aNn1VI6qdsL-LfgCTle9sWlB:1628130438916&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi5ntbD6pJyAhUNCawKHbrmDNEQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1242&bih=597#imgrc=QhASHyDREe9gMM)

[ih=597#imgrc=QhASHyDREe9gMM](https://www.google.com/search?q=sistema+digestivo+de+las+gallinas&rlz=1C1CHBF_esMX859MX859&sxsrf=ALeKk02w1aNn1VI6qdsL-LfgCTle9sWlB:1628130438916&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwi5ntbD6pJyAhUNCawKHbrmDNEQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1242&bih=597#imgrc=QhASHyDREe9gMM)

Boletín Técnico. (2017). *ENTENDIENDO LA LUZ EN LA AVICULTURA*. Hy-Line International. <https://www.hyline.com/ViewFile?id=53ad0d29-732b-4d37-bc72-f20d00000557f>

Bugallal Marchesi, J. L. (2014). *Gallinas, estirpes para puesta (huevo de color)*.

Proulty. <http://avicultura.proultry.com/empresas/isa-iberica>

Casaubon, M. T. (2020). *Anatomo-fisiología del aparato reproductor de las aves*. (p.

7) [Memoria de congreso]. Universidad Nacional Autónoma de México.

[http://congreso.fmvz.unam.mx/pdf/memorias/Aves/ANATOMO-](http://congreso.fmvz.unam.mx/pdf/memorias/Aves/ANATOMO-FISIOLOG%20DEL%20APARATO%20REPRODUCTOR%20DE%20LAS%20AVES.pdf)

[FISIOLOG%20DEL%20APARATO%20REPRODUCTOR%20DE](http://congreso.fmvz.unam.mx/pdf/memorias/Aves/ANATOMO-FISIOLOG%20DEL%20APARATO%20REPRODUCTOR%20DE%20LAS%20AVES.pdf)

[%20LAS%20AVES.pdf](http://congreso.fmvz.unam.mx/pdf/memorias/Aves/ANATOMO-FISIOLOG%20DEL%20APARATO%20REPRODUCTOR%20DE%20LAS%20AVES.pdf)

Case, K. E. (2015). Principios de Microeconomía. En *Principios de microeconomía*.

(Octava edición, p. 417). Pearson.

- CEDRSSA. (2019). *La importancia de la industria avícola en México*. (p. 14) [Reporte]. https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/08/47Industria_Avicola_M%C3%A9xico.pdf
- Copyright Institut de Sélection Animale BV. (2021). *Una ponedora fuerte y productiva*. Calidad con eficiencia. <https://www.hisex.com/es/products-es/hisex-white-es/>
- Cuevas Reyes, V., Loaiza Meza, A., Astengo Cázares, H., Moreno Gallegos, T., Borja Bravo, M., Reyes Jimenez, J. E., & González González, D. (2018). Análisis de la función de producción de leche en el sistema bovinos doble propósito en Ahome, Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(2), 376. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i2.4545>
- Delgado Choto, M. S. (2016). *CARACTERIZACIÓN FANERÓPTICA DE LA GALLINA DE CAMPO DE LA REGIÓN INTERANDINA DEL ECUADOR [ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO]*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5478/1/17T1418.pdf>
- Estrada Pareja, M. M. (2011). *ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA AVIAR*. http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/pluginfile.php/247268/mod_resource/content/0/ANATOMIA_Y_FISIOLOGIA_AVIAR_documento_2011.pdf
- Fálder Rivero, Á. (2005). *Enciclopedia de los Alimentos*. https://www.mercasa.es/media/publicaciones/90/1290792691_DYC_2005_7_9_105_115.pdf
- FAO. (2018). *Producción y productos avícolas*. <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>

- Fernández Romay, Y. (2013). *Modelización del sistema productivo porcino y evaluación de los parámetros técnicos mas significativos*. [Tesis doctoral, Universidad de Lleida].
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/120476/Tyfr1de1.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Ficha tecnica. (2018). *La historia de la Isa Brown*.
http://www.granjaroblealtocr.com/gjra/wp-content/uploads/2018/05/ficha_tecnica_isa_brown.PDF
- García, F. (2004). *Funciones de producción y programación*.
<http://webdelprofesor.ula.ve/economia/gsfran/Asignaturas/Produccion/funcionesdeproduc.pdf>
- García Maynez, F. I. (2012). *Manejo, producción y comercialización del huevo de plato*. [Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3303/FERNANDO%20IVAN%20GARCIA%20MAYNEZ.pdf?sequence=1>
- Godoy, M. F. (2014). *El sistema digestivo en diferentes especies de aves*.
<https://bionotas.files.wordpress.com/2014/09/sist-dig-diferentes-especies-aves.pdf>
- Guía de manejo. (2013). *Brown Nick Ponedoras de huevos marrones*.
<http://www.pronavicola.com/contenido/manuales/H&N.pdf>
- Guía de Manejo. (2016). *HY-LINE BROWN*. <https://www.hyline.com/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/Brown/Brown%20Alt/BRN%20ALT%20COM%20SPN.pdf>

- Hablemos de aves.com. (2019). *Gallina Leghorn: Características, Alimentación, Crianza y más*. <https://hablemosdeaves.com/gallina-leghorn/>
- Hernandez Aguirre, P. (2016). *Estimación de una función de producción de bovinos carne en sistema extensivo en el sur del Estado de México*. [Tesis de Maestría., Universidad Autónoma del Estado de México.]. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65117/TESIS_Mtr%C3%ADa_Pedro_2016-split-merge.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Hy Line de México s.a de C.V. (2019, agosto). *Hy Line W80*. Hy Line de México. <https://www.hyline.com/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/W-80/80%20COM%20SPN.pdf>
- Hy-Line. (2021). *Hy-line W-80*. <https://www.hyline.com/spanish/variedades/w-80>
- inta. (2008). *Manejo Eficiente de Gallinas de Patio*. fao. <http://www.fao.org/3/as541s/as541s.pdf>
- ISA, A Hendrix Genetics Company. (2009). *Babcock Brown, Guía de manejo de la nutrición de ponedoras comerciales*. <https://www.sanmarino.com.co/images/descargas/babcock/guia-de-manejo-de-la-nutricion-babcock-brown.pdf>
- Jaimes Pérez, A. (2010). *Digestión en aves de engorda*. JUST ANOTHER WORDPRESS.COM WEBLOG. <https://alejandrajaimeperez.wordpress.com/2010/03/11/digestion-en-aves-de-engorde/>
- León Peñafiel, J. G. (2019). *Respuesta fisiológica a nivel digestivo de los pollos de engorde alimentados con torta*. [Tesis de licenciatura., Universidad Estatal del Sur de Manabi.].

<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1998/1/UNESUM-ECU-ING.AGROPE-2019-11.pdf>

LOHMANN TIERZUCHT. (2013). *Guía de manejo en sistemas de jaulas*.
<https://ibertec.es/docs/productos/IsIwhite.pdf>

LOHMANN TIERZUCHT. (2016). *Lohmann brown classic*.
<https://ibertec.es/docs/productos/LB-Classic.pdf>

Mejia Jervis, T. (2021). *Sistema digestivo de las aves: Partes y funciones*. Lifeder.
<https://www.lifeder.com/sistema-digestivo-aves/>

Montero, D. (2020). *Guía para principiantes para elegir las razas de pollo para su pequeño rebaño de granjas*.
<https://www.consejosparamihuerto.com/animales/gallinas/guia-para-principiantes-para-elegir-las-razas-de-pollo-para-su-pequeno-rebano-de-granjas/>

Nicholsón, W. (2011). *Teoría micro económica*. (p. 183). Cengage Learnig.

Pech Martínez, V., Santos Flores, J., & Montes Pérez, R. (2002, agosto). Función de producción de la ganadería de doble propósito de la zona oriente del estado de Yucatán, México. *Técnica Pecuaria en México.*, 40(2), 187-192.

Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2009). *Microeconomía*. (Septima edición). Pearson educación.

Rajimon, J. (2010). La economía y la función de producción en la educación. *Revista Científica «Visión de Futuro»*, 13(1).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3579/357935475006>

Rebollar Rebollar, S., Gómez Tenorio, G., Callejas Juárez, N., Guzmán Soria, E., & Hernández-Martínez, J. (2014). *ÓPTIMOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS EN*

CORTES DE CARNE DE CERDO EN DOS REGIONES DE MÉXICO. 161-168.

Saúl Sevilla, M. (2015). *Calidad y manejo de huevo para plato* [Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7730/63762%20SEVILLA%20MAXIMINO%2c%20SAUL%20MONOG..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SMATTCOM. (2019, junio 18). *Incrementará producción de pollo y huevo para 2020.*
<https://smattcom.com/blog/incrementara-produccion-de-pollo-y-huevo-para-2020>

Solla . com. (2018). *Dekalb White sistemas de producción alternativos.*
https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/dekalb_white_product_guide_alternative_production_systems_sp_vs1.pdf

statista. (2021). *Volumen de producción de huevos en México de 2011 a 2019.*
<https://es.statista.com/estadisticas/595175/volumen-de-produccion-de-huevos-mexico/>

Unión Nacional de Avicultores. (2020). *Expectativas 2020.*
<https://una.org.mx/industria/#:~:text=Expectativas%202020&text=La%20producci%C3%B3n%20de%20huevo%20en,de%202.9%20millones%20de%20toneladas.>

Unión Nacional de Avicultores. (2021). *Expectativas 2021.*
<https://una.org.mx/industria/>

Valencia Sandoval, K. (2015). *¿Qué nos enseña la función de producción?* (Contabilidad., p. 17) [Resumen]. Universidad Autónoma del Estado de

México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/33857/secme-16321.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vargas Céspedes, A., Serrano Chaves, K., Watler, W., Morales, & Vignola, R. (2018). *FICHA TÉCNICA SECTOR PRODUCTIVO AVÍCOLA*. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-Avicola.pdf>

Villanueva, C., Oliva, A., Torres, Á., Moscoso, C., & González, E. (2015). *Manual de producción y manejo de aves de patio*. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual_de_produccion_manejo_aves_de_patio.pdf

XII. ANEXOS

Cuadro 11. Indicador para condición corporal del manual de ponedoras Lohmann Brown-classic

<i>Edad en semanas en producción</i>	<i>Rango de peso (g)</i>	<i>Peso promedio(g)</i>	<i>Edad en semanas en producción</i>	<i>Rango de peso (g)</i>	<i>Peso promedio(g)</i>
16	1310–1392	1351	33	1871–1987	1929
17	1378–1464	1421	34	1874–1990	1932
18	1448–1538	1493	35	1876–1992	1934
19	1518–1612	1565	36	1878–1994	1936
20	1586–1684	1635	37	1881–1997	1939
21	1650–1752	1701	38	1883–1999	1941
22	1707–1813	1760	39	1886–2002	1941
23	1754–1862	1808	40	1888–2004	1946
24	1791–1901	1846	41	1891–2007	1949
25	1818–1930	1874	42	1893–2011	1952
26	1836–1950	1893	43	1895–2013	1954
27	1849–1963	1906	44	1897–2015	1956
28	1857–1971	1914	45	1900–2018	1959
29	1860–1976	1918	46	1902–2020	1961
30	1863–1979	1921	47	1905–2023	1964
31	1866–1982	1924	48	1907–2025	1966
32	1868–1984	1926	49	1910–2028	1969
			50	1913–2031	1972

(Ficha técnica, 2018).