

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN GESTION DE LA CALIDAD Y LA
PRODUCTIVIDAD”**

TEMA:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE CURVAS DE CRECIMIENTO DE
POLLOS DE ENGORDE

AUTOR:

EVELYN EMOE GAVICA ENGRACIA

Guayaquil - Ecuador

2019

RESUMEN

El presente proyecto se realizó una comparación de curvas de crecimiento entre dos granjas avícolas experimentales, Para nuestra investigación se utilizó como referencia la línea de pollo Cobb 500 por su potencial genético. La población objetivo total fue de 40 animales, en la Granja Bona Terra 20 animales distribuidos en un corral y en la Granja El Limonal 20 animales distribuidos en un corral, la ubicación se realizó de forma aleatoria desde su primer día de llegada, cada corral experimental conto con 20 pollos que representan una unidad experimental. La toma de datos se realizó una vez cada semana durante 49 días de producción en Granja, el control de consumo de alimento se registró de manera diaria, utilizando alimento premium en etapa inicial y de engorde, la conversión alimenticia al final del proyecto fue de 1.71% granja Bona Terra y 1.81% Granja El Limonal. Para el análisis comparativo de los datos, se presentó curvas de crecimiento y para la evaluación estadística se utilizó un modelo de efectos mixtos.

Palabras claves: Factor de conversión, Cobb 500, Efectos mixtos, Análisis comparativos.

ABSTRACT

The present project made a comparison of growth curves between two experimental poultry farms. For our research, the Cobb 500 chicken line was considered as a reference for its genetic potential. The total target population was 40 animals, in the Bona Terra Farm 20 animals distributed in a pen and in the El Limonal Farm 20 animals distributed in a pen, the location was made randomly from its first day of arrival, each experimental pen I have 20 chickens that represent an experimental unit. The data collection was carried out once a week during 49 days of production in the Farm, the control of food consumption was carried out on a daily basis, the use of premium foods in the initial and fattening stage, the food conversion at the end of the project It was 1.71% Bona Terra farm and 1.81% El Limonal farm. For the comparative analysis of the data, you will see the growth curves and for the statistical evaluation you will see the mixed effects model.

Keywords: Conversion factor, Cobb 500, Mixed effects, Comparative analysis

DEDICATORIA

A mi Hijo Emiliano José y familia.

Evelyn Emoe Gavica Engracia

AGRADECIMIENTO

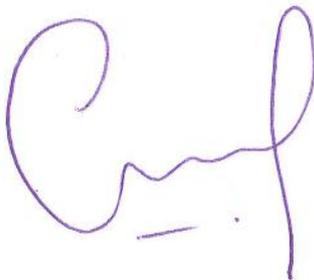
A Dios por tener por guiar mi vida,
A mi tutor por sus enseñanzas y paciencia,
mis profesores y compañeros de clases y
todas las personas que intervinieron
de alguna forma a la culminación de este proyecto.

Evelyn Emoe Gavica Engracia

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo que corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

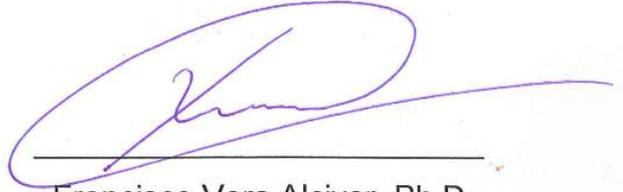
A handwritten signature in purple ink, consisting of a large, stylized 'E' followed by a series of loops and a vertical line extending downwards.

Evelyn Emoe Gavica Engracia

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



M.Sc Nadia Cárdenas Escobar
PRESIDENTE



Francisco Vera Alcivar, Ph.D.
DIRECTOR



M.Sc. Francisco Moreira Villegas
VOCAL



Omar Ruiz Barzola, Ph.D.
VOCAL

ABREVIATURAS O SIGLAS

COBB	Raza de pollos de engorde
BROILER	Tipo de pollos desarrolladas en granjas
EFM	Efectos mixtos
AC	Análisis comparativo
CC	Curva de crecimiento
FC	Factor de conversión
HR	Humedad Relativa
T	Temperatura
ADG	Promedio de ganancia diaria
LOGIS	Método crecimiento logístico
FLP	Método logístico de cuatro parámetros

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Descripción del problema.....	1
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivos General	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Hipótesis	3
1.6. Alcance.....	3
CAPÍTULO 2	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Producción Avícola.....	4
2.2. Factores que afectan el crecimiento al pollo de engorde	4
2.2.1. Línea genética Cobb 500.....	5
2.2.2. Entorno del crecimiento de las aves	5
2.2.3. Factores Ambientales.....	7
2.2.4. Alimentación de pollos	11
2.2.5. Conversión Alimenticia.....	14
2.3. Mortalidad en aves	15
2.4. Curvas de Crecimiento	16
2.5. Método de efectos mixtos	17
2.6. Modelos de crecimiento	18
2.6.1. Modelo curva de crecimiento logístico.....	18
2.6.2. Modelo de crecimiento de cuatro parámetros	19
2.6.3. Modelo de crecimiento Gompertz.....	19
2.7. Selección del modelo por AIC	20
CAPÍTULO 3	21
3. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Localización experimental.....	21
3.2. Preparación del lugar.....	22
3.2.1. Galpones	22
3.2.2. Cama.....	22

3.2.3.	Colocación de cortinas.....	22
3.2.4.	Recepción y selección de aves en granjas.....	22
3.2.5.	Selección de las aves.....	23
3.2.6.	Densidad poblacional	23
3.2.7.	Registro de datos	23
3.3.	Materiales	24
3.4.	Métodos por usar en la investigación.....	24
3.5.	Trabajo experimental	24
3.6.	Descripción de la metodología.....	25
3.6.1.	Descripción del problema	25
3.6.2.	Planteamiento de Hipótesis.....	26
3.6.3.	Obtención de datos.....	26
3.6.4.	Tratamiento de los datos	26
3.6.5.	Análisis exploratorio de datos	27
3.6.6.	Porcentaje de Mortalidad en aves.....	28
CAPÍTULO 4	29
4.	RESULTADOS	29
4.1.	Variables para analizar.....	29
4.2.	Consumo de alimento semanal en granja	30
4.3.	Curva de Crecimiento	33
4.4.	Análisis exploratorio de granjas	34
4.5.	Modelos Estadísticos de curvas de crecimiento	37
4.5.1.	Modelo de crecimiento Logístico de tres parámetros	37
4.5.2.	Modelo Logístico de cuatro parámetros	37
4.5.3.	Modelo de crecimiento Gompertz.....	37
4.5.	Comparación de modelos de crecimiento	39
4.6.	Comparación de curvas mediante el método de efectos mixtos.....	40
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
6.	REFERENCIAS	45
ANEXOS	47

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1: Respuesta de los pollos a la temperatura en galpón	8
Figura 3.1 : Ubicación Geográfica Granja Bona Terra	21
Figura 3.2: Ubicación Geográfica Granja el Limonal.....	21
Figura 3.3: Metodología de Estudio	25
Figura 4. 1: Consumo de alimento acumulado por las granjas.....	30
Figura 4. 2: Diagrama de Cajas de producción semanal de aves.	31
Figura 4. 3: Diagrama de Cajas por etapa y granjas de aves	32
Figura 4. 4: Diagrama de Caja Peso – gramos vs. ubicación de granjas.....	33
Figura 4. 5: Curvas de Crecimiento de cada una de las aves producidas en granjas	34
Figura 4. 6: Análisis Exploratorio de Granja A.....	35
Figura 4. 7: Análisis Exploratorio de Granja B.....	36
Figura 4. 8: Comparación Curvas de Crecimiento pollo 4.....	38
Figura 4. 9: Comparación Curvas de Crecimiento pollo 21	38

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1: Temperaturas recomendadas para crianza de pollos de engorde.....	7
Tabla 2.2: Consumo de alimento de acuerdo con la edad y su tamaño.....	11
Tabla 2.3: Valor nutricional del alimento para pollos de engorde	12
Tabla 2.4: Rendimiento anticipado para pesos en hembras (%peso vivo)	14
Tabla 2.5: Rendimiento anticipado para pesos en machos (%peso vivo)	14
Tabla 2.6: Parámetros productivos para producción de pollos de engorde	15
Tabla 2.7: Parámetros productivos para producción de pollos de engorde	17
Tabla 3.1: Peso inicial de las Aves a investigación	23
Tabla 3.2: Pesos promedios de aves en granjas.....	26
Tabla 3.3: Descripción de Variables Identificadas.....	27
Tabla 3.4: Causa de mortalidad en pollos de engorde.....	28
Tabla 4. 1: Consumo de Alimento en granjas	30
Tabla 4. 2: Comparación de modelos de curvas en diferentes aves.....	39

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

A nivel mundial la demanda de carne de pollo ha generado que cada país produzca pollos de engorde en granjas avícolas, en el Ecuador es muy atractivo y rentable producir en granjas industriales; sin embargo, algunas son experimentales y es aquí donde se desarrolla la investigación. Por lo anterior expuesto en la investigación se va a analizar la producción en dos granjas experimentales con ambientes no controlados.

Las aves para esta investigación son pollos de estirpe Cobb 500 debido a su genética tiene su propio manejo de producción, esto ayuda a la reducción de mortalidad; además el alimento que se utilizará agregará mayor valor nutricional generando beneficio a la conversión de las aves considerada parte fundamental en el desarrollo de esta investigación.

Debido a variabilidad que existe entre el porcentaje de conversión entre las dos granjas experimentales es importante determinar la predicción de la curva de crecimiento para evaluar el sistema de productividad de las aves, considerando a la granja que obtenga mayor peso corporal en 7 semanas como la mejor y el trabajo será replicado a la granja que tenga menor rentabilidad. Sin embargo, el análisis considerará variables que ayudarán a determinar la continuidad de un sistema de manejo adecuado y eficiente.

1.2. Descripción del problema

La producción avícola va con un crecimiento acelerado de granjas industriales debido a la rentabilidad que estas tienen, ya que el mayor porcentaje de la población consume con más frecuencia esta carne en su dieta alimenticia, se considera que la mayoría de estas granjas elaboran sus dietas alimentarias aprovechando las bondades de sus ingredientes y minimizan los costos de alimentación.

A partir del año 2013 se ha logrado aumentar significativamente la tasa de crecimiento del pollo de engorde enfocado a la conversión alimenticia, mejorando ciertos factores como son: la genética, densidad, nutrición y parámetros ambientales.

Datos iniciales demuestran que, el rendimiento en las producciones de las granjas, en un periodo de siete semanas la granja El Limonal tiene mejores resultados que la granja Bona Terra lo cual no ocurre con la conversión alimenticia, donde la granja Bona Terra es mejor que la granja El Limonal, estos resultados históricos no permiten que se tome una decisión al momento de generar un esquema de producción en las granjas.

1.3. Justificación

El propósito de la investigación es establecer un método experimental el cual consistirá en análisis de variables identificadas dentro de las granjas experimentales, a través de esto se determinará la curva de comparación de crecimiento de las aves.

Los datos para utilizarse consistirán en tener el peso desde su llegada hasta finalizar la producción, al término de cada semana se tomará el peso durante las 7 semanas de alimentación de las aves por granja. Este registro permitirá la comparación de crecimiento de las aves, a través del modelo estadístico.

Con los datos obtenidos se establecerá un modelo estadístico determinando las variables más significativas para el crecimiento de las aves dentro de granja y las mismas que se tomarán en consideración como referencia para la granja con menor rentabilidad en su producción.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos General

Elaborar un esquema comparativo acerca de los rendimientos de las granjas, mediante el modelo de efectos mixtos, en grupos de pollos, con iguales características en dos granjas distintas, que mejore el índice de conversión alimenticia.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la conversión alimenticia durante siete semanas en cada granja en pollos de engorde en los parámetros (peso y raza), que optimice la rentabilidad.
- Analizar los datos de las granjas que determinen los factores de mayor incidencia en el rendimiento.
- Establecer un modelo estadístico que prediga la conversión alimenticia.

1.5. Hipótesis

Las curvas de crecimiento de las aves dentro de las dos granjas no son iguales, se tiene mayor desempeño en una de ellas y la otra crea una situación de desventaja disminuyendo su producción.

1.6. Alcance

El análisis de comparación será dirigido a la producción de las granjas Bona Terra y El Limonal, que están dedicadas a producir pollos de engorde para uso interno, están ubicadas en Vía Churute – Puerto Inca (Bona Terra) y cantón Santa Elena (El Limonal).

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Producción Avícola

La producción de pollos de engorde han sido en los últimos 10 años una de las más importantes producciones avícolas en Sudamérica, debido a su corto ciclo en comparación con las otras carnes. (Bueno, 2017). En Ecuador existe un promedio de 1900 granjas avícolas considerando pequeñas, medianas y grandes; y actualmente se consume entre 30 y 32 Kg per capita, debido a la sobreproducción el precio se ha visto afectado en los últimos meses, para este problema se debe considerar la cadena avícola desde la materia prima, la transportación, los productores de maíz, el vendedor y distribuidores en supermercados. (Villamizar, 2018).

En nuestro país, existen seis tipos de crianzas de aves como pollos, gallinas, patos, pavos, codornices y avestruces, según la CFN (Corporación Financiera Nacional) indica la crianza y comercialización de la siguiente forma para el año 2017:

- Se produce 59 millones de huevos, y de estos se vendió 49 millones.
- Se crío 49 millones de pollos y gallinas en el campo y planteles avícolas.
- La región sierra abarcó el 68% de la producción de pollos, gallinas.
- Se vendió 55 millones de pollos y gallinas. (CFN Corporación Financiera Nacional, 2017).

2.2. Factores que afectan el crecimiento al pollo de engorde

Existen factores de crecimiento avícola que se pueden manejar como el alimento, y aditivos; también factores que no se pueden definir como el clima. Para un buen manejo de la producción de pollos de engorde debe definirse:

- La calidad del pollo (raza)
- Manejo ambiental
- Alimento y nutrientes básicos para su alimentación
- Suministro de agua
- Salud y Bioseguridad.

2.2.1. Línea genética Cobb 500

Cobb 500 debido a su genética robusta brinda una producción consistente, los pollos de engorden pueden estar en climas cálidos y fríos, los galpones que se utilizan en las producciones pueden ser de ambientes controlados o abiertos, llevando un programa de manejo adecuado. (Cobb-Vantress, 2018).

La calidad del pollo influye desde el manejo que haya tenido dado en la incubadora como huevo hasta llegar a la granja de producción, se lo considera de buena calidad cuando al nacer debe estar limpio, parándose firmemente, caminando bien, el ombligo cicatrizado; no debe tener malformaciones y al andar debe reflejar su salud. (AVIAGEN INCORPORATED, 2009).

2.2.2. Entorno del crecimiento de las aves

Las instalaciones y los equipos que se utilizan para el manejo adecuado cumplen con un rol fundamental durante el periodo de producción considerando los siguientes factores como:

2.2.2.1. Galpones

Las instalaciones para los galpones deben de cumplir ciertos requerimientos los cuales sean adaptados para criar las aves como; el tamaño, debe considerarse la cantidad de pollos que se va a dar cabida en la producción; el sistema de alojamiento se debe mantener sobre paja o viruta; orientación, debe estar sobre la dirección dominante del aire; las dimensiones, es el largo y ancho.

Además, se considera los materiales de construcción como hormigón utilizando prefabricación, y bloque. (Moreno Martinez, 2011)

Los galpones y su entorno deben estar sanitizados con días de anticipación para poder recibir las aves y estar precalentado con un mínimo de 24 horas, también se debe controlar la humedad relativa para garantizar un ambiente cómodo, se recomienda que la temperatura se encuentre a unos 30°C con una HR entre 60 – 70%. El material que se utilice como cama debe ser esparcido donde se van a encontrar las aves de manera uniforme. (Aviagen, Ross, 2014).

2.2.2.2. Cama

DIPRODAL menciona, que la cama depende del material disponible, idoneidad y costo, el que escoja debe ser fresco y evitar humedades, después de cada parvada de lo posible retirar la cama vieja desinfectándola completamente y colocar una nueva de 8 a 10 cm de espesor y si por razones económicas se reutiliza la cama se debe considerar los siguientes puntos:

- Reutilizar solo material que no tengan antecedentes de enfermedades
- Retirar todas las aves del galpón.
- Rociar insecticida en todo el galpón de forma completa.
- Retirar la cama apelmazada o húmedas
- Limpiar y desinfectar por equipos
- Dejar secar todo completamente
- Añadir más cama si es necesario. (Avicola Metrenco E.I.R.L, 2011).

2.2.2.3. Densidad poblacional de las aves

Las aves deben tener el espacio suficiente dentro del galpón, de tal manera que tengan libertad de movimiento y se facilite el manejo, la densidad máxima aconsejada para pollos broiler en galpones con ambiente controlado es de 36 Kg/m², en galpones convencionales 26 Kg/m². (Agrocalidad , 2017).

Que la densidad poblacional, es la cantidad de pollos que pueden criarse por metros cuadrados (m²), la densidad eficaz da como resultado un excelente peso, reducción de enfermedades y un mejor confort dentro la producción. (Alvarado Camino, 2016).

Se utiliza la fórmula:

Ecuación para determinar densidad poblacional de aves

$$DP = \frac{\text{Cantidad de aves}}{m^2 \text{ del galpón}}$$

2.2.3. Factores Ambientales

Como factores ambientales se considera la temperatura, calidad del aire, humedad y luz. El no proveer el ambiente adecuado durante el periodo de crianza reducirá la rentabilidad, debido a un menor crecimiento y desarrollo, una conversión alimenticia pobre existe ser propenso a enfermedades, decomisos y mortalidad. (Fairchild, 2012).

2.2.3.1. Temperatura

Cuando las aves se mantienen en temperaturas ambientales por encima o por debajo de su zona de confort, deben gastar más energía para mantener la temperatura corporal mostrando la respuesta a la temperatura en la Figura 2.1. Esta energía extra se suministrará en última instancia a través de los alimentos consumidos, por lo tanto, se utiliza la energía del alimento para mantener la temperatura corporal, en lugar de emplearla para el crecimiento y desarrollo, lo cual resultará en una mala conversión alimenticia. Así es como la temperatura del medio ambiente juega un papel importante para determinar el costo de producir un kilo de carne. (Fairchild, 2012).

La tabla 2.1 se muestra los rangos de temperaturas para crianza de pollos de engorde.

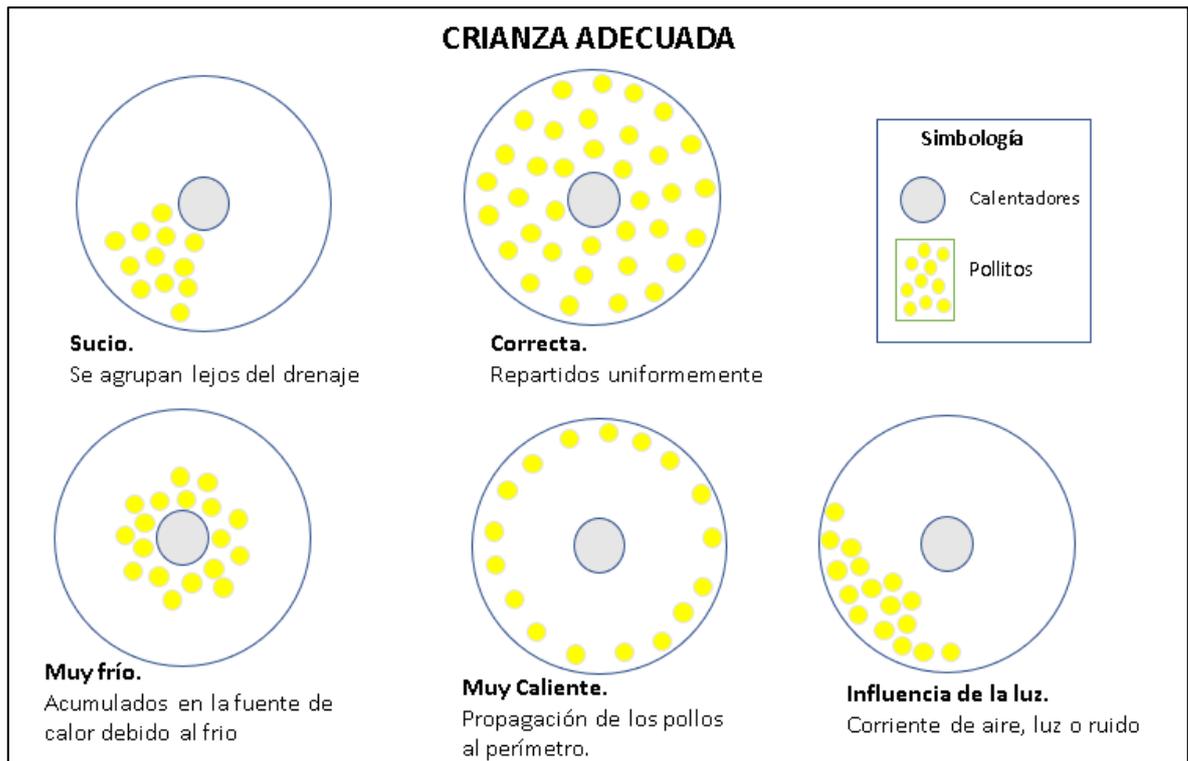
Tabla 2.1: Temperaturas recomendadas para crianza de pollos de engorde

Días	Temperatura °C
1 – 7	28 – 32
8 – 14	26 – 28
15 – 21	24 – 26
22 – 28	22 – 25
29 – 35	20 – 22
36 – hasta salida	20 – 22

Elaborado por: La Autora

Se utiliza como equipo de temperatura, el termómetro que es un guía para el manejo de las aves con calefacción, pero la distribución uniforme de los pollos es la que nos determina la temperatura adecuada. (Oclese, 2009).

Figura 2.1: Respuesta de los pollos a la temperatura en galpón



Fuente: Manual Cobb 2013

Elaborado por: La autora

2.2.3.2. Calefacción

DEMOTRAL menciona, el calor se obtiene mediante gas, petróleo, electricidad, carbón madera u otros combustibles y se distribuye de acuerdo:

- Localizado – Las aves tienen una fuente central de calefacción y acceso a una zona más fresca.
- Ambiental – se calienta todo el gallinero a la misma temperatura.
- Mixto – las aves tienen una fuente central de calefacción y el resto de las zonas se calientan mediante la calefacción de espacios.
- Crianza en parte del galpón – se logran una crianza restringida, encerrando una sección del gallinero con cortinas de plásticos y criando todos los pollos en la zona reducida durante los 10 a 21 primeros días. (Avicola Metrenco E.I.R.L, 2011).

2.2.3.3. Iluminación

Los programas de iluminación empleados de manera inadecuada pueden afectar la ganancia diaria promedio (ADG) y comprometer el rendimiento del grupo de aves y reducir el bienestar. Las observaciones cuidadosas del

rendimiento del flujo, la densidad de nutrientes y la ingesta de alimento y agua también son importantes al diseñar programas de iluminación. Se necesita información de la (ADG) precisa para optimizar un programa de iluminación.

La distribución uniforme de la luz en el galpón es esencial para el éxito de cualquier programa de iluminación de pollos de engorde considerando factores como:

- La capacidad lumínica debe ser 25 lux (2.5 pies-velas) en la parte más oscura del galpón, medida a la altura del pollito, debe ser el mínimo utilizado durante la cría para alentar el consumo temprano de alimento y el aumento de peso temprano.
- No debe variar más del 20% del lugar más brillante al más oscuro al nivel del piso.
- Después de los 7 días de edad, o entre 130 y 180 g de peso corporal, las intensidades de luz se pueden reducir gradualmente a 5-10 lux (0.5-1 fc). (Cobb-Vantress, 2018).

2.2.3.4. Ventilación

La ventilación debe ser mínima para proveer una buena calidad de aire. Es importante que las aves siempre tengan niveles adecuados de oxígeno, niveles óptimos de humedad relativa y mínimos niveles de dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), amoníaco (NH₃) y polvo. (Cobb-Vantress, 2013).

La ventilación puede llegar a ser el factor más retador del manejo del galpón ya que requiere de atención constante.

La ventilación afecta la temperatura, la humedad relativa y calidad del aire. Sin una ventilación adecuada la conversión alimenticia, la ganancia de peso y la salud se deterioran, aumentando los rechazos. Además, una ventilación deficiente requiere un cambio en la densidad del alojamiento". (Eguez & Vásquez, 2007)

Un sistema de ventilación tiene que:

- Suministrar aire fresco adecuado a todas horas a través del intercambio para llenar las necesidades de oxígeno de las aves.
- Distribuir aire fresco uniformemente sin causar corrientes de aire a los pollitos.
- Regular la temperatura en forma afectiva.
- Expeler la humedad
- Remover olores y gases. (Eguez & Vásconez, 2007).

2.2.3.5. Suministro de Agua

El suministro del agua considera lo siguiente de acuerdo con lo indicado por Agrocalidad donde:

- a) El agua utilizada para la crianza de las aves debe ser potable, en caso de no disponer de la misma, se recomienda potabilizar el agua.
- b) Si el agua se almacena en tanques o cisternas o procede de pozo propio se recomienda realizar un análisis físico, químico y microbiológico según recomendación del técnico, por lo menos una vez al año en laboratorios acreditados por la OAE.
- c) Los reservorios de agua (cisternas, pozos, tanque elevado) deben estar protegidas o alejadas de cualquier agente contaminante y no expuestas directamente a la luz solar.
- d) Controlar que alrededor de las fuentes de abastecimiento de agua para los galpones, no se utilice químicos que puedan contaminar la misma. (Agrocalidad , 2017).

2.2.4. Alimentación de pollos

Las dietas para pollos de engorde están formuladas para proporcionar la energía y los nutrientes esenciales para la salud y la producción eficiente de pollos de engorde. Los componentes nutricionales básicos requeridos por las aves son agua, aminoácidos, energía, vitaminas y minerales Tabla 2.3, considerando la edad del ave el alimento tiene su estructura y forma como lo muestra la Tabla 2.2. (Cobb-Vantress, 2018).

Según Intriago (2015) manifiesta lo siguiente:

“La energía y proteína son nutrientes para los animales; la primera se requiere para el funcionamiento del cuerpo y la segunda es un constituyente esencial para todos los tejidos del organismo”. (Intriago Muñoz, 2015).

Tabla 2.2: Consumo de alimento de acuerdo con la edad y su tamaño

EDAD	CONSUMO (g)	FORMA Y TAMAÑO
0 – 7 días	13 – 35	Migajas tamizadas.
8 – 14 días	39 – 68	Migajas tamizadas.
15 – 21 días	75 – 111	Granulado de 2- 3mm. Diámetro
22 – 28 días	117 – 152	Pellet 3 – 3,5 mm diámetro
29 – 35 días	158 – 189	Pellet 3 – 3,5 mm diámetro
36 – 42 días	193 – 216	Pellet 3 – 3,5 mm diámetro
43 – 49 días	220 – 235	Pellet 3 – 3,5 mm diámetro

Fuente: (Cobb-Vantress , 2015)

Elaborado por: La Autora

2.2.4.1. Necesidades Nutricionales

Las necesidades nutricionales para pollos de engorde desde su inicio hasta su retiro deben considerar el valor de las dietas de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2.3: Valor nutricional del alimento para pollos de engorde

NUTRICION DE POLLO DE ENGORDE Especificaciones mínimas recomendadas					
		Inicio	Crecimiento	Finalización 1	Finalización 2*
CANTIDAD DE ALIMENTO /ave		250 g	1000g 2,2 lb		
PERIODO DE ALIMENTACION días		0 - 10	11 - 22	23 - 42	43 +
TIPO DE ALIMENTO		Migaja	Pellet	Pellet	Pellet
Proteína bruta	%	21 - 22	19 - 20	18 - 19	17 - 18
Energía metabolizable	MJ/kg	12,59	12,92	13,26	13,36
(EMA**)	Kcal/kg	3008	3086	3167	3191
	Kcal/lb	1365	1400	1438	1448
Lisina	%	1,32	1,19	1,05	1,00
Lisina digestible	%	1,18	1,05	0,95	0,90
Metionina	%	0,5	0,48	0,43	0,41
Metionina digestible	%	0,45	0,42	0,39	0,37
Met + Cis	%	0,98	0,89	0,82	0,78
Met + Cis digestible	%	0,88	0,8	0,74	0,70
Triptófano	%	0,2	0,19	0,19	0,18
Triptófano digestible	%	0,18	0,17	0,17	0,16
Treonina	%	0,86	0,78	0,71	0,68
Treonina digestible	%	0,77	0,69	0,65	0,61
Arginina	%	1,38	1,25	1,13	1,08
Arginina digestible	%	1,24	1,10	1,03	0,97
Valina	%	1,00	0,91	0,81	0,77
Valina digestible	%	0,89	0,80	0,73	0,69
Isoleucina	%	0,88	0,80	0,71	0,68
Isoleucina digestible	%	0,79	0,70	0,65	0,61
Calcio	%	0,9	0,84	0,76	0,76
Fósforo disponible	%	0,45	0,42	0,38	0,38
Sodio	%	0,16 - 0,23	0,16 - 0,23	0,15 - 0,23	0,15 - 0,23
Cloruro	%	0,17 - 0,35	0,16 - 0,35	0,15 - 0,35	0,15 - 0,35
Potasio	%	0,60 - 0,95	0,60 - 0,85	0,60 - 0,80	0,60 - 0,80
Acido linoleico	%	1,00	1,00	1,00	1,00

** Los valores de EMA se basan en la tabla europea de valores de energía WPSA publicados en Poultry Feedstuffs 3a edición 1989.

* En caso de que sea necesario un alimento de retiro, usar la misma especificación del alimento de finalización.

Fuente: (Cobb-Vantress , 2015)

Proteínas

La proteína es el factor más importante durante las primeras horas y días de los pollitos y, por tanto, la administración en incubadora de altos contenidos de proteínas altamente digestibles va a ser crucial para la viabilidad y un óptimo desarrollo para los pollitos. (Blanch, 2019)

Energía

El pollo de engorde necesita energía para el crecimiento, el mantenimiento y la actividad de sus tejidos. Las principales fuentes de energía en los alimentos avícolas normalmente son granos de cereal y aceites (grasas). Los niveles de energía en la dieta se expresa en Megajoules(MJ)/kg, kilocalorías (kcal)/lb de energía Metabolizable (EM), la cual representa la energía disponible para el pollo. (Aviagen, Ross, 2014).

Macrominerales

El suministro de los niveles adecuados de macrominerales y el buen balance de éstos son factores importantes para promover el crecimiento, el desarrollo esquelético, el sistema inmune y el FCA (Factor de Conversión Alimentaria), así como para mantener la calidad de cama. Los macrominerales se incluye el calcio, el fósforo, el sodio, el potasio y el cloro. El calcio y el fósforo son especialmente importantes para el desarrollo esquelético. Los niveles excesivos de sodio, fósforo y cloro pueden causar un aumento en el consumo de agua y, por consiguiente, problemas con la calidad de la cama. (Aviagen, Ross, 2014).

Minerales y Vitaminas

Los minerales trazas y las vitaminas son necesarias para todas las funciones metabólicas. La suplementación apropiada de vitaminas y minerales traza depende de los ingredientes que se utilicen, de la elaboración del alimento y de las circunstancias locales. (AVIAGEN INCORPORATED, 2009).

Alimento vs rendimiento

Los datos de Cobb han demostrado que la proteína y los aminoácidos se pueden aumentar aproximadamente 8% con el propósito de aumentar el rendimiento de carne de pechuga, aunque un efecto secundario puede ser un mayor costo de alimento por unidad de peso vivo, el género es importante dentro de la producción avícola como se muestra en la siguientes tabla (Cobb-Vantress , 2015).

Tabla 2.4: Rendimiento anticipado para pesos en hembras (%peso vivo)

HEMBRAS						
Peso		% Carcasa	% Pechuga sin hueso	% Cuarto completo	% Muslo	% Ala
g	Lb					
1600	3,52	71,89	21,83	14,48	8,81	7,53
1800	3,96	72,32	22,36	14,43	8,83	7,51
2000	4,41	72,75	22,88	14,39	8,85	7,49
2200	4,85	73,18	23,40	14,34	8,87	7,47
2400	5,29	73,61	23,92	14,30	8,88	7,45
2600	5,73	74,04	24,44	14,25	8,90	7,43
2800	6,17	74,47	24,96	14,21	8,92	7,41
3000	6,61	74,90	25,48	14,16	8,94	7,39

Tabla 2.5: Rendimiento anticipado para pesos en machos (%peso vivo)

MACHOS						
Peso		% Carcasa	% Pechuga sin hueso	% Cuarto completo	% Muslo	% Ala
g	Lb					
1600	3,52	71,93	20,84	14,46	9,15	7,48
1800	3,96	72,28	21,13	14,49	9,21	7,50
2000	4,41	72,63	21,41	14,53	9,28	7,51
2200	4,85	72,98	21,70	14,56	9,35	7,53
2400	5,29	73,33	21,99	14,60	9,41	7,55
2600	5,73	73,68	22,28	14,63	9,48	7,57
2800	6,17	74,03	22,57	14,67	9,54	7,59
3000	6,61	74,38	22,85	14,70	9,61	7,61
3200	7,05	74,73	23,14	14,74	9,68	7,63
3400	7,49	75,08	23,43	14,77	9,74	7,65
3600	7,93	75,43	23,71	14,81	9,81	7,67
3800	8,37	75,78	24,00	14,84	9,88	7,68
4000	8,81	76,13	24,29	14,88	9,94	7,70
4200	9,25	76,48	24,58	14,91	10,01	7,72
4400	9,69	76,83	24,86	14,95	10,07	7,74
4600	10,13	77,18	25,15	14,98	10,14	7,76
4800	10,57	77,53	25,44	15,02	10,2	7,78

Fuente: (Cobb-Vantress , 2015)

2.2.5. Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia o el índice de conversión (IC) representa la proporción de alimento que se convierte en carne, se puede obtener una cifra aproximada tomando como referencia la cantidad de alimento adquirido en relación con la cifra de peso vivo vendido (Kg) Tabla 2.6, pueden lograr tener

valores de 1.80 a 1.90, como se menciona en la tabla de parámetros productivos para producción de pollos de engorde (BPEX, 2016).

Ecuación utilizada para la conversión alimenticia:

$$CA = \frac{\text{consumo de alimento (kg)}}{\text{Incremento de peso (kg)}}$$

Tabla 2.6: Parámetros productivos para producción de pollos de engorde

Edad en días	Peso para la edad (g)	Ganancia diaria (g)	Ganancia diaria promedio (g)	Conversión alimenticia acumulada	Consumo diario de alimento (g)	Consumo de alimento acumulado (g)
0	42	0	0	0	0	0
7	185	28	26,4	0,902	35	167
14	465	53	33,2	1,165	68	542
21	943	78	44,9	1,264	111	1192
28	1524	86	54,4	1,402	152	2137
35	2191	99	62,6	1,530	189	3352
42	2857	93	68,0	1,675	216	4786
49	3506	92	71,6	1,819	235	6379

Fuente: (Cobb-Vantress , 2015)

Elaborado por: La Autora

2.3. Mortalidad en aves

La caracterización de la mortalidad es una metodología sencilla y práctica, que se puede utilizar como punto de partida para determinar los principales factores que impactan negativamente en la viabilidad de los lotes. Una vez identificada las causas se debe establecer medidas correctivas y/o preventivas, específicas para cada una de ellas, entre las causas se tiene:

Fragilidad ósea: La mortalidad se encuentra estrechamente, relaciona con la fragilidad ósea y otras lesiones clásicas de osteoporosis. En muchos de estos casos, la incidencia de aves afectadas por esta condición supera el 50%.

Prolapso: El picaje – prolapso se presenta generalmente en lotes cuya estructura corporal no ha sido bien conformada en la fase de recría, también en caso donde los diferenciales lumínicos entre las naves de recría y los de producción son excesivamente altos.

Condición corporal: Garantizar el peso corporal desde las primeras semanas y durante toda la recría, es necesario implementar medidas efectivas para alcanzar uniformidades por encima del 85% antes del inicio de producción. En el caso de la uniformidad, una estrategia es la separación de todas las aves livianas. (Armel Ramirez, 2017).

2.4. Curvas de Crecimiento

El crecimiento a lo largo de la vida de los animales se ha estudiado teniendo en cuenta la relación edad – peso, en los últimos los estudios han hecho uso de los modelos no lineales, generándose diferentes modelos de crecimiento.

Las curvas de crecimiento permiten evaluar parámetros biológicamente importantes: como es el tamaño animal, evaluado como el peso al alcanzar la madurez sexual, otro es la relación entre la tasa de crecimiento con respecto a la tasa de maduración sexual. Un modelo apropiado de crecimiento debe suministrar información sobre parámetros que pueden ser interpretado biológicamente. Las funciones no lineales han sido usadas para describir el crecimiento en peces, aves y mamíferos. (Agudelo-Gómez, Cerón-Muñoz, & Restrepo, 2013).

El modelo de crecimiento logístico produce una curva en forma de S (Tabla 2.7), y es un modelo más realista de crecimiento de la población que crecimiento exponencial. Hay tres secciones diferentes para una curva de S.

- Inicialmente, el crecimiento es exponencial porque hay pocos individuos y recursos disponibles.
- A medida que los recursos comienzan a ser limitados, la tasa de crecimiento disminuye.
- Finalmente, el crecimiento se estabiliza en la capacidad de carga del medio ambiente, con pocos cambios en el tamaño de la población con el tiempo.

La ecuación general de la tasa de crecimiento poblacional (el cambio en el número de individuos en una población en el tiempo).

Ecuación de crecimiento poblacional:

$$\frac{dN}{dT} = rN$$

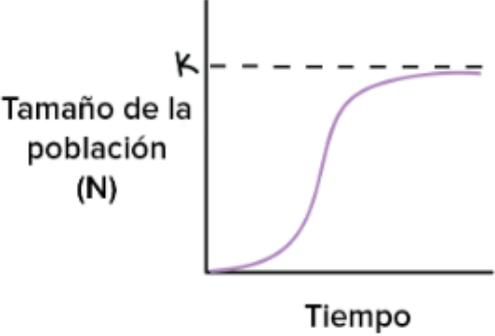
Donde,

N: Tamaño de la población.

T: Tiempo, horas, días, años. Etc.

r: es la tasa de aumento per cápita, esto, es que tan rápido crece la población, que tan rápido crece la población por cada individuo que existe dentro de la misma.

Tabla 2.7: Parámetros productivos para producción de pollos de engorde

Crecimiento exponencial	Crecimiento Logístico
	
$\frac{dy}{dx} = r_{max} N$	$\frac{dy}{dx} = r_{max} \left(\frac{K - N}{K} \right) N$
<p>La tasa de crecimiento per cápita (r) no cambia, aunque la población se vuelva muy grande</p>	<p>La tasa de crecimiento per capita (r) disminuye a medida que la población alcanza su tamaño máximo.</p>

El modelo de crecimiento exponencial permitirá la comparación del nivel de crecimiento de las aves entre las dos granjas. (Rye, y otros, 2013).

2.5. Método de efectos mixtos

Otra técnica de utilización como herramientas estadísticas es la utilización de modelos mixtos, los cuales se denominan modelos multinivel o jerárquicos porque tienen en cuenta la estructura agregada de los datos en distintos niveles que pueden estar ordenados o no jerárquicamente. Los modelos mixtos siguen una estrategia lógica propia de muchos tipos de modelos estadísticos por la que se trata de describir la relación entre una “variable respuesta” (dependiente) y una o varias “variables explicativas” (independientes, predictoras o covariables). (Seoane, 2014).

2.6. Modelos de crecimiento

Mínguez menciona:

Los modelos matemáticos tienen como objetivos describir ámbitos de la realidad bajo condiciones variables, dentro de este aspecto tenemos modelos de crecimiento, siempre y cuando explicar el mayor número de factores influyentes en el crecimiento y la evolución de la población, así determinar una aproximación de la tasa o velocidad de crecimiento real. Todo modelo de crecimiento, en su expresión más simple trata de verificar ecuaciones como:

Ecuación de poblacional en el tiempo:

$$\frac{\partial P}{\partial t} = F(P, t), \quad P = \text{Poblacion}, \quad t = \text{Tiempo}$$

A continuación, se describe algunos modelos a utilizar destacando algunas características principales. (Mínguez, 2016).

2.6.1. Modelo curva de crecimiento logístico

Este modelo evalúa la función logística y su gradiente. Tiene un atributo inicial que crea estimaciones iniciales de los parámetros X , $días_media$ y $Escala$.

Parámetros:

A Peso máximo que el individuo crecerá.

$Días_media$ Representa el valor X en el punto de inflexión de la curva.

$Escala$ Un parámetro de escala en el eje de entrada.

El modelo decrecimiento logístico es aquel que el peso promedio del individuo cuando tiene X días de vida y se lo representa:

Ecuación de Modelo de crecimiento logístico:

$$\frac{A}{1 + e^{\left(\frac{Días_med - X}{escala}\right)}}$$

(Pinheiro, José; Bates, Douglas, 2019)

2.6.2. Modelo de crecimiento de cuatro parámetros

Este modelo evalúa la función logística de cuatro parámetros y su gradiente. Tiene un atributo inicial que calcula las estimaciones iniciales de los parámetros A , B , $Días_med$ y $escala$ para un conjunto dado de datos.

Parámetros:

A Representa la asíntota horizontal en el lado izquierdo (valores de entrada muy pequeños).

B Representa la asíntota horizontal en el lado derecho (valores de entrada muy grandes).

$Días_med$ Representa el valor X en el punto de inflexión de la curva.

$Escala$ Un parámetro de escala en el eje de entrada.

El modelo decrecimiento logístico de cuatro parámetros se lo representa:

Ecuación de Modelo de crecimiento de cuatro parámetros

$$\frac{A + (B - A)}{1 + e^{\left(\frac{Días_med - X}{escala}\right)}}$$

(Pinheiro, José; Bates, Douglas, 2019).

2.6.3. Modelo de crecimiento Gompertz

Este modelo evalúa el modelo de crecimiento de Gompertz y su gradiente.

Tiene un atributo de inicio que crea estimaciones iniciales de los parámetros X , $b2$ y $b3$.

Argumentos:

X_0 Parámetro numérico que representa la asíntota.

$b2$ Un parámetro relacionado con el valor de la función en $x = 0$.

$b3$ Un parámetro numérico relacionado con la escala del eje x .

Ecuación de Modelo de crecimiento de Gompertz:

$$X * e^{(-b_2 * b_3^x)}$$

(Bates, 2019).

2.7. Selección del modelo por AIC

A la selección por AIC se debe considerar las siguientes observaciones:

- El AIC mide el desajuste entre una distribución teórica y una distribución estimada.
- El cálculo del AIC no requiere de conocer la distribución teórica o modelo general.
- El valor mínimo de los AIC de los modelos ajustados realiza la selección del modelo y la estimación de los parámetros.
- El AIC sigue el principio de parsimonia: Cuando el número de parámetros de un modelo k aumenta el valor de AIC también, por lo tanto, escoger el modelo que tiene el mínimo AIC supone elegir el modelo con menor número de parámetros.
- Si el número de parámetros de un modelo k aumenta, el modelo gana complejidad y el termino de penalización se incrementa, pero a la vez el desajuste disminuye, por tanto, el valor final del AIC supone un equilibrio entre reducir la complejidad y mantener un valor mínimo de desajuste entre el modelo teórico y estimado.
- El primer término de la definición de AIC es el que realmente mide el desajuste, su valor aumenta cuando peor es el ajuste; mientras que el segundo, denominado de penalización, mide la complejidad del modelo a partir del número de parámetros.
- No se debe comparar el AIC entre modelo cuyos errores no son independientes. Si se viola este supuesto, el valor obtenido para la función de verosimilitud es incorrecto, dado que la probabilidad conjunta no puede descomponerse como producto de probabilidades. (Trinidad Bello, 2014).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1. Localización experimental

Granja Bona Terra se encuentra en la parroquia de Taura en la provincia del Guayas, Km 41 Vía Churute – Puerto Inca, al margen occidental del río Guayas el cual desemboca en el golfo de Guayaquil, temperatura media anual es 26°C, y humedad relativa de 80% debido a la cercanía de la Reserva Ecológica Manglares Churute.

Figura 3.1 : Ubicación Geográfica Granja Bona Terra



Fuente: Google Maps

Granja El Limonal se encuentra ubicada Recinto Limoncito, Km 31 Vía Junta del Pacífico, parroquia Simón Bolívar, Provincia de Santa Elena, está ubicado en la cordillera Chongón Colonche, Temperatura promedio anual de 25°C, una zona climática de un régimen de humedad per árido.

Figura 3.2: Ubicación Geográfica Granja el Limonal



Fuente: Google Maps

3.2. Preparación del lugar

3.2.1. Galpones

Se realiza una limpieza de forma interna y externa a los pisos, paredes y bodegas con agua y un desinfectante no tóxico, quince días antes de la llegada de las aves; para eliminar todo residuo de impurezas, polvos y suciedades que se encuentren en los galpones antes del ingreso de las aves; realizar una inspección de control de plagas y se deja cebado con productos eficaces.

Insumos para limpieza

- Agua potable
- Jabón yodado 10 ml/l de agua
- Desinfectante cuaternario – formol al 37% en 50m/l
- Raticida en barra, para cordón sanitario.

3.2.2. Cama

Se utiliza tamo como material de cama para las dos granjas y se coloca en todo el piso hasta una altura de 10cm.

3.2.3. Colocación de cortinas

La parte superior de la cortina debe colocarse en una superficie sólida para evitar fuga de aire al menos 15cm, de esta manera se debe tener caliente el ambiente a la llegada de las aves, el material a usar es polipropileno.

Las cortinas se van retirando de forma de recogido a medida que las aves necesiten ventilación y la temperatura interna de galpón sea entre 34 a 36°C.

3.2.4. Recepción y selección de aves en granjas

Para el presente proyecto como población objetivo se transporta 40 aves a cada granja, es decir, 20 para la granja Bona Terra y 20 para la granja El Limonal para que sean escogidas por técnicos asignados por la unidad de investigación.

3.2.5. Selección de las aves

Se realiza una inspección de salud en las aves, verificando que no tengan rasguños, que píen, y puedan caminar bien, de esta se selecciona una muestra de 20 aves que tenga peso promedio de forma igualitaria en las dos granjas de investigación, esta selección se lo realiza el mismo día, se va a considerar el peso inicial como variable independiente.

3.2.6. Densidad poblacional

El espacio por usar es un galpón de 3m², como se indica en la ecuación cuanto de espacio tenemos que usar para determinar la cantidad de aves por metro cuadrado.

Ecuación para determinar densidad poblacional de las aves:

$$Dp = \frac{20 \text{ aves}}{3 \text{ m}^2} \cong 7 \text{ aves/ m}^2$$

3.2.7. Registro de datos

Se registran pesos iniciales a la llegada de las aves de acuerdo de las dos granjas experimentales de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 3.1: Peso inicial de las Aves a investigación

Peso Inicial en gramos		
Ave	Granja A	Granja B
1	45,00	45,00
2	42,00	39,00
3	46,00	42,00
4	40,00	44,00
5	41,00	43,00
6	40,00	39,00
7	40,00	45,00
8	41,00	43,00
9	40,00	45,00
10	45,00	49,00
11	48,00	44,00
12	43,00	45,00
13	44,00	43,00
14	43,50	46,00
15	40,00	44,00

16	50,00	46,00
17	46,00	42,00
18	46,00	41,00
19	47,00	43,00
20	52,00	40,00
Total (gr.)	879,50	868,00
Media	43,98	43,40

Elaborado por: La Autora

3.3. Materiales

Los materiales utilizados para la realización del proyecto se utilizaron:

- Pollo engorde.
- Alimento Balanceado Iniciador.
- Alimento Balanceado Engorde.
- Balanza digital y mecánica.
- Bebederos manuales.
- Termómetros – Hidrómetro ambientales.
- Vacunas de Newcastle.
- Desinfectantes.
- Agua potable.
- Tamo para la cama.
- Computador.

3.4. Métodos por usar en la investigación

Para el análisis del crecimiento del pollo se utilizará curvas de crecimientos entre la Granja A y B además para hacer la comparación entre variables de las dos granjas se aplicará metodología de efectos mixtos.

3.5. Trabajo experimental

Para el trabajo experimental se analizará las diferentes semanas de producción en pollos Broilers de acuerdo con los siguientes puntos:

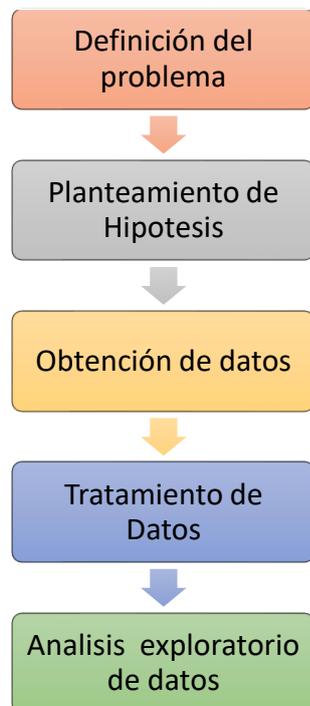
- El trabajo experimental contempla realizarse en 49 días consecutivos.
- Se adecuó la instalación quince días antes de la llegada de las aves bebés.
- Se efectuó la limpieza adecuada a las instalaciones pisos, paredes y techo.

- Posteriormente se elaboró la cama a usar en la unidad experimental.
- Se realizó un plan de manejo, alimentación, vacunación y mortalidad de los pollos mientras estén en las instalaciones.
- Se tomaron pesos de forma semanal que corresponden a 7 días de ensayo. Al finalizar el ensayo se analizó los datos obtenidos con el fin de verificar la hipótesis planteada.

3.6. Descripción de la metodología

Para el presente desarrollo experimental de las granjas objeto de estudio se determinó una metodología de acuerdo con la siguiente figura.

Figura 3.3: Metodología de Estudio



Elaborado por: La autora

3.6.1. Descripción del problema

De acuerdo con la percepción de los técnicos de la granja Bona Terra, se presume que el peso final de las aves en la séptima semana es bajo, aunque su conversión es alta, existe mortalidad en la quinta semana de producción de las aves analizadas.

3.6.2. Planteamiento de Hipótesis

Las curvas de crecimiento de las aves dentro de las dos granjas no son iguales, se tiene mayor desempeño en una de ellas y la otra crea una situación de desventaja disminuyendo su producción.

3.6.3. Obtención de datos

La base de datos fue obtenida mediante observaciones y entrevistas con los técnicos encargados de las granjas, se inspeccionó el estado actual de las granjas experimentales y se desea saber qué está afectando al crecimiento de las aves.

3.6.4. Tratamiento de los datos

Los datos fueron revisados y se los agrupó por semana de producción, reconociendo como variable dependiente peso – gramos de las aves, el tiempo que se va a analizar es la producción del segundo semestre del año 2018, de las granjas asignadas al proyecto, Granja Bona Terra que la llamaremos Granja A, granja El Limonal que la llamaremos Granja B para el resto de la investigación, los registros tanto de la granja A y B son llenados manualmente por los técnicos encargados, a continuación se muestra los datos obtenidos:

Tabla 3.2: Pesos promedios de aves en granjas

	Granja A	Granja B
	(g)	(g)
Peso Inicial	43,98	43,30
SEM. 1	166,25	162,15
SEM. 2	443,20	475,15
SEM. 3	903,65	1013,75
SEM. 4	1431,25	1599,20
SEM. 5	2178,23	2340,26
SEM. 6	2743,00	3031,58
SEM. 7	3261,61	3643,16

Elaborado por: La Autora

3.6.5. Análisis exploratorio de datos

En esta sección se estudiarán todas las variables y modelos a usar para determinar la mejor curva de crecimiento que tienen las aves dentro de la granja, en la siguiente tabla se describen las variables a usar.

Tabla 3.3: Descripción de Variables Identificadas

<u>Variable</u>	<u>Descripción</u>
Ave	Pollo de investigación
Días	Desde llegada hasta su retiro
Semanas	Siete semanas de investigación
Peso_gramos	Cantidad en gramos que pesa las aves
Etapas	Inicial y Engorde
Conv.Alm_Acum	Cantidad de alimento que convierte el ave en carne acumulado cada semana
Conv.Alim_Total	Cantidad de alimento que convierte el ave en carne cada semana considerando la mortalidad
Sexo	Hembra, Macho
Granja	A y B
Ciclo	Vivo o muerto
Raza	Cobb 500
Ubicación	Churute, Vía Costa

Elaborado por: La autora

Se utiliza el programa R para hacer el análisis de las variables y diagramas de cajas e histogramas, para determinar cuál de las variables que tiene mayor influencia sobre la variable predictora peso _ gramos (Ver Anexo A.9).

3.6.6. Porcentaje de Mortalidad en aves

Debido a la mortalidad que existe en las granjas se investiga cual son los factores que afecta a que las aves mueran y con mayor incidencia en la granja A, a continuación, se describe el porcentaje de muerte por cantidades y acumulado por granjas:

Tabla 3.4: Causa de mortalidad en pollos de engorde

Causa	Cantidad de aves	% Unitario	% Total	Granja
Condición corporal	2	10	5	A
Fragilidad ósea	1	5	2,5	B
Prolapso	0	0	0	-
Sin identificar	0	0	0	-

Elaborado por: La Autora

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1. Variables para analizar

Teniendo una base de datos revisada, luego se procede analizar de forma estadística descriptiva, utilizando la metodología de curvas de crecimiento mediante el análisis de efectos mixtos en las aves de las granjas A y B.

Las variables que utilizaremos serán:

- Peso gramos variable numérica que define el peso de las aves que serán pesadas y los datos registrados en formatos establecidos por el técnico de granja, esta variable la consideraremos como variable predictora, debido que es la variable que va a sufrir cambios en el tiempo.
- Semana que se compone de siete días de producción al tomar llegar el día 7 se pesan y se toma el registro de todas las aves en las granjas, utilizando formato de Anexo A.3.
- Etapa desde el ingreso de las aves hasta la edad de 21 días se consideran de iniciación o inicial, de los 22 días hasta su retiro o venta se considera finalización o engorde.
- Conversión alimenticia acumulada es la cantidad de alimento que se transformara en carne, considerando los pollos que estén vivos.
- Conversión alimenticia total es la cantidad de alimento que se transforma en carne, considerando la mortalidad de los pollos.
- Ubicación son dos zonas geográficas diferentes, pero teniendo el mismo método de producción ya que son granjas experimentales para sus propios desarrollos tanto, alimenticios y nutricionales.

A continuación, se analizarán las variables combinando las dos granjas para realizar el análisis comparativo de las curvas de las granjas A y B.

4.2. Consumo de alimento semanal en granja

En esta sección establecemos la cantidad de alimento que se consumió las aves por granjas y el consumo referencial que se encuentra en Tabla 4.1 (Cobb-Vantress , 2015).

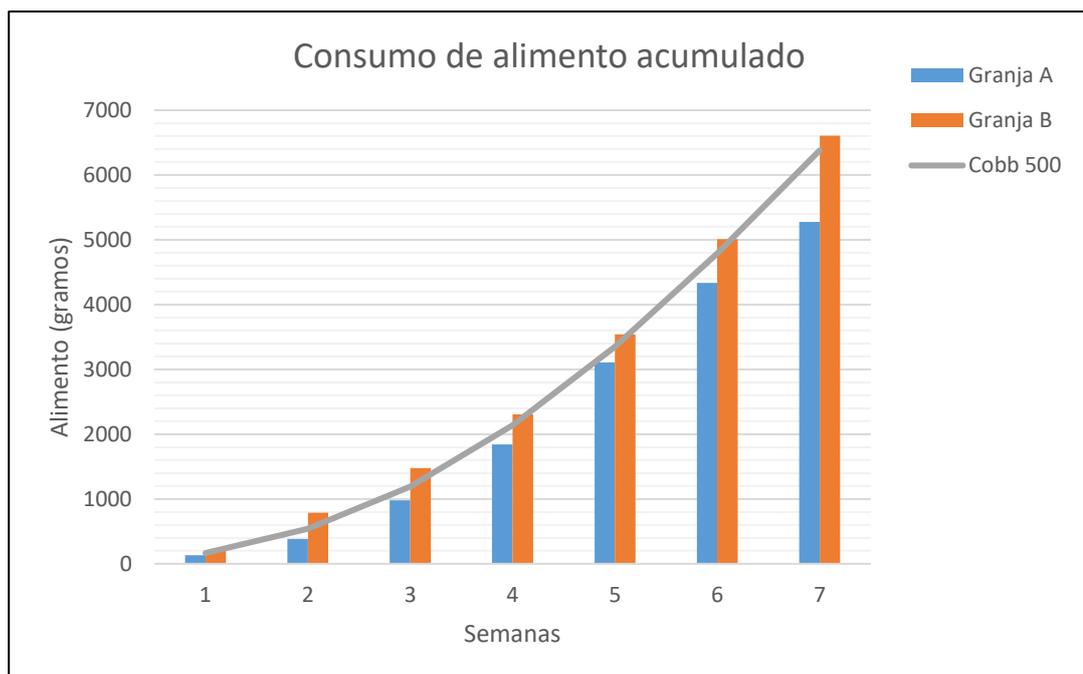
Tabla 4. 1: Consumo de Alimento en granjas

SEMANA	Cobb 500 (g)	Granja A (g)	Granja B (g)
1	167	133	200
2	542	384	790
3	1192	979	1480
4	2137	1843	2305
5	3352	3109	3542
6	4786	4333	5008
7	6379	5274	6604

Elaborado por: La autora

En la figura 4.1 se demuestra el consumo de alimento acumulado por las aves de la investigación durante las siete semanas en las granjas de producción, la curva representa los valores de referencia del consumo de alimento que da la tabla de nutrición de pollos de engorde Cobb 500, la granja A durante las siete semanas consume menos alimento que la granja B.

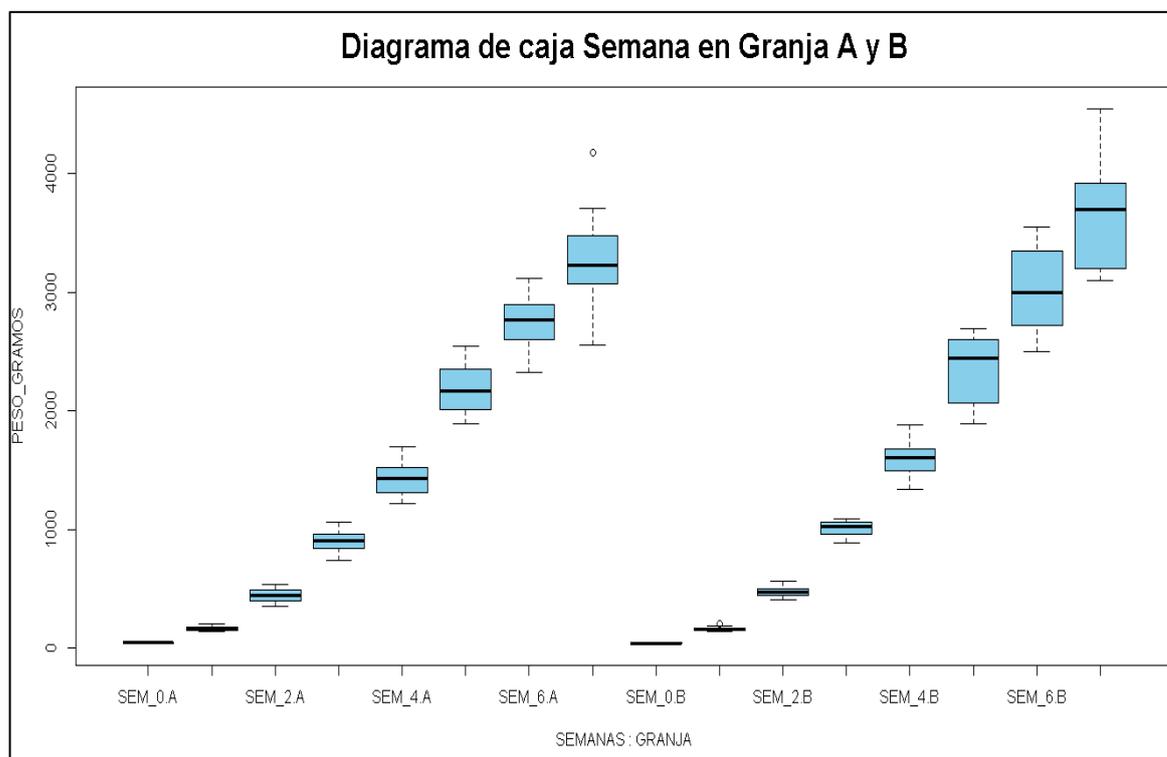
Figura 4. 1: Consumo de alimento acumulado por las granjas



Elaborado por: La autora

En la figura 4.2 se observa el crecimiento de los pollos de las granjas A y B, durante las siete semanas, teniendo mayor dispersión en los datos de la granja B con una mediana de 3700g/pollo de la evaluación final, para los datos de la granja A se muestra pesos con una mediana de 3234g/pollo para la evaluación final y un valor máximo denotado por un dato atípico que sobrepasa los 4000g un ave está por encima del rango intercuartil (RI) del peso del lote.

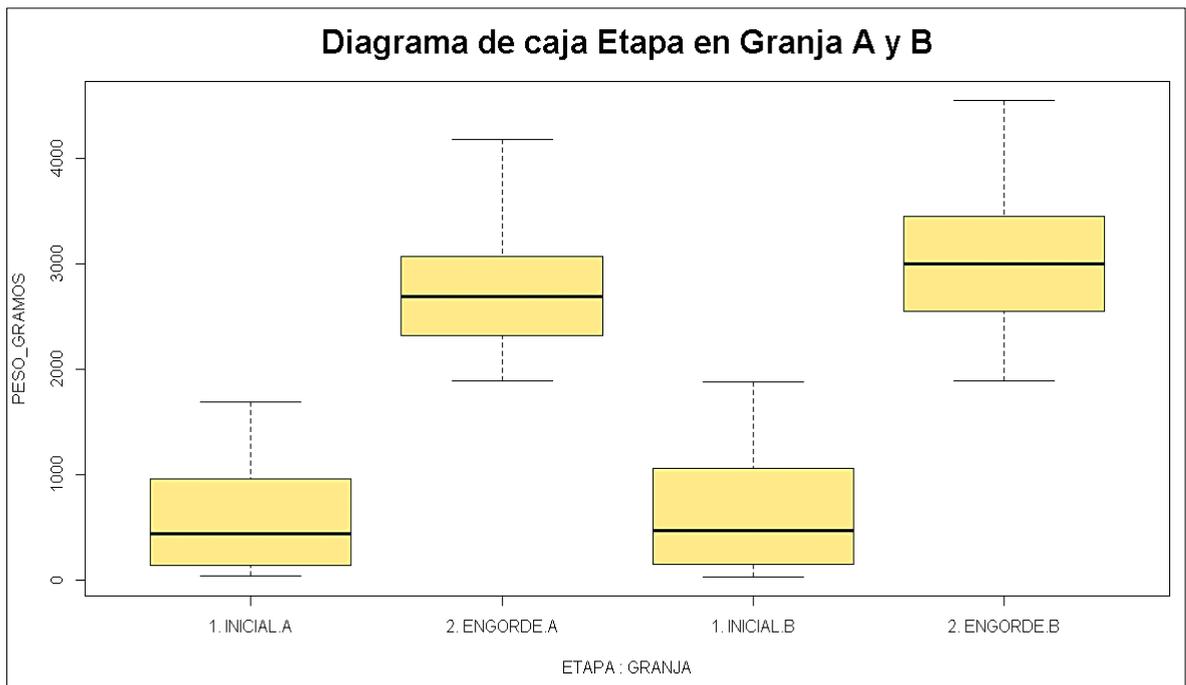
Figura 4. 2: Diagrama de Cajas de producción semanal de aves.



Elaborado por : La autora

En la figura 4.3 se muestra homogeneidad de las aves en la etapa inicial de las granjas A y B, teniendo una diferencia de mediana de 30g entre granjas. En la etapa de Engorde los pesos de la granja B se considera la mediana de 3000g., la granja A menor a 2693g.

Figura 4. 3: Diagrama de Cajas por etapa y granjas de aves

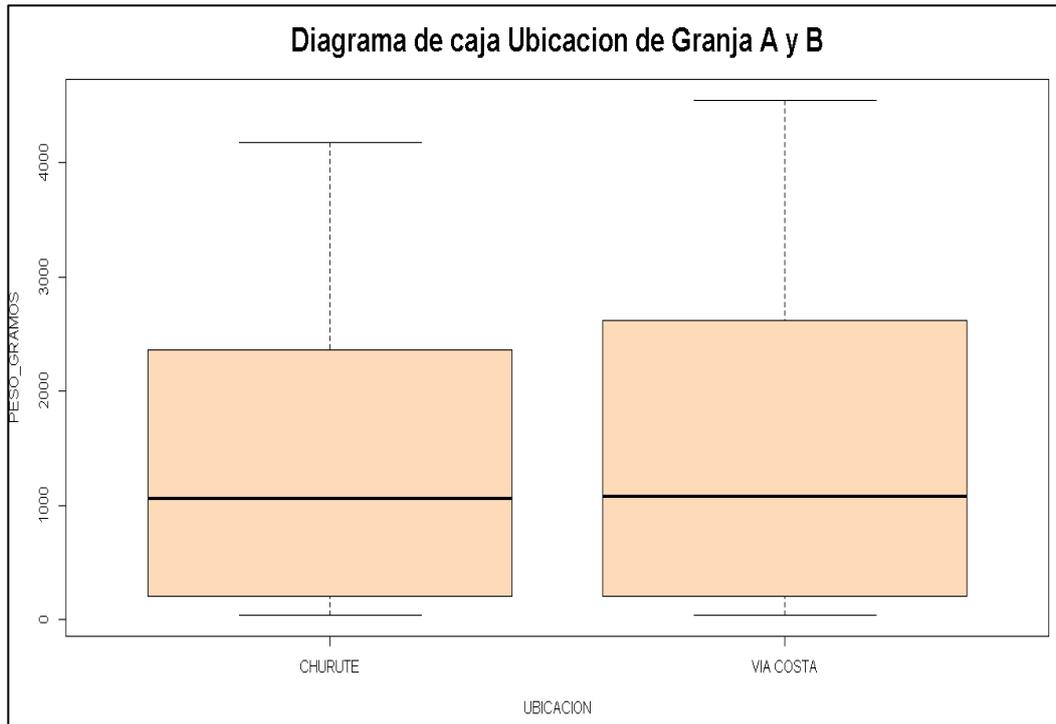


Elaborado por: La autora

Las variables de conversión alimenticia acumuladas en granja A es de 1,62 y Granja B es de 1,72, pero están son afectadas cuando las aves mueren y la conversión alimenticia totales de Granja A 1, 74 y de Granja B de 1,86 (Ver Anexo A.4).

En la figura 4.4 se observa el crecimiento de los pollos de las granjas A y B, en diferente situación geográfica dando como resultado que las aves producidas en la granja B tendrá la mediana de 1083g, sobre granja A 1058g, es decir no tiene influencia dentro del crecimiento del pollo.

Figura 4. 4: Diagrama de Caja Peso – gr amos vs. ubicación de granjas.

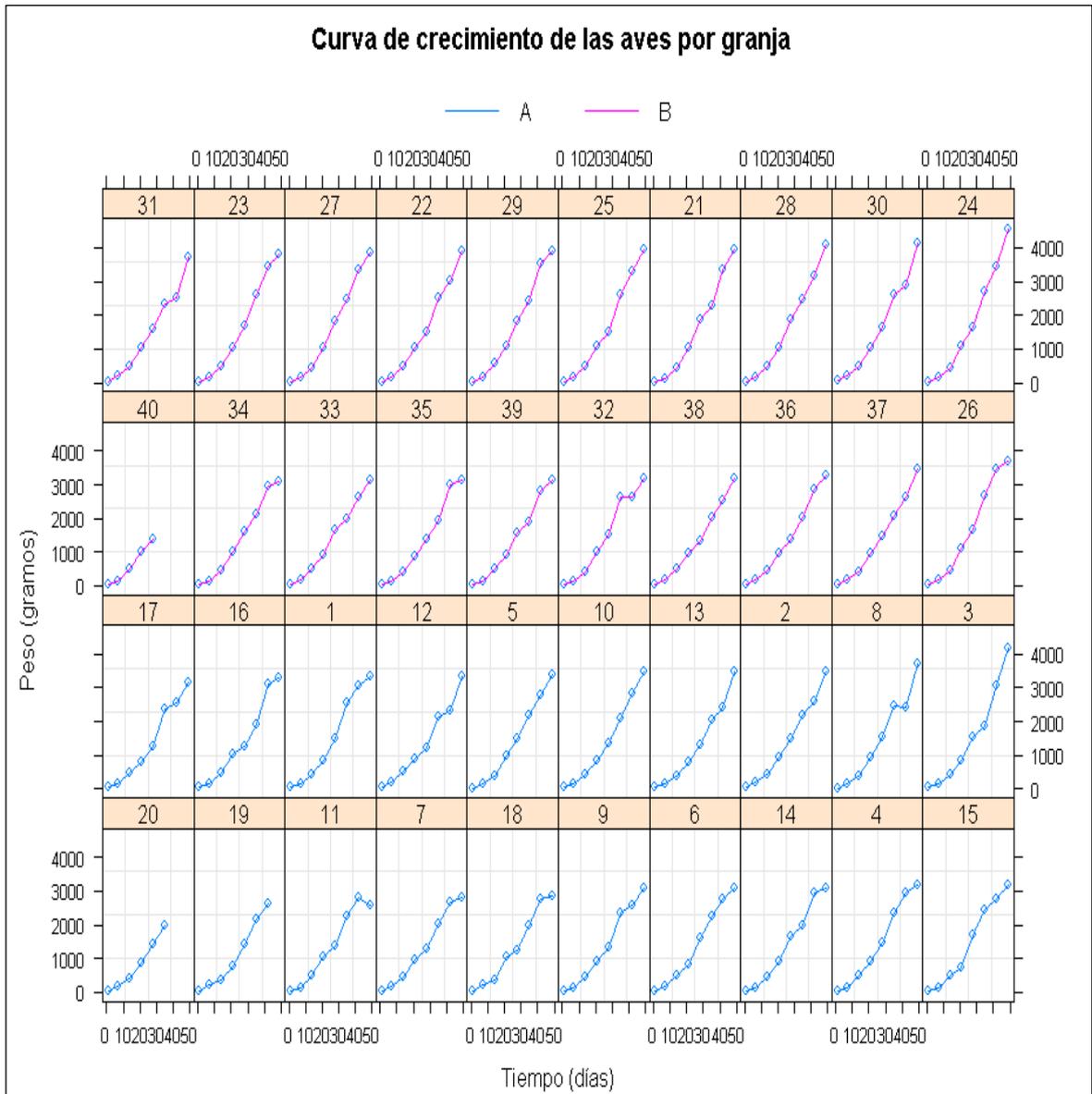


Elaborado por: La autora

4.3. Curva de Crecimiento

En la siguiente figura 4.5 se representa las curvas de crecimiento de las aves de la investigación en las dos granjas, donde se puede observar la curva que forman los datos cuando las aves llegan a un máximo de peso y donde ya no engordan así se mantenga más tiempo en producción, sin embargo, se denota un incremento de peso al pasar del tiempo, los pollos 19, 20, 40 son las aves que han muerto durante la investigación.

Figura 4. 5: Curvas de Crecimiento de cada una de las aves producidas en granjas



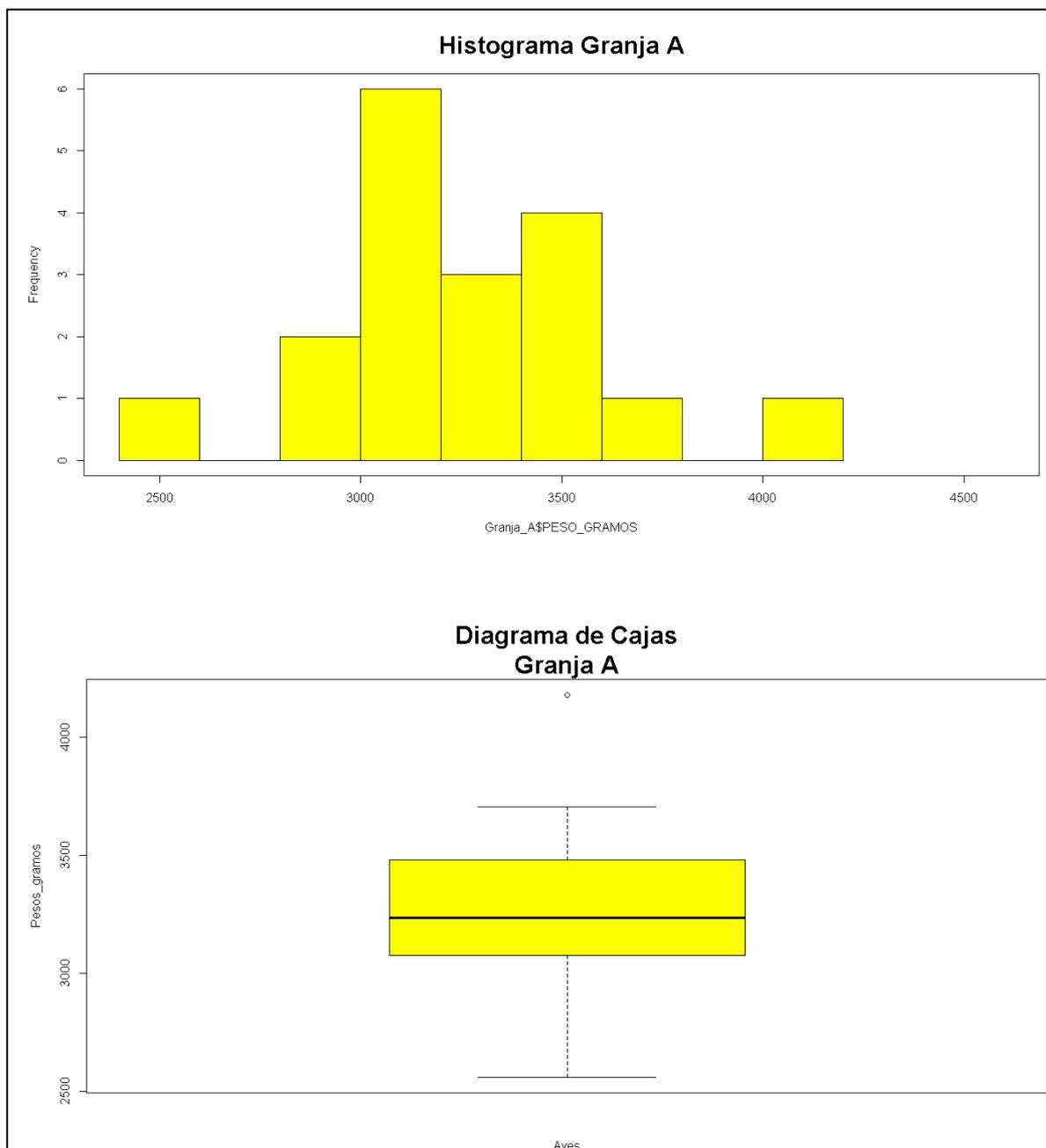
Elaborado por: La autora

4.4. Análisis exploratorio de granjas

El análisis exploratorio de las granjas experimentales consiste en verificar cuál de las dos granjas mantiene un mejor desarrollo en las aves hasta la séptima semana, con el fin de comparar sus pesos finales.

En la figura 4.6 se muestra que la granja A tiene 18 aves al final de la séptima semana, con un peso mínimo de 2559g, máximo de 3940g y dato atípico de 4180g, debido que la mediana de 3261.61g, los datos mantienen una desviación estándar de 360.25 con un valor p de 0.525.

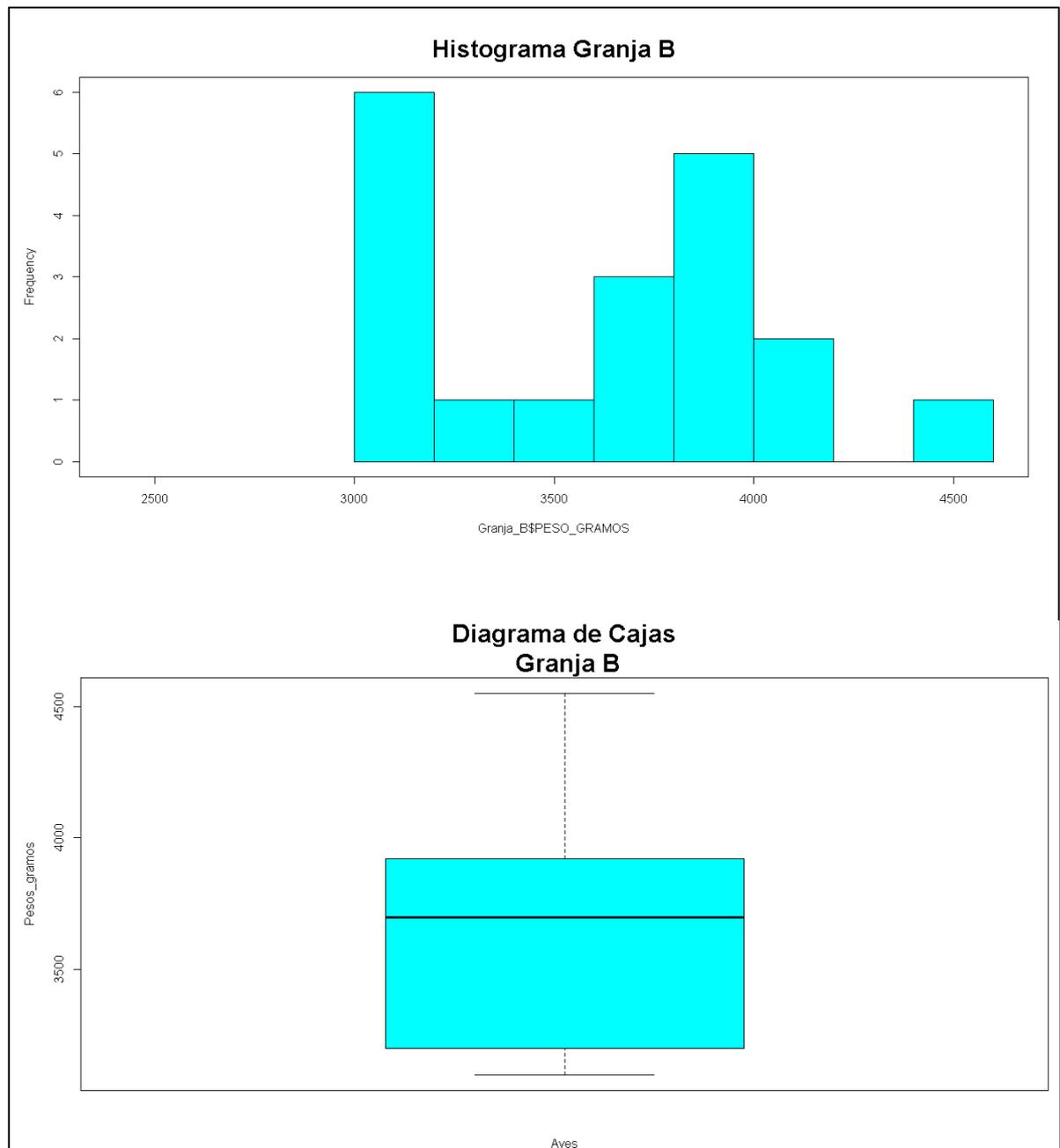
Figura 4. 6: Análisis Exploratorio de Granja A



Elaborado por: La autora

En la figura 4.7 se muestra que la granja A tiene 19 aves al final de la séptima semana, teniendo como peso mínimo de 3100g y un máximo de 4550g, la mayoría de los valores se concentran en el primer cuartil debajo de la mediana, con un valor de 3700g, y una desviación estándar de 422,24 con un valor p de 0,079

Figura 4. 7: Análisis Exploratorio de Granja B



Elaborado por: La autora

4.5. Modelos Estadísticos de curvas de crecimiento

Se va a analizar la curva de crecimiento con los datos de las aves, utilizando el modelo de crecimiento Logístico de tres parámetros (logis), Modelo logístico de cuatro parámetros (FLP) y curva de crecimiento Gompertz, que se encuentra dentro del paquete del programa R.

4.5.1. Modelo de crecimiento Logístico de tres parámetros

- **Pollo: 4**, el ave crecerá hasta 3490,74g como peso final teniendo un punto de inflexión en 29,73 días, con una tasa de crecimiento de 7,86 y un AIC de 96,65.
- **Pollo: 21**, crecerá hasta 4683,2g como peso final teniendo un punto de inflexión en 33,62 días, con una tasa de crecimiento de 9,38 y un AIC de 107,22.

4.5.2. Modelo Logístico de cuatro parámetros

- **Pollo: 4**, el ave crecerá 3517,13g como peso final, tiene un punto de inflexión de 29,71, con una tasa de crecimiento de 8,08 y un AIC de 98,52;
- **Pollo: 21**, el ave crecerá 5416,15g como peso final, tiene un punto de inflexión de 35,39, con una tasa de crecimiento de 12,51 y un AIC de 105,74.

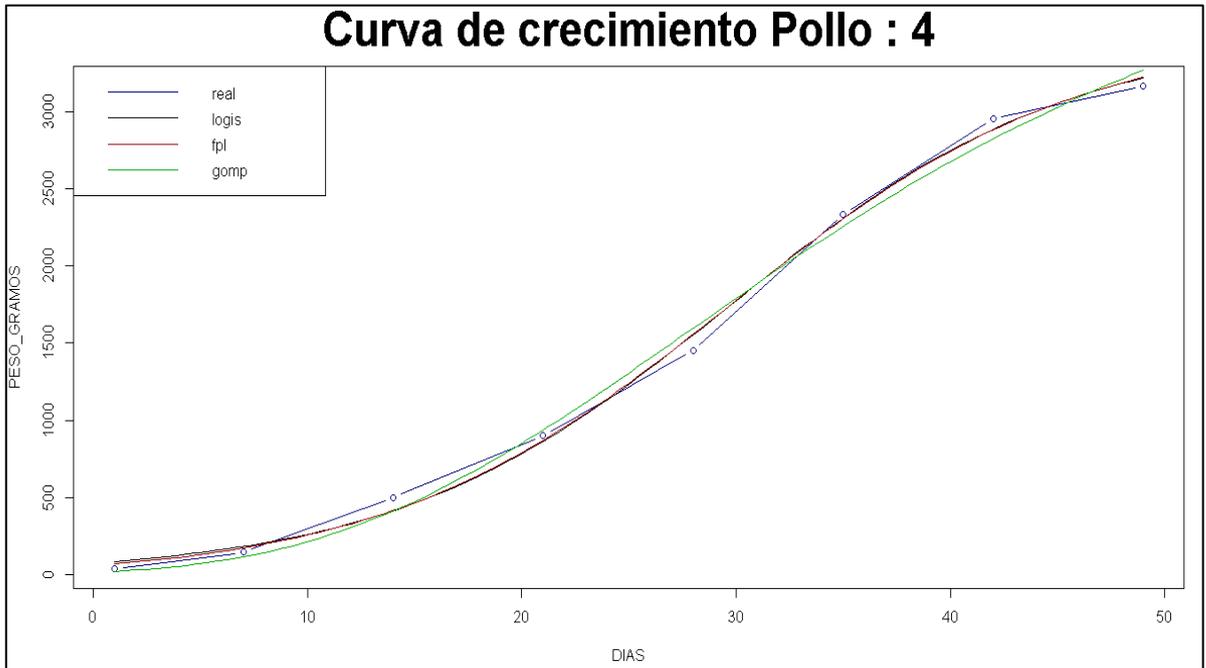
4.5.3. Modelo de crecimiento Gompertz

- **Pollo: 4**, el ave crecerá hasta cuando tenga 4275g, teniendo un punto de inflexión en 5,54 días, con una tasa de crecimiento de 0,94, y un valor de AIC de 102,67;
- **Pollo: 21** el ave crecerá hasta cuando tenga 6386g, teniendo un punto de inflexión en 5,03 días, con una tasa de crecimiento de 0,95, con un valor de AIC de este modelo es de 102,74.

A continuación, en la figura 4.6 y figura 4.7, se considera las aves 4 y 21 respectivamente., se realizó el análisis de los tres modelos y conocer el comportamiento de las curvas como se observa poca variabilidad teniendo un AIC 96,65 en el método logis , AIC 98,52 de cuatro parámetros , el modelo

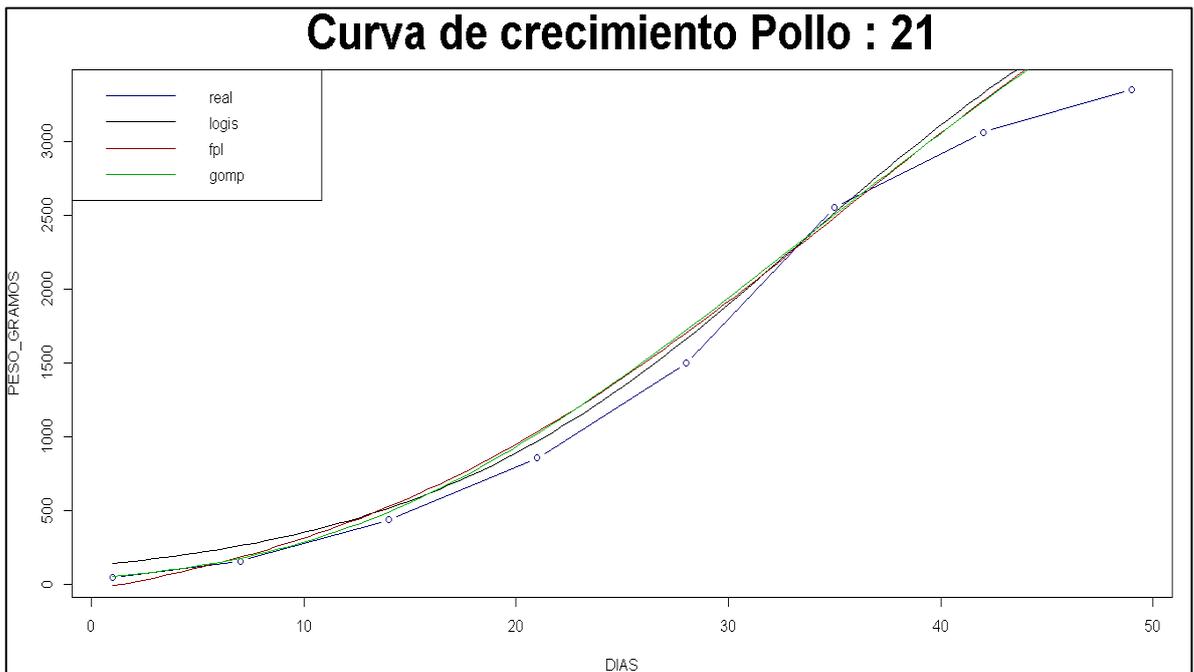
Gompertz un AIC de 102,74, el método a escoger fue logístico; tiene un mejor crecimiento en comparación con los otros modelos según el AIC sobre los otros modelos analizados.

Figura 4. 8: Comparación Curvas de Crecimiento pollo 4



Elaborado por: La autora

Figura 4. 9: Comparación Curvas de Crecimiento pollo 21



Elaborado por; La autora

4.5. Comparación de modelos de crecimiento

En la siguiente tabla se desarrolló comparaciones a diferentes aves de investigación para establecer cual modelo es mejor utilizando el AIC de menor valor y poder hacer la comparación de curvas entre las granjas.

Se considera para el análisis la prueba de hipótesis donde:

$$H_0 : \text{Curvas de crecimiento diferentes}$$

Vs

$$H_1 : \text{Curvas de crecimiento iguales}$$

Tabla 4. 2: Comparación de modelos de curvas en diferentes aves

GRANJA "A"			GRANJA "B"		
Modelo	POLLO	AIC	Modelo	POLLO	AIC
Logis	POLLO_1	df AIC	Gompertz	POLLO_21	df AIC
		pollo1m1 4 95.71076 **			pollo21m1 4 107.2229
		pollo1m2 5 97.40190			pollo21m2 5 105.4099
		pollo1m3 4 104.68262			pollo21m3 4 102.7418 **
Gompertz	POLLO_2	df AIC	Gompertz	POLLO_22	df AIC
		pollo2m1 4 104.53552			pollo22m1 4 104.0940
		pollo2m2 5 100.14035			pollo22m2 5 102.3944
		pollo2m3 4 98.27794 **			pollo22m3 4 100.0497 **
Gompertz	POLLO_3	df AIC	fpl	POLLO_23	df AIC
		pollo3m1 4 107.3274			pollo23m1 4 95.34635
		pollo3m2 5 105.5483			pollo23m2 5 95.22833 **
		pollo3m3 4 105.1530 **			pollo23m3 4 99.31062
Logis	POLLO_4	df AIC	Gompertz	POLLO_24	df AIC
		pollo4m1 4 96.64879 **			pollo24m1 4 104.47755
		pollo4m2 5 98.52112			pollo24m2 5 100.87609
		pollo4m3 4 102.67551			pollo24m3 4 97.80262 **
Logis	POLLO_6	df AIC	Logis	POLLO_25	df AIC
		pollo6m1 4 92.36229 **			pollo25m1 4 102.0915 **
		pollo6m2 5 92.92667			pollo25m2 5 102.4786
		pollo6m3 4 96.19217			pollo25m3 4 102.1199
Logis	POLLO_9	df AIC	Logis	POLLO_26	df AIC
		pollo9m1 4 104.0267 **			pollo26m1 4 98.89796 **
		pollo9m2 5 105.6861			pollo26m2 5 100.41556
		pollo9m3 4 104.9161			pollo26m3 4 103.69290
fpl	POLLO_10	df AIC	Gompertz	POLLO_29	df AIC
		pollo10m1 4 91.37008			pollo29m1 4 104.9283
		pollo10m2 5 80.00982 **			pollo29m2 5 104.9689
		pollo10m3 4 81.89032			pollo29m3 4 104.1360 **
Logis	POLLO_18	df AIC	Gompertz	POLLO_34	df AIC
		pollo18m1 4 107.8125 **			pollo34m1 4 102.6482
		pollo18m2 5 109.5410			pollo34m2 5 102.9456
		pollo18m3 4 108.4596			pollo34m3 4 101.5550 **
fpl	POLLO_20	df AIC	Gompertz	POLLO_37	df AIC
		pollo20m1 4 60.61235			pollo37m1 4 102.87873
		pollo20m2 5 57.41216**			pollo37m2 5 95.80789
		pollo20m3 4 58.42482			pollo37m3 4 94.42140 **

** valor con menor AIC

Se realizó el análisis de los pollos por cada método, de acuerdo con el AIC de menor valor se escoge el método de Gompertz y logístico debido que los datos tienden a estar en la misma proporción de respuesta.

4.6. Comparación de curvas mediante el método de efectos mixtos

Se hará el análisis de comparación de curvas por los dos métodos de crecimiento logístico y Gompertz, debido que los datos de las granjas tienden a sesgar por estos métodos en la siguiente sección vamos a analizar los dos modelos mediante el método de efectos mixtos y poder comparar las curvas de crecimiento de cada granja.

Con 314 observaciones y 40 aves de investigación se analiza el método de efectos mixtos con los modelos logístico y Gompertz nos dio:

Análisis de efectos mixtos con modelo Logis: Peso_gramos ~ días

Las aves alcanzarían el peso de 3920g, con un punto de inflexión de 32,21 y una tasa de crecimiento de 9,02 y un AIC 4128,99.

Análisis de efectos mixtos con modelo Gompertz: Peso_gramos ~ días

Las aves alcanzarían el peso de 5403,14g, con un punto de inflexión de 4,9 y una tasa de crecimiento de 0,95 y un AIC 4278,343

El logaritmo de la estimación modelo de Gompertz no se puede ajustar con asíntotas distintas de granja, debido a esto no se puede encontrar un modelo de comparación entre los modelos de crecimiento Logis y Gompertz; y teniendo como resultados de un AIC menor del método de crecimiento Logístico se desarrollará funciones modelos entre peso_gramos (variable dependiente) y las variables de mayor interés.

Modelo Logis: Peso_gramos ~ Granja

Este modelo representa el peso en gramos de cada granjas por días de producción donde, se interpreta que la Granja A produciría pollos con peso final de 3735 g y la granja B produciria con 394g mas que la granja A, obteniendo este modelo un

AIC de 4117,38 y un valor p: 0,0002, los datos mantienen una distribución normal, en Anexo (A.10), Anova entre modelo 1 y modelo 2 no se rechaza H_0 .

Modelo Logis: $\text{Peso_gramos} \sim \text{Granja} + \text{Sexo}$

Este modelo representa el peso en gramos de cada granjas por días de producción donde, se interpreta que la Granja A produciría pollos con peso final de 3490,43g y la granja B produciría con 393,6g mas que la granja A, obteniendo en modelo 3 un AIC de 4093,19, la diferencia que existe entre la variable sexo, las aves machos de las granjas es de 433,65, con mas pesos que las aves hembras, Anova entre modelo 2 y modelo 3 su valor p $<0,0001$ ver Anexo A.10 de modelo 3 nos refleja que no se rechaza H_0 , ya que no si existe una diferencia de pesos entre las aves por sexo.

Modelo Logis: $\text{Peso_gramos} \sim \text{Granja} + \text{Sexo} + \text{Granja: Sexo}$

Este modelo representa el peso en gramos de cada granjas por días de producción donde, se interpreta que la Granja A produciría pollos con peso final de 3660,25g y la granja B produciria con 68,73g mas que la granja A, obteniendo este modelo un AIC de 4074,76, en este modelo obtenemos que los pollos machos de granja B tienen 148g superior que las aves machos de la granja A la diferencia que existe entre la variable Sexo Macho entre granjas es de 573,26g, podemos concluir que los pollos machos de la granja B tienen mejor rendimiento, teniendo en Anova un p $<0,0001$ combinando los modelos 3 y modelos 4, este nos refleja que no se rechaza H_0 ver Anexo A.10, debido que las aves si tienen diferencia de pesos en granjas y por genero de cada granja como se puede revisar en Anexo A.8.

De acuerdo con el análisis exploratorio de las granjas y las curvas de crecimiento nos muestran los siguientes resultados:

Con el modelo Logis como observamos un AIC de 4128,99 que indica tener un menor valor que el modelo Gompertz con un AIC de 4278,34. Esto se debe que los datos del peso de las aves para las granjas A y B no existe mucha diferencia entre los AIC, se indica que utilizó la misma metodología de manejo en producción para ambas granjas y recursos como bebederos, ventilación, cama e iluminación, con el

mismo entorno de granjas experimentales con ambiente no controlado, utilizando el mismo alimento de composición nutricional tanto en etapa inicial y final.

Se evidencia que el manejo del alimento no fue el adecuado en cada etapa de desarrollo de las aves para ambas granjas, esto influye que no mantengan el peso apropiado, de acuerdo lo que indica la Guía de Manejo de aves Cobb - 500.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con los resultados de los datos analizados se concluye:

- De acuerdo a los datos y reuniones con los técnicos se demuestra que la Granja A tiene el 1,71%, la Granja B el 1,82% de conversión alimenticia, según las tablas de Nutrición de Cobb 500 la conversión puede llegar a ser hasta 1,90%; es decir, que las dos granjas están dentro de este rango, sin embargo, los resultados como peso promedio final del ave en el momento de retiro no corresponde a estos resultados ya que la Granja A están por debajo de los pesos de las Granja B con estos antecedentes se realiza un análisis de curvas de crecimiento de 3 métodos diferentes y poder evaluar su comportamiento.
- Se realizó la comparación de crecimiento a las aves y refleja que no hay gran diferencia entre el modelo de crecimiento Logístico y Gompertz, debido a esto se realiza el análisis a 18 pollos para tomar una mejor conclusión, luego del análisis se observó que ambos modelos son similares y se tomó la decisión de optar por el modelo Logístico de tres parámetros una vez verificado que el AIC era menor que el modelo Gompertz.
- Analizando las curvas de crecimiento entre las dos granjas se determina que el modelo estadístico de crecimiento logístico, nos indica que el ave crecería hasta 3920g (8,63lb) mientras que el modelo estadístico Gompertz determina que el pollo crecería 5403g (11,90lb), de acuerdo con estos resultados el modelo de crecimiento logístico es el más significativo debido a que su AIC es más bajo teniendo como resultado AIC granja A: 4128.99; AIC granja B: 4278,34.

Se recomienda:

- Para futuros experimentos en producciones de pollos de engorde se suministre raciones alimenticias en las granjas para su comparación.
- Realizar una inspección en la Granja A, la iluminación y la cama para descartar que la mortalidad que fue por estas causas, ya que su bajo peso depende directamente de la alimentación que tuvieron.
- Incurrir en nuevos experimentos para cerciorarse que la granja B tiene mejor rentabilidad antes de hacer un cambio significativo dentro del manejo de producción.

6. REFERENCIAS

- Agrocalidad . (08 de MARZO de 2017). *Guía-de-Buenas-Prácticas-Avícolas*. Obtenido de AGOCALIDAD : <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/Gui%CC%81a-de-Buenas-Pra%CC%81cticas-Avi%CC%81colas.pdf>
- Agudelo-Gómez, D. A., Cerón-Muñoz, M. F., & Restrepo, L. F. (19 de Febrero de 2013). *Engormix avicultura*. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/prediccion-curva-crecimiento-corporal-t29604.htm>
- Alvarado Camino, I. J. (2016). *Universidad Técnica de Babahoyo*. Obtenido de TE-UTB-FACIAG-MVZ-000001.pdf: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3354/1/TE-UTB-FACIAG-MVZ-000001.pdf>
- Armel Ramirez, L. (18 de Agosto de 2017). *AviNews avicultura.info*. Obtenido de <https://avicultura.info/caracterizacion-de-la-mortalidad/>
- AVIAGEN INCORPORATED. (2009). *Guía de Manejo del Pollo de Engorde*. Obtenido de http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf
- Aviagen, Ross. (2014). <http://eu.aviagen.com/>. Obtenido de http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf
- Avicola Metrenco E.I.R.L. (2011). <http://avicolametrenco.cl>. Obtenido de <http://avicolametrenco.cl/data/documents/Manual-Broiler.pdf>
- Bates, D. (2019). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Obtenido de [R:Un lenguaje y un entorno para la computación estadística]: www.R-project.org
- Blanch, A. (2019). Alimentación pollitos en primeras horas y días de vida. *av/News*, 66-69. Obtenido de <https://avicultura.info/alimentacion-en-pollitos-primeras-horas-y-dias-de-vida/>
- BPEX. (13 de Abril de 2016). *El sitio porcino*. Obtenido de <http://www.elsitioporcino.com/articulos/2708/calculos-simples-conversion-de-alimentos-ganancia-diaria-de-peso-y-mortalidad/>
- Bueno, D. L. (2017). Producción de pollos parrilleros en países sudamericanos y planes sanitarios nacionales para el control de Salmonella en dichos animales. *Engormix avicultura*.
- CFN Corporación Financiera Nacional. (Diciembre de 2017). *Corporación Financiera Nacional* . Obtenido de Explotación de criaderos de pollos y reproducción de aves de corral, pollos y gallinas: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/01/Ficha-Sectorial-Aves-de-Corral.pdf>
- Cobb-Vantress . (Julio de 2015). *www.corpmontana.com* . Obtenido de Cobb 500: Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde: <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/handle/123456789/4068>
- Cobb-Vantress. (Noviembre de 2013). *Guía de Manejo del Pollo de Engorde*. Obtenido de www.cobb-vantress.com: <https://es.slideshare.net/ograjales/cobb-manual>

- Cobb-Vantress. (Diciembre de 2018). *Cobb-Vantress.com*. Obtenido de <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/5fc96620-0aba-11e9-9c88-c51e407c53ab>
- Eguez, G., & Vásquez, J. (2007). *ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/541/1/T-ESPE-014807.pdf>
- Fairchild, B. (2 de Julio de 2012). *El sitio Avicola*. Obtenido de <http://www.elsitioavicola.com/articles/2187/control-de-factores-ambientales-en-la-crianza-de-pollitos-1/>
- Fernandez Castaño, H., & Perez Ramírez, F. (2005). El modelo logístico: una herramienta estadística para evaluar el riesgo de crédito. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 55 - 75.
- Intriago Muñoz, V. (11 de Agosto de 2015). *Engormix*. Obtenido de *Avicultura*: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/factores-influyen-rendimientos-productivos-t32450.htm>
- Mínguez, F. S. (Septiembre de 2016). *www.ugr.es*. Obtenido de http://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201516/tfm1516/simon_minguez_tfm/!
- Montgomery, D. (2013). *Design and Analysis of experiments, [Diseño y análisis de experimentos]*. Arizona: John Willey & Sons, Inc.
- Moreno Martinez, J. (Julio de 2011). Instalaciones para pollos de engorde. *Selecciones Avícolas*, 13 - 20.
- Oclese, M. (2009). *elzootechnista.wordpress.com*. Obtenido de <https://elzootechnista.wordpress.com/2009/11/17/manejo-de-pollos-de-engorde-2/>
- Pinheiro, José; Bates, Douglas. (2019). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Obtenido de [R:Un lenguaje y un entorno para la computación estadística]: <https://www.R-project.org/>
- Rye, C., Wise, R., Jurukovski, V., DeSaix, J., Choi, J., & Avissar, Y. (2013). *Biology, [Biología]* (Vol. 1). Houston, Texas: XanEdu Publishing Inc.
- Seoane, J. (2014). ¿Modelos mixtos (lineales)? Una introducción para el usuario temeroso. (V. Baglione, Ed.) *ETOLOGUIA*(24), 15 - 37. Obtenido de [http://ecoevo.uvigo.es/web-see/pdfs/Etologia_vol.24_\(2014\).pdf](http://ecoevo.uvigo.es/web-see/pdfs/Etologia_vol.24_(2014).pdf)
- Trinidad Bello, A. (Junio de 2014). *mat.izt.uam.mx*. Obtenido de *mat.izt.uam.mx*: http://mat.izt.uam.mx/mcmai/documentos/tesis/Gen.11-O/Adalberto_Trinidad.pdf
- Villamizar, J. (18 de Enero de 2018). Auge de granjas infkuye la sobreproduccion. *Maíz y Soya*, 47.

ANEXOS

A.1 REGISTRO DE AVES DE PESO POR SEMANA GRANJA A

Pollo	Peso Inicial (g)	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEXO
1	45	155	434	854	1497	2551	3060	3350	M
2	42	181	457	944	1496	2180	2623	3480	M
3	46	165	420	857	1541	1890	3076	4180	M
4	40	146	501	901	1452	2336	2953	3165	M
5	41	141	386	991	1501	2197	2789	3405	M
6	40	158	495	820	1626	2235	2764	3076	M
7	40	172	451	985	1298	2025	2693	2831	M
8	41	169	391	925	1563	2455	2436	3705	M
9	40	148	441	925	1356	2362	2596	3071	M
10	45	157	412	863	1360	2082	2837	3479	M
11	48	137	506	1058	1387	2275	2807	2559	M
12	43	192	541	907	1217	2124	2325	3366	H
13	44	173	371	820	1323	2035	2417	3479	H
14	44	137	474	923	1635	1960	2962	3091	H
15	40	150	487	744	1698	2423	2766	3166	H
16	50	179	488	1023	1267	1925	3119	3290	H
17	46	159	471	790	1283	2367	2540	3178	H
18	46	205	366	1066	1263	1995	2747	2838	H
19	47	205	350	784	1419	2149	2607	N/A	N/A
20	52	196	422	893	1443	1999	N/A	N/A	N/A

Elaborado por: La Autora

A.2 REGISTRO DE AVES DE PESO POR SEMANA GRANJA B

Pollo	Peso Inicial (g)	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEXO
1	45,0	138	455	1042	1854	2308	3350	3950	M
2	39,0	153	478	1023	1504	2509	3050	3900	M
3	42,0	155	491	1063	1693	2619	3450	3800	M
4	44,0	154	441	1068	1637	2685	3450	4550	M
5	43,0	158	500	1074	1518	2627	3300	3940	M
6	39,0	160	462	1090	1671	2694	3450	3700	M
7	45,0	157	436	1056	1807	2468	3350	3850	M
8	43,0	160	474	1030	1882	2488	3150	4100	M
9	45,0	165	567	1083	1831	2443	3550	3900	M
10	49,0	203	484	1061	1652	2597	2900	4120	M
11	44,0	186	507	1043	1581	2335	2500	3700	M
12	45,0	156	405	1015	1501	2612	2650	3200	H
13	43,0	161	523	934	1672	2005	2650	3150	H
14	46,0	159	449	1013	1625	2115	2950	3100	H
15	44,0	151	420	888	1362	1918	3000	3150	H
16	46,0	184	470	973	1405	2023	2850	3300	H
17	42,0	180	427	947	1498	2084	2650	3450	H
18	41,0	174	502	952	1336	2043	2550	3200	H
19	43,0	147	516	927	1569	1892	2800	3160	H
20	40,0	142	496	993	1386	-	-	-	-

Elaborado por: La Autora

A.3 FORMATO DE REGISTRO CONTROL SEMANAL DE PESO

	REPORTE SEMANAL CONTROL DE PESO EN POLLOS DE ENGORDE	C - PRO - 001
---	---	----------------------

GRANJA	MORTALIDAD:	FECHA DE INGRESO:
LOTE:	ALIM. TOTAL:	PESO FINAL:
# DE AVES	PESO INICIAL:	GALPO #:

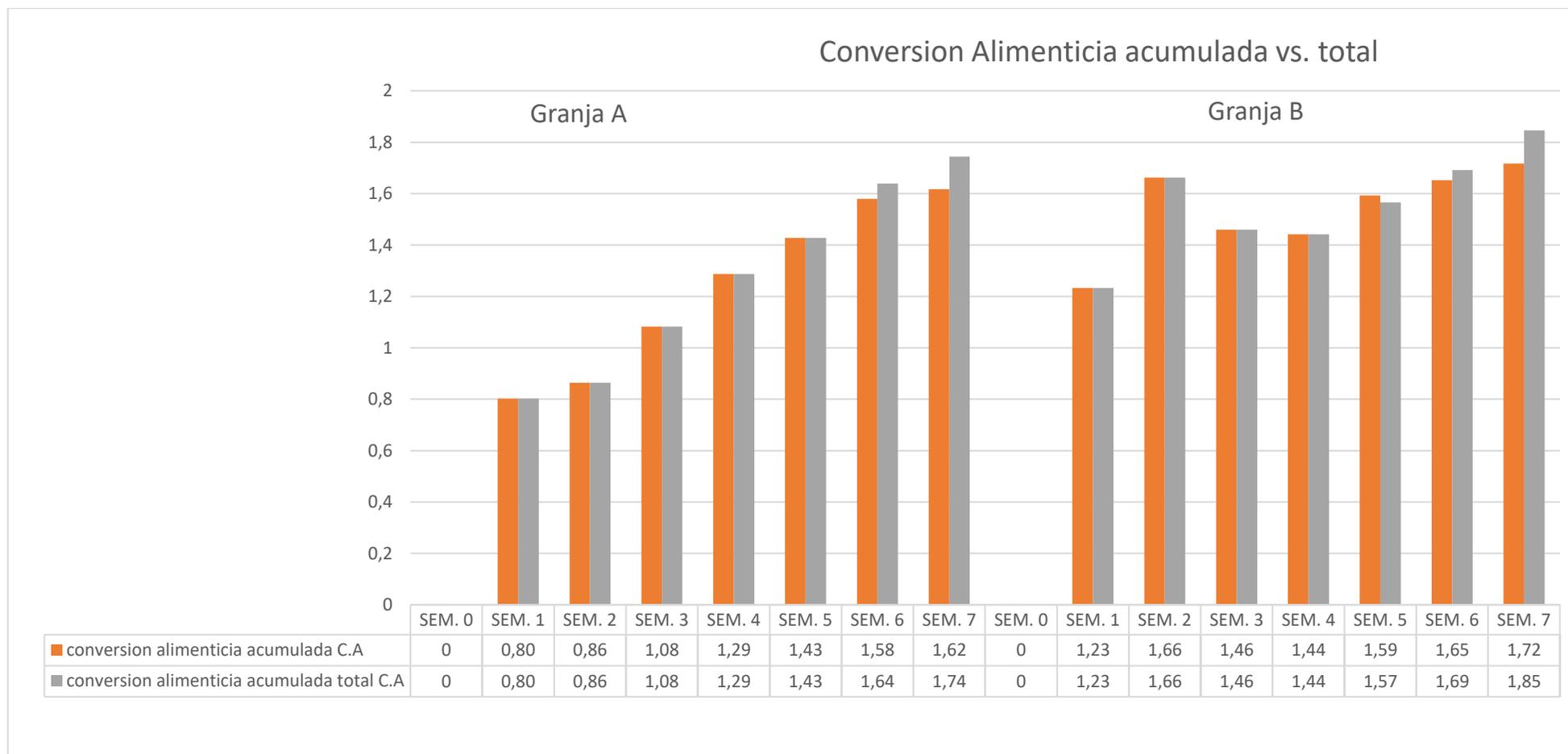
ALIMENTO														MORATALIDAD / DESCARTES											
DIA SEMANAS	L	M	M	J	V	S	D	TOTAL		CONV_ACUM	PESO	C.A REAL	DIA SEMANAS	L	M	M	J	V	S	D	TOTAL		%	PESO	CANT.
								SEM.	ACUM.	GRAMOS	REAL										SEM.	ACUM.	SEM.	ACUM.	AVES

Tecnico Responsable

A.4 Variables que intervienen dentro del análisis

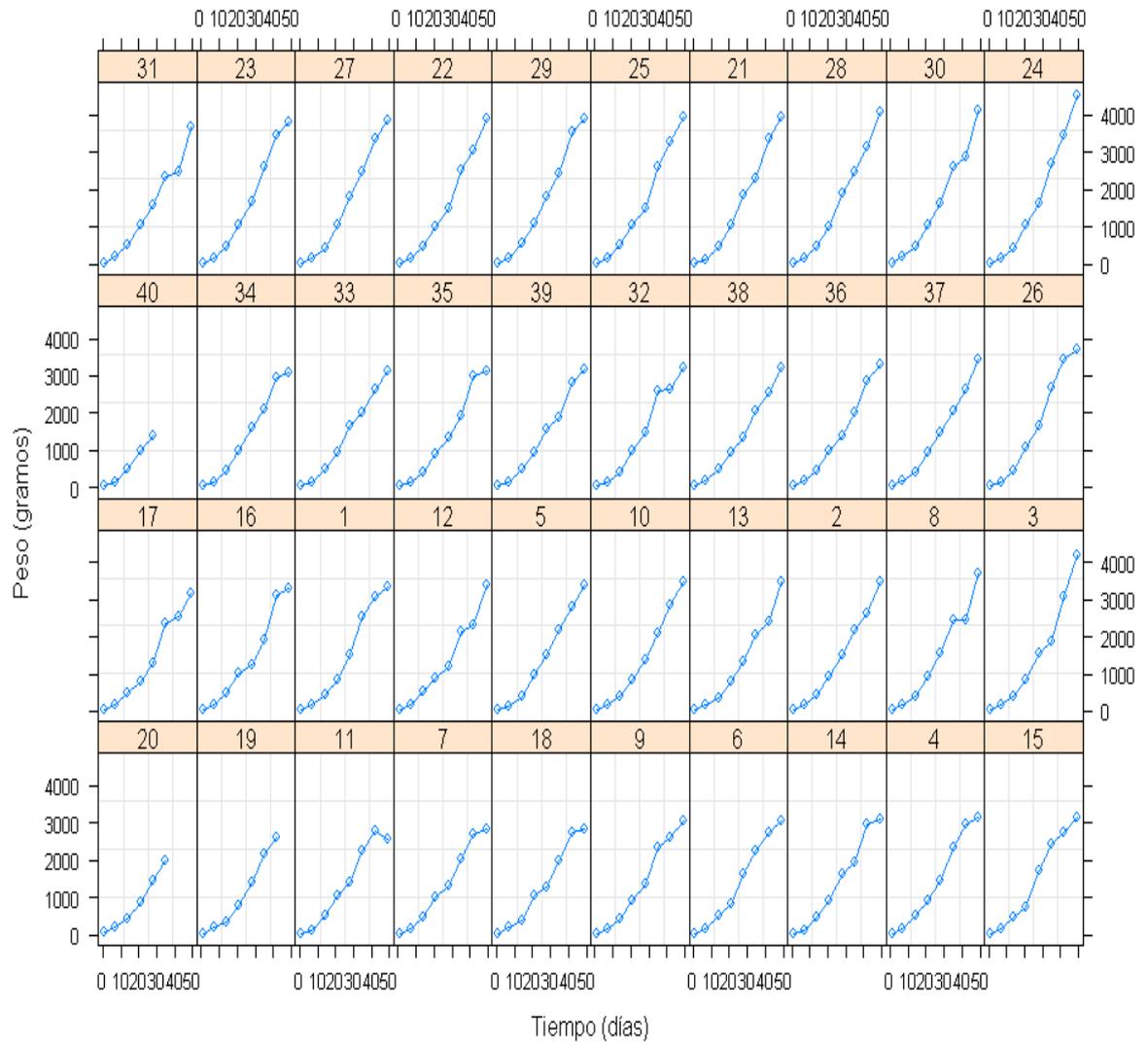
Granja	Semanas de producción	Aves Final	peso total aves (gr)	peso promedio semanal	consumo alimento semanal (gr)	consumo alimento semanal total	Incremento de peso semanal (gr)	Incremento de peso semanal total	conversion alimenticia semanal	Conversión alimenticia semanal total	consumo alimento acumulado (gr)	conversion alimenticia acumulada C.A	consumo alimento acumulado total (gr)	conversion alimenticia acumulada	Cant. Pollos muertos	Mortalidad %	temperatura dia °C	temperatura noche °C	Vacunacion	Tipo de cama	Tipo de Alimento
A	SEM. 0	20	879,50	43,98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	31,00	25,00	SI	TAMO	Iniciador
A	SEM. 1	20	3325,00	166,25	133,36	2667,2	122,28	2445,50	1,09	1,09	133,36	0,80	2667,20	0,80	0	0,00	31,00	24,00	SI	TAMO	Iniciador
A	SEM. 2	20	8864,00	443,20	249,7	4994	276,95	5539,00	0,90	0,90	383,06	0,86	7661,20	0,86	0	0,00	31,00	26,00	SI	TAMO	Iniciador
A	SEM. 3	20	18073,00	903,65	595,65	11913	460,45	9209,00	1,29	1,29	978,71	1,08	19574,20	1,08	0	0,00	30,00	24,00	SI	TAMO	Iniciador
A	SEM. 4	20	28625,00	1431,25	863,75	17275	527,60	10552,00	1,64	1,64	1842,46	1,29	36849,20	1,29	0	0,00	28,00	23,00	no	TAMO	Engorde
A	SEM. 5	20	43564,50	2178,23	1266,27	25325,4	746,98	14939,50	1,70	1,70	3108,73	1,43	62174,60	1,43	0	0,00	29,00	23,00	no	TAMO	Engorde
A	SEM. 6	19	52117,00	2743,00	1224,74	23270,06	564,78	8552,50	2,17	2,72	4333,47	1,58	85444,66	1,64	1	5,00	29,00	24,00	no	TAMO	Engorde
A	SEM. 7	18	58709,00	3261,61	940,92	16936,56	518,61	6592,00	1,81	2,57	5274,39	1,62	102381,22	1,74	2	10,00	27,00	23,00	no	TAMO	Engorde
B	SEM. 0	20	868,00	43,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	31,00	25,00	SI	TAMO	Iniciador
B	SEM. 1	20	3243,00	162,15	200	4000	118,75	2375,00	1,68	1,68	200	1,23	4000,00	1,23	0	0,00	31,00	24,00	SI	TAMO	Iniciador
B	SEM. 2	20	9503,00	475,15	590	11800	313,00	6260,00	1,88	1,88	790	1,66	15800,00	1,66	0	0,00	31,00	26,00	SI	TAMO	Iniciador
B	SEM. 3	20	20275,00	1013,75	690	13800	538,60	10772,00	1,28	1,28	1480	1,46	29600,00	1,46	0	0,00	30,00	24,00	SI	TAMO	Iniciador
B	SEM. 4	20	31984,00	1599,20	825	16500	585,45	11709,00	1,41	1,41	2305	1,44	46100,00	1,44	0	0,00	28,00	23,00	no	TAMO	Engorde
B	SEM. 5	19	44465,00	2223,25	1237	23503	624,05	12481,00	1,98	1,88	3542	1,59	69603,00	1,57	0	0,00	29,00	23,00	no	TAMO	Engorde
B	SEM. 6	19	57600,00	3031,58	1466	27854	808,33	13135,00	1,81	2,12	5008	1,65	97457,00	1,69	1	5,00	29,00	24,00	no	TAMO	Engorde
B	SEM. 7	19	69220,00	3845,56	1596	30324	813,98	11620,00	1,96	2,61	6604	1,72	127781,00	1,85	2	10,00	27,00	23,00	no	TAMO	Engorde

A.5 CONVERSION ACUMULADA EN GRANJAS



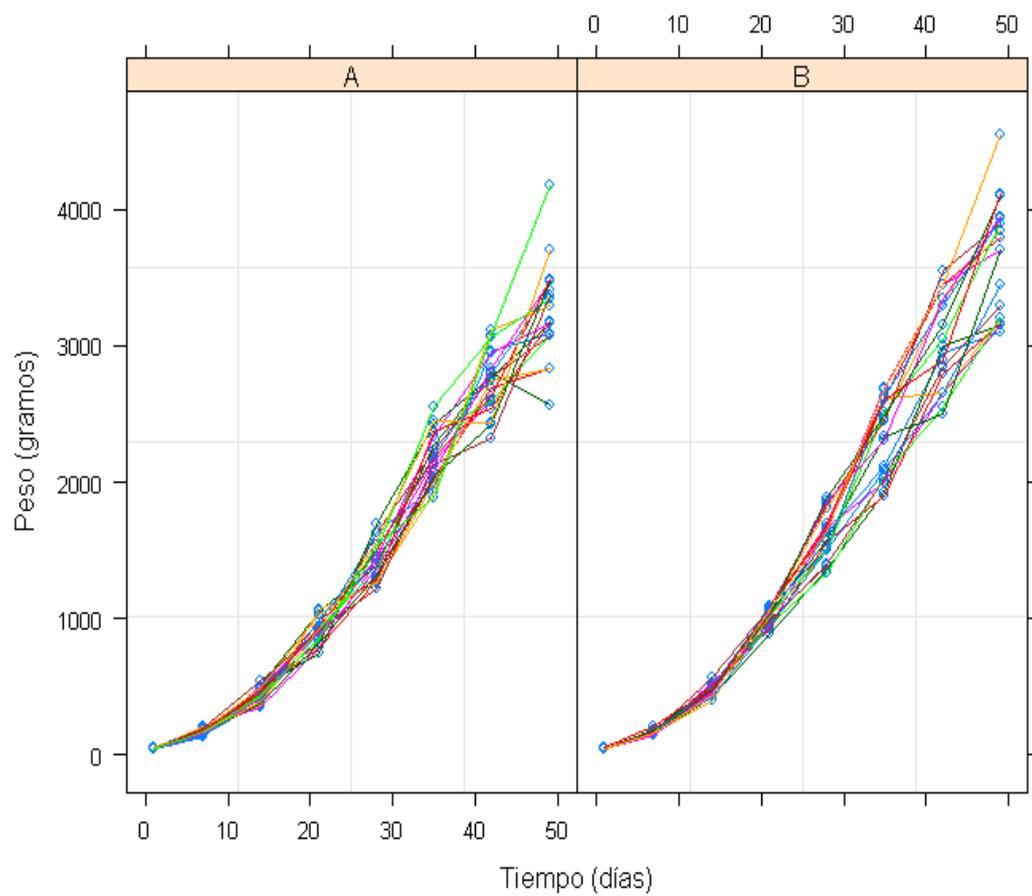
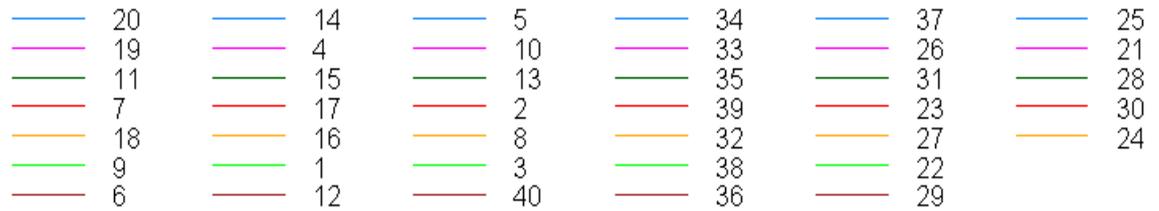
A.6 CURVA DE CRECIMIENTOS EN AVES

Curva de crecimiento de las aves

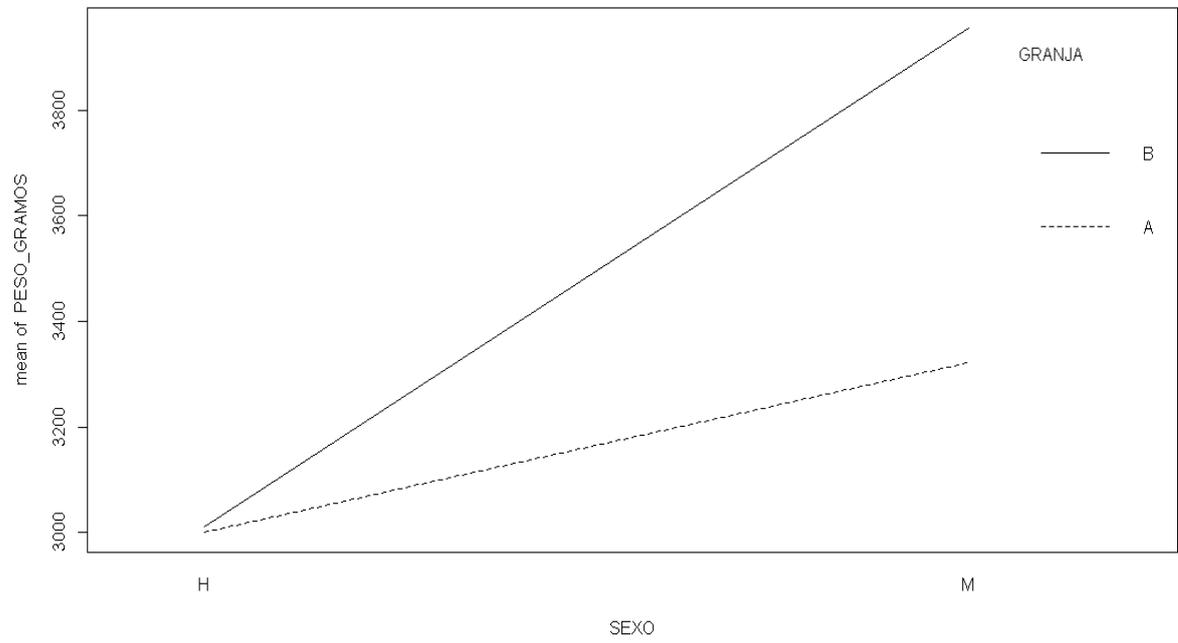


A.7 PESOS DE CADA AVE DURANTE LAS 7 SEMANAS DE PRODUCCION

Representa el peso de cada ave en el tiempo



A.8 PRODUCCION DE POLLO: SEXO EN GRANJA



A.9 CODIGO EN R

Librerías a usar

```
library(nlme)
library(lattice)
library(car)
```

Curvas de crecimiento

```
DatosG=read.delim("Datos.txt",dec=",")

pollitos=groupedData(PESO_GRAMOS~DIAS|AVE,DatosG,
  outer = ~GRANJA, labels=list(x="Tiempo", y="Peso"),
  units = list(x="(días)",y="(gramos)"))

plot(pollitos, main="Curva de crecimiento de las aves\n",cex.main=5)
plot(pollitos, outer=TRUE,main="Representa el peso de cada ave en el
tiempo\n",cex.main=2)
plot(pollitos, inner=~GRANJA,main="Curva de crecimiento de las aves por
granja\n",cex.main=2)

xyplot(PESO_GRAMOS~DIAS|AVE,pollitos)

pollo1=subset(pollitos,AVE==1)
plot(PESO_GRAMOS~DIAS,pollo1, main="Curva de crecimiento Pollo : 1 ",
  col="blue", type="b", cex.main=3)
```

Análisis para modelos Logis, fpl, gompertz

```
pollo1m1=nls(PESO_GRAMOS~SSlogis(DIAS,Asym,xmid,scal),pollo1)
curve(predict(pollo1m1,data.frame(DIAS=x)),add=TRUE, col="1")
summary(pollo1m1)

pollo1m2=nls(PESO_GRAMOS~SSfpl(DIAS,A,B,xmid,scal),pollo1)
curve(predict(pollo1m2,data.frame(DIAS=x)),col="red",add=TRUE)
summary(pollo1m2)

pollo1m3=nls(PESO_GRAMOS~SSgompertz(DIAS,Asym,b2,b3),pollo1)
curve(predict(pollo1m3,data.frame(DIAS=x)),col="green",add=TRUE)
summary(pollo1m3)
```

Efectos mixtos

```
j=complete.cases(DatosG[,c("AVE","SEXO")])
temp=DatosG[j,c("AVE","SEXO")]
DatosG$SEXO=temp$SEXO[match(DatosG$AVE,temp$AVE)]

pollitos=groupedData(PESO_GRAMOS~DIAS|AVE,DatosG,
  outer = ~GRANJA, labels=list(x="Tiempo", y="Peso"),
```

```
units = list(x="(días)",y="(gramos)")

modelo3=nlme(PESO_GRAMOS~SSlogis(DIAS,Asym,xmid,scal),pollitos,
  list(Asym~GRANJA+SEXO,xmid~1,scal~1),
  Asym~1,start=c(Asym=c(4000,1000,500),xmid=30,scal=7))
summary(modelo3)

anova(modelo2,modelo3)

modelo4=nlme(PESO_GRAMOS~SSlogis(DIAS,Asym,xmid,scal),pollitos,
  list(Asym~GRANJA+SEXO+GRANJA:SEXO,xmid~1,scal~1),
  Asym~1,start=c(Asym=c(3500,400,400,0),xmid=30,scal=7))
summary(modelo4)

boxplot(Granja_B$PESO_GRAMOS, names ="gr",add = TRUE)
hist(Granja_B$PESO_GRAMOS, main = "Histograma Granja B",col = 12,
  xlim = range(2500,4600),box("plot"))
```

A. 10 Tabla de valor AIC en comparación para definir modelos de crecimiento

MODELOS	LOGIS	(AIC)	Valor p
Modelo 1	PESO_GRAMOS	4128,99	
Modelo 2	PESO_GRAMOS~DIAS + GRANJA	4117,39	0.0002
Modelo 3	PESO_GRAMOS~DIAS + GRANJA + SEXO	4093,20	<.0001
Modelo 4	PESO_GRAMOS~DIAS + GRANJA + SEXO + GRANJA:SEXO	4074,76	<.0001

FOTOGRAFIAS

Tamo material usado como cama



Galpón usado para la producción de pollos de engorde



Pollo bebes en su primera semana Granja A



Pollo bebes en su primera semana Granja B



Pollos en la septima semana de alimentacion Granja A



Pollos en la septima semana de alimentacion Granja B

