

EVALUACIÓN DEL EFECTO EN LA INCLUSIÓN DE MAÍZ (*ZEA MAYS*) Y ZANAHORIA
(*DAUCUS CAROTA*) EN LA DIETA, COMO SUSTITUTO PARCIAL DE CONCENTRADO
COMERCIAL EN LA ETAPA FINALIZADOR EN POLLO BROILER

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Zootecnista

EDWIN GERARDO RODRIGUEZ ROLON

Director:

GUSTAVO ADOLFO JAIMES FLOREZ

Zootecnista; Esp. Planeación para la Educación Ambiental

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
TRABAJO DE GRADO- MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN
VILLA DEL ROSARIO, NORTE DE SANTANDER
DICIEMBRE 2021

Nota de aceptación

Jurado 1

Jurado 2

Jurado 3

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación es dedicado a Dios, por darnos la sabiduría y licencia de poder realizar cada paso de nuestra vida y la fortaleza de luchar por ese ideal, por darnos salud, para alcanzar nuestra meta trazada es la de ser buenos profesionales.

A mi Madre Alcira Rolón Jiménez, mis hermanos Diana Rodríguez Rolón, Juan Rodríguez Rolón y Daniel Rodríguez Rolón, que son cada día ese pilar de rectitud y constancia, de buenos modelos y enseñanzas sabias, mi padre Gerardo Rodríguez Palacios (Q.E.P.D) porque siempre fue su sueño tener unos hijos íntegros y buenos para la sociedad, gracias por los ejemplos, las críticas constructivas la confianza y sobre todo el sacrificio, para cumplir mis sueños.

A todos aquellos que directa o indirectamente estuvieron durante este proceso, dando su apoyo incondicional sin importar la dificultad y las estrategias replanteadas para lograrlo, mi respeto y admiración.

Agradecimientos

Agradecerles de manera especial al Zootecnista, Esp. Gustavo Adolfo Jaimes Flórez, director del trabajo de grado, por esa confianza puesta en mí desde ese primer día, de manera desinteresada siendo un gran guía en este proceso, aportando cada detalle de sus numerosos estudios y gran experiencia.

A la universidad de Pamplona, su Facultad de Ciencias Agrarias y Programa de Zootecnia, por mostrar el camino a la superación profesional y facilitar cada estudio por medio de su infraestructura.

A los docentes, pieza clave en el aprendizaje, humanos con un espíritu grande de servir, que entregan sus conocimientos a las nuevas generaciones en busca del progreso social.

Al Ingeniero Pecuario y Zootecnista Víctor José Espinel, por su valioso aporte en el préstamo de la infraestructura donde se realizó la investigación, aporte técnico, y acompañamiento.

Quiero agradecer a mi familia ejemplo a seguir en mi vida, mis padres que siempre han sido grandes consejeros, mis hermanos, compañeros incondicionales y profesionales talentosos, mi novia, por esa amistad tan grande y esa compañía constante para salir siempre adelante.

Contenido

	Pág.
Resumen	10
Introducción	12
1. Problema	13
1.4.1 Objetivo General.	15
1.4.2 Objetivos Específicos.	15
2. Marco Referencial	16
2.1.2. Desempeño productivo de pollo de engorde.	17
2.1.3. Especificaciones técnicas.	18
2.1.3.1. Pollo Ross 308:	18
2.1.3.2. Pollo Cobb 500:	18
2.1.3.3. Pollo Hubbard:	18
2.1.4. Descripción general de las fases productivas de engorde.	19
2.1.4.1. Pre inicio.	19
2.1.4.2. Inicio.	20
2.1.4.3. Desarrollo.	20
2.1.4.4. Engorde o finalizado:	20
2.1.5. Características de la producción de pollo de engorde.	22
2.1.5.1. Intensivo o confinamiento.	22
2.2.1. Granjas convencionales.	22
2.3.1. Calefacción.	23
2.3.2. Ventilación.	23

	6
2.3.3. Bebederos.	24
2.3.4. Alimentación.	24
2.3.4.1. Proteína.	25
2.3.4.2. Energía:	25
2.3.4.3. Macro minerales.	25
2.3.4.4. Alimentación alternativa a base de zanahoria:	26
2.3.4.5. Alimentación alternativa a base de maíz:	26
2.3.5. Densidad.	27
2.3.6. Temperatura.	27
3. Metodología	34
4. Aplicación de fórmulas	46
5. Resultados	49
6. Discusiones	55
7. Conclusiones	60
8. Recomendaciones.	61
Referencias	62

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos nutricionales del pollo de engorde según el NRC (1994).	20
Tabla 2. Densidad de las aves de acuerdo a la edad.	27
Tabla 3. Temperaturas ideales del galpón de acuerdo a la edad de los pollos.	27
Tabla 4. Composición nutricional de la zanahoria (<i>Daucus carota</i>).	30
Tabla 5. Aportes nutricionales de la zanahoria (<i>Daucus carota</i>).	34
Tabla 6. Aportes nutricionales del maíz (<i>Zea mays</i>).	35
Tabla 7. Composición nutricional del concentrado comercial “pollo campesino”	35
Tabla 8. Composición nutricional del concentrado comercial “Súper pollo de engorde”	36
Tabla 9. Porcentaje de formulación en la dieta por cada tratamiento.	39
Tabla 10.	40
Tabla 11. Formulación de la ración de acuerdo a cada uno de los tratamientos y porcentajes de sustitución, expresados en kilogramos/día.	42
Tabla 12. Porcentaje nutricional de las dietas aplicadas.	49
Tabla 13. Efecto de la sustitución parcial entre grupos para determinar la conversión alimenticia en pollo broiler durante el periodo de estudio.	50
Tabla 14. Comparar el nivel de pigmentación de las aves entre los tratamientos con la dieta convencional y dieta con pigmento sintético.	51
Tabla 15. Costo de alimentación por $TTO = \text{Consumo de alimento (kg)} * \text{costo de kg de alimento (\$)}$	52

Tabla 16. Costo de carne de pollo por TTO = Costo de alimentación por TTO (\$) / Peso final TTO (kg) 53

Tabla 17. El Ingreso Neto Parcial pollo beneficiado (TTO) (INPC) 53

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Producción de pollo en canal en las regiones de Colombia desde 2010 al 2020.	17
Figura 2. Factores a tener en cuenta para el buen crecimiento, desarrollo y calidad del pollo.	19
Figura 3. Estructuras del sistema digestivo del ave (pollo de engorde).	29
Figura 4. Parámetros a tener en cuenta en el manejo y monitoreo de las aves.	32
Figura 5. Revisión céfalo cauda del ave contemplada dentro del manejo y monitoreo.	33
Figura 6. Adecuación y recepción de los pollos de dos días de nacidos.	37
Figura 7. Alimentación proporcionada a los todas las aves durante los primeros 17 días.	37
Figura 8. Adecuación del espacio y material para la fase experimental del proyecto.	38
Figura 9. Pesaje de las aves experimentales y división de lotes homogéneos.	39
Figura 10. Selección de las dietas a base de concentrados comerciales, zanahoria y maíz.	41
Figura 11. Distribución de las aves por grupos o tratamientos.	44
Figura 12. Evaluación colorimétrica por la técnica o método del abanico de roche de manera cuantitativa dando un aporte numérico a la tonalidad presentada.	44
Figura 13. Manejo y exploración de las aves periódicamente.	45
Figura 14. Efectos de la dieta sobre el nivel de pigmentación en la carne de pollo.	45

Resumen

El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto en la inclusión de maíz (*Zea mays*) y zanahoria (*Daucus carota*) en la dieta, como sustituto parcial de concentrado comercial en la etapa finalizador en pollo broiler. Dicha investigación se realizó por medio de un análisis experimental cuantitativo y modelo estadístico aleatorio, en el municipio de Cúcuta, Norte de Santander; bajo un confort higrotérmico aceptable y régimen de alimentación. Se evaluaron 4 tratamientos (T1: 100% concentrado comercial (CC) pollo de engorde sin pigmentante (SP) (testigo); T2: 70% CC pollo de engorde SP - 20% maíz - 10% zanahoria; T3: 70% CC pollo de engorde SP - 15% maíz - 15% zanahoria; T4: 100% CC súper pollo engorde línea dorada (con pigmentante sintético)), en la etapa de engorde (día 22 – 42), para evaluar la ganancia de peso (GP), conversión alimenticia (CA), nivel de pigmentación (NP) y eficiencia económica; para ello se dispuso una muestra total de 40 aves homogéneas (edad, sexo y línea genética), separadas en 4 espacios con cantidades iguales. La estadística aplicada fue el análisis de varianza (ANOVA) con prueba de Tukey, donde se evaluó $P \leq 0,05$. En los resultados obtenidos se determinó que para ninguno de los grupos hubo diferencias estadísticamente significativas; para las variables CA, GP y NP quien mejor se comportó fue el T4 seguido del T2 y T3 caso contrario al obtenido en la eficiencia económica donde muestra mayor rentabilidad las dos dietas sustituidas (T2 y T3). El grupo testigo (T1), fue quien presentó los datos inferiores de medida numérica en todas las variables estudiadas, lo que se concluye que las materias primas no convencionales son una sustitución estratégica de fácil acceso, distribuidas en la región y de menor costo en base fresca (granular), siendo de fácil manejo, más económica y viable comparado con el concentrado comercial tradicional.

Palabras clave: sustitución, maíz, zanahoria, Parámetros Productivos, Pollos de Engorde.

Abstract

The objective of the study was to evaluate the effect on the inclusion of corn (*Zea mays*) and carrot (*Daucus carota*) in the diet, as a partial substitute for commercial concentrate in the finisher stage in broiler chicken. Said research was carried out by means of a quantitative experimental analysis and a random statistical model, in the municipality of Cúcuta, Norte de Santander; under an acceptable hygrothermal comfort and diet. 4 treatments were evaluated (T1: 100% commercial concentrate (CC) broiler without pigmentation (SP) (control); T2: 70% CC broiler SP - 20% corn - 10% carrot; T3: 70% CC broiler chicken SP - 15% corn - 15% carrot; T4: 100% CC super broiler chicken golden line (with synthetic pigment)), in the fattening stage (day 22 - 42), to evaluate the weight gain (GP), feed conversion (CA), pigmentation level (NP) and economic efficiency; For this, a total sample of 40 homogeneous birds (age, sex and genetic line) was arranged, separated into 4 spaces with equal amounts. The applied statistics was the analysis of variance (ANOVA) with Tukey's test, where $P \leq 0.05$ was evaluated. In the results obtained, it was determined that for none of the groups there were statistically significant differences; For the CA, GP and NP variables, the one who performed the best was T4 followed by T2 and T3, otherwise the one obtained in economic efficiency where the two substituted diets (T2 and T3) show greater profitability. The test group (T1), was the one who presented the lower data of numerical measurement in all the variables studied, which concludes that unconventional raw materials are an easily accessible strategic substitution, distributed in the region and lower cost in fresh base (granular), being easy to handle, more economical and viable compared to traditional commercial concentrate.

Keywords: substitution, corn, carrot, Productive Parameters, Broilers.

Introducción

La avicultura se posiciona como una de las unidades productivas con más potencia en el mercado mundial y nacional, creciendo e industrializándose en muchas partes del mundo debido al poderoso impulso del crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo y los procesos de urbanización. Según Fenavi (2020), el consumo per cápita promedio mes (de producción nacional) en el 2018 fue de 2.8 kilogramos/mes, mientras que el año pasado fue de 2.9, con un crecimiento de 2.8%. El rango de población con el mayor potencial de consumo está entre los 15 y 39 años, al cual se debería enfocar cualquier estrategia de consumo. Respecto al ciclo de demanda, no debe ser extraño para los productores que los clientes se vuelven cada vez más exigentes con la carne de pollo que consumen pues la pigmentación en la piel de pollo, el tamaño robusto del animal, y la economía a la hora de comprarlo hace que los productores se vuelvan cada día más competitivos en busca de soluciones inmediatas.

Es por ese motivo que la pigmentación en la carne del ave es atractiva para el consumidor porque se asocia con la salud y sabor agradable de la carne, más aún cuando son pigmentos provenientes de fuentes naturales. Además, características productivas como buen tamaño, peso y economía son factores importantes para la venta del pollo de engorde, por lo que la industria avícola hoy en día ofrece un producto con características organolépticas muy similares, pero de bases sintéticas y químicas que en muchas de las ocasiones no satisfacen al consumidor final, mientras que estrategias que solucionen dicha problemática de manera natural son más deseadas. Es por ello que la sustitución de químicos por carotenoides en la dieta del pollo es una práctica importante en la industria de la alimentación. Lo más importante en la producción es lograrlo de manera natural, por lo tanto, en el presente trabajo se creyó necesario adicionar en la dieta de las

aves en la fase de engorde (22 – 42 días) un 20%, 15% y 10% de maíz y zanahoria acompañado del 70% de concentrado comercial de acuerdo al consumo diario con el fin de obtener una carne de buena calidad organoléptica y excelentes rendimientos productivos. (Solórzano, 2018).

1.Problema

1.1 Título

EVALUACIÓN DEL EFECTO EN LA INCLUSIÓN DE MAÍZ (*ZEA MAYS*) Y ZANAHO-
RIA (*DAUCUS CAROTA*) EN LA DIETA, COMO SUSTITUTO PARCIAL DE CONCEN-
TRADO COMERCIAL EN LA ETAPA FINALIZADOR EN POLLO BROILER.

1.2 Planteamiento del Problema

El consumo de alimentos no se restringe solo a la satisfacción de las necesidades fisiológicas, o el análisis cultural, es por eso que en el momento de la selección de la carne por el consumidor éste se fija principalmente en la apariencia, especialmente el tamaño, peso y color que es la característica más importante de los alimentos. Es este caso, para lograr estos lineamientos los productores se han vuelto dependientes de los alimentos balanceados concentrados (ABC), y con ello el aumento de los altos costos de producción y escasos de ABC; para lograr sobre llevar esta situación actual de dependencia se plantean unas alternativas como la sustitución parcial con materias primas de fácil acceso y en manejo, que permitan obtener un producto final relacionando un tamaño aceptable, buen peso, color fresco, natural y agradable con salud. (Zamberlan *et al.*, 2018).

Sin embargo, acceder a un aspecto de piel aceptable y llamativo, los pequeños y medianos productores usualmente adicionan pigmentos de origen químico en la dieta de los pollos e incluso sumergen las canales en anilina o agregan en balanceados sustancias como sudan rojo el

cual se sospecha ser un material altamente tóxico, señalamiento que hace ver este tipo de prácticas como un problema de salud y un fraude (Andrade, 2014). De aquí deriva la motivación de suplementar con maíz (*Zea mays*) y zanahoria (*Daucus carota*) como sustituto parcial de concentrado comercial en la etapa finalizador en pollo broiler.

1.3 Justificación

Las perspectivas de la carne de ave en los próximos 3-5 años parecen positivas por varias razones. El comportamiento de los consumidores sigue siendo favorable a esta carne de ave, lo que conduce a un mayor consumo de ella, tanto en la unión europea (UE) como a nivel mundial, liderado, sobre todo, por una creciente clase media en los países de Asia, Oriente Medio y África. Así lo asegura la asociación de productores europeos de carne de ave, (AVEC, 2020).

Además, la carne de pollo es una fuente de proteína de alto valor biológico, al ser rica en aminoácidos esenciales como lisina, a su vez, es fuente de niacina, hierro, zinc, fósforo y potasio. igualmente, aporta bajos contenidos de ácidos grasos saturados, altos valores de ácidos grasos mono insaturado y una adecuada cantidad de ácidos grasos de las familias omega 6 y omega 3 (Martínez & Mora, 2010).

De igual manera, la utilización de la zanahoria (*Daucus Carota*) y el maíz (*Zea Mays*) en la dieta de sustitución alimentaria de las aves objeto de estudio, busco disminuir la dependencia de ABC, la importación de materias primas, optimizar los rendimientos económicos, productivos y se da un valor agregado que es la pigmentación de la carne; y así llevarla a una tonalidad de mayor valor al compararlo con el abanico colorimétrico de Roche (Paez & Quimbay, 2016).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General.

Evaluar el efecto en la inclusión de maíz (*Zea mays*) y zanahoria (*Daucus carota*) en la dieta, como sustituto parcial de concentrado comercial en la etapa finalizador en pollo broiler.

1.4.2 Objetivos Específicos.

Determinar el desempeño productivo mediante la conversión alimenticia (CA) y ganancia de peso (GP), del pollo broiler en la sustitución parcial comparada con la dieta convencional y dieta con pigmento sintético.

Comparar el nivel de pigmentación de las aves entre los tratamientos con la dieta convencional y dieta con pigmento sintético.

Evaluar la eficiencia económica de las diferentes dietas implementadas.

2. Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), se proyecta a una escala mundial que la producción de aves llegaría a 141 Millones de Toneladas en 2028, esto representaría un incremento de aproximadamente 16% en relación al nivel de producción mundial que en 2018, este se ubicó en 121 millones de toneladas.

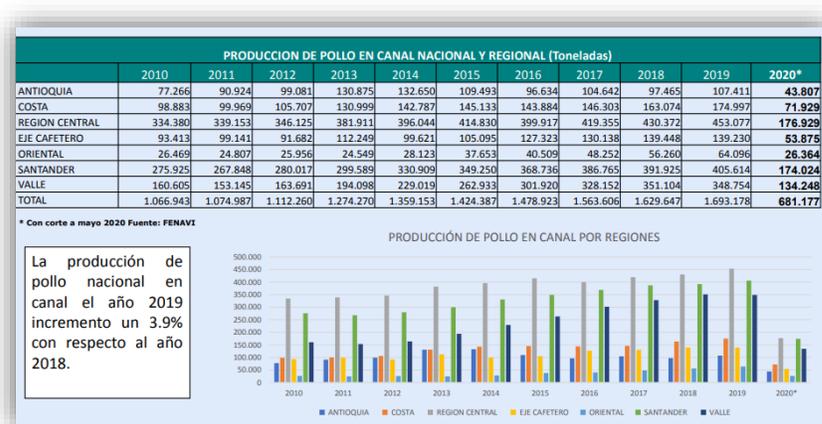
Además, el sector avícola sigue creciendo e industrializándose en muchas partes del mundo debido al poderoso impulso del crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo y los procesos de urbanización. Asimismo, los sistemas avícolas familiares, rurales y en pequeña escala siguen desempeñando una función esencial para la preservación de los medios de vida en los países en desarrollo al suministrar productos avícolas a las zonas rurales y prestar un importante apoyo a las mujeres que se dedican a la agricultura. Por consiguiente, la producción de aves de corral en pequeña escala seguirá brindando oportunidades de generación de ingresos y de nutrición humana de calidad mientras haya pobreza rural (FAO, 2021).

A nivel nacional la avicultura colombiana tiene la inmensa potencialidad de expandirse en la medida en que aumente la demanda de la carne de pollo, adicionalmente, con el debido acompañamiento de las autoridades sanitarias y el esfuerzo de las empresas, la apertura de nuevos mercados en el exterior se puede considerar como un sueño posible dando como resultado una avicultura que ocupa el segundo lugar dentro de las actividades agropecuarias en el país después de la ganadería de carne y de leche, y ubicándose por encima de la caficultura (Bohórquez,

2014). Por otro lado, durante el año 2020 a causa de la pandemia, el sector avícola se vio afectado por los cierres repentinos de los canales tradicionales de comercialización, lo que provocó que los productores se quedaran con altos inventarios de producto (pollo congelado) y que su precio se viera afectado de manera negativa, pero se fue recuperando como lo demuestra la figura 1.

Figura 1

Producción de pollo en canal en las regiones de Colombia desde 2010 al 2020.



Nota. Datos recopilados de la producción de pollo de engorde en canal en algunas regiones de Colombia los últimos 10 años. Tomado de Minagricultura, (2020).

2.1.2. Desempeño productivo de pollo de engorde.

Los rendimientos productivos de los pollos de engorde dependen de las condiciones ambientales y de manejo, así como del suministro de los niveles nutricionales apropiados mediante una adecuada elección de materias primas. Según, Medina *et al.*, (2014), las diferencias en la respuesta productiva animal pueden estar relacionadas con el tipo de alimento que se utilice, como fuente de concentrados comerciales como alimentación estratégica y alternativa que tiene que ver

con productos ecológicos y vegetales.

2.1.3. Especificaciones técnicas.

Es importante saber que las líneas genéticas utilizadas en América Latina son de conformación, obteniendo la mayor acumulación de pechuga después de los 28 días de edad, logrando al final del ciclo productivo pollos con pechugas de pesos equivalentes a más del 30 % del peso corporal de 2.500 gramos en promedio (Andrade *et al.*, 2017).

Dentro de las razas o estirpes mejoradas pueden mencionarse los pollos Ross 308, Cobb 500 y Hurbbard.

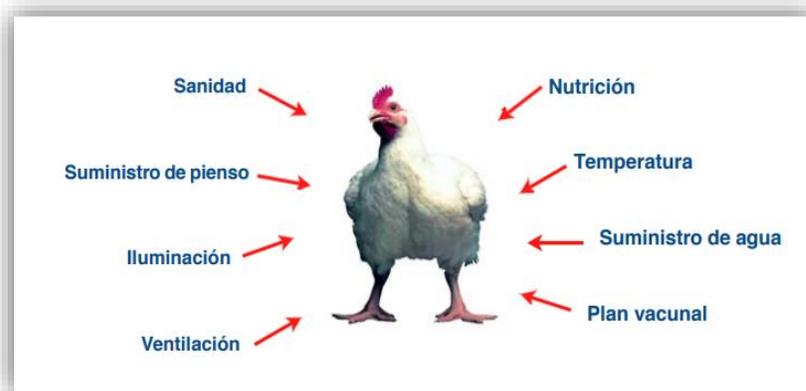
2.1.3.1. Pollo Ross 308: Es una raza con buen desarrollo, buena tasa de crecimiento, robustez, buena conversión alimenticia y rendimiento y versatilidad para satisfacer una amplia gama de requisitos del producto final (Meleán *et al.*, 2008).

2.1.3.2. Pollo Cobb 500: Considerado el pollo de engorde más eficiente, posee la más alta conversión alimenticia, la mejor tasa de crecimiento y viabilidad en una alimentación de baja densidad y menos costo; esto le permite mayor ventaja competitiva por su costo más bajo por kilogramo de peso vivo (Medina *et al.*, 2014).

2.1.3.3. Pollo Hubbard: Raza de pollo indicada preferiblemente para los mercados de piezas de pollo (con hueso) y de pollos enteros. Se caracteriza por su alta eficiencia, rapidez en crecimiento inicial y se destaca especialmente bajo condiciones de manejo limitadas. Además de un rendimiento excepcional en pollo de engorde vivo, el pollo Hubbard también tiene un excelente rendimiento de caparazón (Andrade *et al.*, 2017).

Figura 2.

Factores a tener en cuenta para el buen crecimiento, desarrollo y calidad del pollo.



Nota. Los factores relevantes a la hora de un buen desempeño productivo y de conformación del animal. Tomado del Manual Ross, (2010).

2.1.4. Descripción general de las fases productivas de engorde.

El ciclo productivo del pollo de engorde se puede dividir en cuatro fases productivas, iniciando desde el pre inicio (fase 1) hasta el engorde o finalizado (fase 4). La duración del ciclo productivo varía de acuerdo con la línea genética y las condiciones de cada región productiva del país. Descripción general de las cuatro fases productivas:

2.1.4.1. Pre inicio. Esta fase se caracteriza por el desarrollo del sistema óseo, vascular e inmune del animal; se fomenta el hábito de consumo de alimento y agua. La temperatura se controla con ayuda externa de criadoras principalmente los primeros días, se da una alta exigencia de ventilación y el espacio requerido por los pollitos se va aumentando gradualmente (Meleán *et al.*, 2008).

2.1.4.2. Inicio. En esta fase se prepara al pollo para recibir una alimentación más densa y con diferente textura; ya que se requiere desarrollar el esqueleto y prepararlo para el llenado de musculo (Soler & Fonseca, 2011).

2.1.4.3. Desarrollo. En esta fase se da una transición del alimento de iniciación al de crecimiento, lo que implica un cambio en la textura y en la densidad nutricional; en esta fase las velocidades de crecimiento aumentan rápidamente. Además, se debe promover una buena ingesta de alimento para lograr el desempeño biológico óptimo y es de suma importancia el suministro de una densidad 9 nutricional adecuada, especialmente en termino de energía y aminoácidos (Solla, 2020).

2.1.4.4. Engorde o finalizado: en esta última fase se busca optimizar el rendimiento, realizando una adecuada conversión alimenticia para alcanzar el peso requerido al momento del sacrificio. La alimentación en esta fase constituye la mayor proporción del total del alimento consumido y del costo de alimentación del pollo de engorde (Meleán *et al.*, 2008). Además, las especificaciones nutricionales para pollos de engorde con objetivo peso vivo entre 1.70 – 2.40 kg (3.75 – 5.30 lb) se relaciona en la tabla 1.

Tabla 1.

Requerimientos nutricionales del pollo de engorde según el NRC (1994).

		Iniciador	Crecimiento	Finalizador
Edad alimentada	Días	0 - 10	11 - 20	25 – sacrificio
calorías	Kcal	3000	3100	3200
	MJ	12.55	12.97	13.39

AMINOÁCIDOS		Total	Digerible	Total	Digerible	Total	Digerible
Lisina	%	1.44	1.28	1.29	1.15	1.16	1.03
Metionina + Cistina	%	1.08	0.95	0.99	0.87	0.91	0.80

Metionina	%	0.56	0.51	0.51	0.47	0.47	0.43
Treonina	%	0.97	0.86	0.88	0.77	0.78	0.69
Valina	%	1.10	0.96	1.00	0.87	0.90	0.78
Isoleucina	%	0.97	0.86	0.89	0.78	0.81	0.71
Arginina	%	1.52	1.37	1.37	1.23	1.22	1.10
Triptofano	%	0.23	0.20	0.21	0.18	0.19	0.16
Leucina	%	1.58	1.41	1.42	1.27	1.27	1.13
Proteína Cruda	%	23.0		21.5		19.5	

MINERALES

Calcio	%	0.96		0.87		0.79	
Fosforo Disponible	%	0.480		0.435		0.395	
Magnesio	%	0.05 - 0.50		0.05 - 0.50		0.05 - 0.50	
Sodio	%	0.16 - 0.23		0.16 - 0.23		0.16 - 0.20	
Cloruro	%	0.16 - 0.23		0.16 - 0.23		0.16 - 0.23	
Potasio	%	0.40 - 1.00		0.40 - 0.90		0.40 - 0.90	

MINERALES TRAZA ADICIONALES POR KG

Cobre	mg	16		16		16	
Yodo	mg	1.25		1.25		1.25	
Hierro	mg	20		20		20	
Magnesio	mg	120		120		120	
Selenio	mg	0.30		0.30		0.30	
Zinc	mg	110		110		110	

VITAMINAS ADICIONALES POR KG		Alimento	Alimento	Alimento	Alimento	Alimento	Alimento
		Base Trigo	Base maíz	Base Trigo	Base maíz	Base Trigo	Base maíz
Vitamina A	UI	13.000	12.000	11.000	10.000	10.000	9000
Vitamina D3	UI	5000	5000	4500	4500	4000	4000
Vitamina E	UI	80	80	65	65	55	55
Vitamina K (Mena-diona)	mg	3.2	3.2	3.0	3.0	2.2	2.2
Tiamina (B1)	mg	3.2	3.2	2.5	2.5	2.2	2.2
Riboflavina(2)	mg	8.6	8.6	6.5	6.5	5.4	5.4
Niacina	mg	60	65	55	60	40	45
Ácido Pantotenico	mg	17	20	15	18	13	15
Piridoxina (B6)	mg	5.4	4.3	4.3	3.2	3.2	2.2
Biotina	mg	0.30	0.22	0.25	0.18	0.20	0.15
Ácido Fólico	mg	2.20	2.20	1.90	1.90	1.60	1.60
Vitamina B12	mg	0.017	0.017	0.017	0.017	0.011	0.011

ESPECIFICACION MINIMA

Colina por g	mg	1700		1600		1500	
Ácido Linoleico	%	1.25		1.20		1.00	

Nota. Datos de los requerimientos nutricionales según la etapa de producción de pollos de engorde. Tomado de NRC (1994).

2.1.5. Características de la producción de pollo de engorde.

Debido a la poca extensión de tierra que poseen la mayoría de las fincas, los pollos son criados en corrales con dimensiones reducidas y capacidad para albergar pocas aves; estos corrales están contruidos con materiales reciclables como madera, cartón, plásticos, entre otros, y están cerca de las viviendas humanas o dentro de cuartos que antes eran utilizados para el almacenamiento de productos. Otros implementos utilizados en la cría de pollos de engorde campesino son los comederos y bebederos, contruidos por los miembros de las familias en diferentes materiales dependiendo de los recursos de cada una de las fincas; estos van desde tubos PVC a lo largo del galpón, botellas de gaseosa y cajones en madera, fáciles de retirar, asear y desinfectar (Soler & Fonseca, 2011).

2.1.5.1. Intensivo o confinamiento. 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; asegurando que al mismo tiempo no se comprometan la salud y bienestar de los animales (Medina *et al.*, 2014).

2.2. Sistemas de producción según la tecnología

2.2.1. Granjas convencionales.

Son construcciones sencillas que pueden ser intensivas o semi extensivas, con muros de talla baja y abiertos, provistos de cortinas que maximizan la ventilación natural y se vuelve una práctica manejable a la hora del control térmico. Se pueden utilizar abanicos dentro del galpón para circular y mover el aire interno (Yepes, 2007). Este tipo de instalaciones requieren un manejo continuo las 24 horas del día y un monitoreo constante de las condiciones ambientales e internas del galpón (temperatura, humedad relativa, calidad del aire y confort de las aves). Aún con un manejo constante, resulta difícil lograr el ambiente interno óptimo en los galpones, dando como resultado, una disminución en el rendimiento de las aves comparadas con aquellas desarrolladas bajo ambientes controlados.

2.3. Equipos

2.3.1. Calefacción.

Los sistemas de calefacción por biomasa y su aplicación para galpones de pollos de engorde, las maneras de proporcionar calor suplementario en las naves avícolas varían en el mundo, más que los sistemas de ventilación, dependiendo de una amplia variedad de combustibles y métodos de aporte de calor, incluyendo sistemas radiantes y de aire caliente, combustión directa dentro del edificio, recambio indirecto de calor, etc. El examen de los detalles de cada uno de estos sistemas de calefacción queda fuera del alcance de esta publicación, que se enfoca mayormente a los principios más ampliamente aplicables del manejo del ambiente dentro del galpón. (Aviagen, 2009).

2.3.2. Ventilación.

El sistema de ventilación en un galpón avícola es una herramienta de manejo utilizada para mantener a las aves con el mayor nivel de comodidad posible, independientemente de las condiciones ambientales. Debido a esto, el sistema (galpón, equipamiento y controlador) debe diseñarse de modo tal que sea capaz de lidiar con las condiciones ambientales locales, durante el día y la noche, en cualquier momento del año. Este manual ha sido redactado con lineamientos para un galpón que se enfrente a un clima con las 4 estaciones bien diferenciadas. Como tal, el manual desarrollará los 3 modos de ventilación (mínima, de transición, de túnel). En la mayoría de los países y los climas en el mundo, estos 3 modos de ventilación son necesarios para tener las mejores oportunidades de mantener la comodidad de las aves. (Aviagen, 2020).

2.3.3. Bebederos.

Un bebedero es un recipiente o vaso en que se echa el agua a las aves. Pollos de engorde u otros animales domésticos. Los bebederos de aves se cuelgan en el exterior de la jaula y consisten en recipientes de plástico con una abertura en la base formando un pequeño cuenco para que beban (Rueda, 2020).

2.3.4. Alimentación.

La forma más conveniente de alimentar pollos es con una ración balanceada peletizada, bien sea que las aves están confinadas en el interior o se les permite salir al aire libre. La mayoría de las raciones contienen maíz para brindar energía, harina de soja para proteínas, vitaminas y suplementos minerales. Las raciones comerciales a menudo contienen antibióticos y arsénico para promover la salud y mejorar el crecimiento, coccidiostatos para combatir la coccidiosis y algunas veces contienen inhibidores de moho. Sin embargo, es posible obtener alimentos balanceados sin medicamentos, fíjese en las etiquetas para ver si contienen aditivos (Aviagen, 2013).

La alimentación y nutrición de las aves sobrelleva gran diversidad de nutrientes facultados para realizar un programa alimenticio; los principales ingredientes utilizados en una dieta balanceada se describen a continuación:

2.3.4.1. Proteína. Se puede decir que las proteínas para la alimentación de las aves son de dos clases proteína de origen animal y de origen vegetal la proteína animal ha sido considerada superior a la de origen vegetal principalmente debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales y que algunas proteínas vegetales necesitan procesarse adecuadamente para mejorar su valor nutritivo sin embargo si se suplementan adecuadamente con aminoácidos las proteínas vegetales son similares a las proteínas de origen animal las siguientes son algunas: Harina de pescado, Harina de plumas, Pasta de soya, Harina de hueso, Harina de sangre, Pasta de ajonjolí, Pasta de coco, Pasta de girasol (Gómez *et al.*, 2011).

2.3.4.2. Energía: Las principales fuentes de energía en las dietas para las aves incluyendo el maíz, sorgo y trigo, son cereales mejorados como el caso en el que se puede reemplazar el maíz de una dieta y se agregan fuentes adicionales para pigmentación ya sea para la piel del pollo o para la yema de huevo, lo cual podría funcionar y está siendo objeto de estudio la zanahoria y el maíz como pigmentante naturales que pueden utilizarse eficientemente en las raciones (Salinas *et al.*, 2005).

2.3.4.3. Macro minerales. Los micro minerales son nutrientes que, al igual que sucede con las vitaminas, no aportan energía, pero realizan otras funciones importantes. Tradicionalmente, los minerales fueron considerados como los nutrientes pobres de la nutrición animal, limitándose las prácticas de alimentación animal a entregar el contenido total de estos minerales

en la dieta. En la nutrición mineral, hay 15 elementos considerados esenciales, 7 macro minerales: calcio (Ca), Fósforo (P), Potasio (K), Sodio (Na), Cloro (Cl), Magnesio (Mg) y Azufre (S), y 8 microminerales: Cobalto (Co), Cobre (Cu), Yodo (I), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Selenio (Se) y Zinc (Zn), (AviNews, 2014).

2.3.4.4. Alimentación alternativa a base de zanahoria: Su color anaranjado se debe a los pigmentos presentes de forma natural ya que son una fuente importante de carotenos; principalmente alfa y beta carotenos (con un contenido de β carotenos 6,60 mg/100grs) además posee xantofilas en pequeñas cantidades (Miniguano, 2020).

Los β carotenos se caracterizan por ser:

Ser precursores de vitamina A, es decir que el hígado e intestino delgado los transforma en vitamina A, lo cual influye en el crecimiento, embriogénesis y protección de los epitelios.

Además, tener una acción inmunitaria ya que ejerce una acción antioxidante, protegiendo del envejecimiento y efecto cancerígenos con propiedades antioxidantes.

2.3.4.5. Alimentación alternativa a base de maíz: Los ingredientes más importantes utilizados actualmente en nuestro país como fuentes de energía son los cereales como el sorgo y el maíz, y los alimentos que las aves consumen son principalmente granos complementados con fuentes proteínicas de origen animal, marino y/o vegetal tales como la soya, y el uso de vitaminas, minerales y algunos aditivos. Además, una gran cantidad de variedades de maíz que presentan pigmento se localiza tanto en el pericarpio, como en la capa de aleurona y el contenido de antocianinas en el grano que alcanza valores de hasta 1.5 %, por lo que representan una fuente importante de pigmentos naturales (Salinas *et al.*, 2005).

2.3.5. Densidad.

La cantidad de animales alojados por metro cuadrado de galpón depende del tamaño y peso del pollo, por lo general las densidades se manejan como lo describe a continuación la tabla 2.

Tabla 2.

Densidad de las aves de acuerdo a la edad.

Edad (días)	Densidad (Ave/m ²)
1 a 3 días	50 a 60 pollitos/m ²
4 a 6 días	40 a 50 pollitos/m ²
7 a 9 días	30 a 40 pollitos/m ²
10 a 12 días	20 a 30 pollitos/m ²
13 a 15 días	10 a 20 pollitos/m ²
16 a 19 días	10 pollitos/m ²
21 en adelante	8 pollitos/m ²

Nota. Los datos de la tabla muestran la cantidad de aves por m² de acuerdo a la edad. Tomado de Manual Cobb (2020).

2.3.6. Temperatura.

Las aves desarrollan la capacidad de regular su temperatura corporal interna. Aproximadamente a los 14 días, los calefactores de aire forzado se pueden volver la fuente primaria de calor (Cobb, 2020). La tabla 3 describe la relación entre la edad y la temperatura promedio.

Tabla 3.

Temperaturas ideales del galpón de acuerdo a la edad de los pollos.

Edad (días)	Temperatura bajo la criadera °C	Temperatura ambiente °C
1 a 3	35	29
1 a 7	33	27
8 a 14	30	26

Nota. Los datos muestran las temperaturas ideales para pollos de engorde dentro del galpón de acuerdo a la edad. Tomado de Villa (2009).

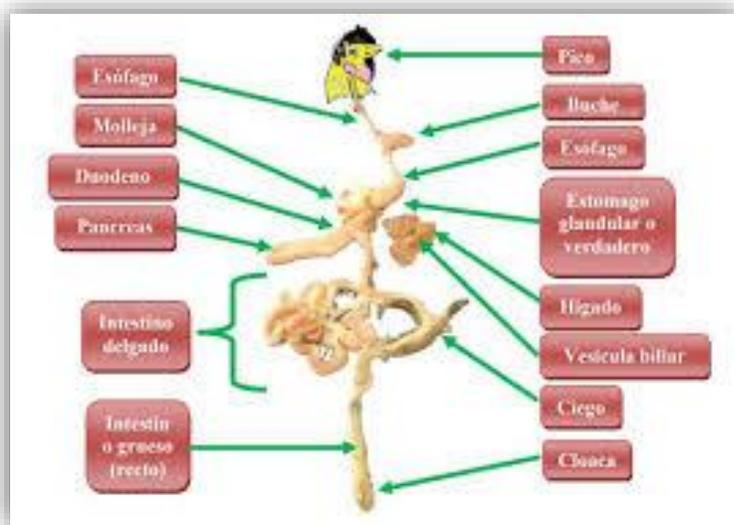
La alimentación de las aves en este país depende de la disponibilidad del concentrado y balanceados, constantes, nutritivas y suficientes para aumentar la productividad de los animales criados bajo este sistema. Se ha notado una elevada dependencia entre la suplementación del alimento y la aparición de procesos patológicos, mayormente respiratorios, parasitarios, eventos de cólera aviar, enterobacteriosis y coccidiosis en los lotes de aves por la pobre nutrición. Además, los resultados que se han obtenido en la región Caribe con estos sistemas avícolas cuando el alimento alternativo reemplaza hasta en un 30% al alimento concentrado comercial, son el mantenimiento prolongado de los porcentajes de producción (en comparación a los sistemas intensivos), es por eso que tiene un peso relevante la sustitución de concentrado comercial por maíz y zanahoria granulada (Soler & Fonseca, 2011).

2.4. Sistema digestivo del ave de engorde

El aparato digestivo es un conducto que conecta el medio ambiente con el mundo metabólico. En este trayecto se presentan reacciones físicas y químicas que permiten que el alimento pueda ser asimilado por el pollo de engorde (Velásquez, 2018). Dicha ruta se evidencia con sus particulares segmentos en la figura 3.

Figura 3.

Estructuras del sistema digestivo del ave (pollo de engorde).



Nota. El sistema digestivo del ave presenta ciertas particularidades en sus estructuras que conviene destacar ya que cumplen funciones específicas dentro del proceso alimenticio. Tomado de Velásquez, (2018).

2.5. Uso del maíz y la zanahoria en la alimentación animal

Los alimentos no convencionales y de origen vegetal con alto contenido de vitamina A, entre los cuales tenemos Zanahoria (*Daucus Carota*), Auyama (*Cucurbita Maxima*) y Maíz (*Zea Mays*), la zanahoria es muy valorada nutricionalmente (ver tabla 4), por su contenido en β -carotenos (precursor de la vitamina A), con un aporte aproximado de 12 mg/g a 20 mg/g. El β -caroteno es conocido por sus propiedades antimutagénicas, fotoprotectoras, inmunológicas, antioxidantes y por los efectos benéficos para la vista y la piel. Es la fuente más importante de provitamina A, aportando 30% del total en la dieta. Además, provee en la alimentación de las aves un

pigmentante natural que da una tonalidad deseada tanto en la producción de huevo como en canal (Gonzales, 2016).

De igual manera, el grano de maíz representa para nuestro país y la mayoría de los países del mundo, el ingrediente más utilizado como suplemento energético en la alimentación del ganado bovino. El grano de sorgo y el de avena ocupan un distante segundo lugar. Por ser su uso tan frecuente y extendido, la ciencia ha generado una importante cantidad de información básica y aplicada en relación al manejo del GM “en distintas situaciones de alimentación”. Por otro lado, no existe ni existirá una receta universal que contemple todas las situaciones que se presentan a diario en las explotaciones agropecuarias, dados las diferentes composiciones de las dietas, tipo de animales y producción a las que son destinadas, efectos buscados con el procesamiento, interacciones entre los distintos componentes (Camps & Gonzales, 2003).

La combinación de maíz con otros alimentos permitió incrementar su valor nutricional y, de esta forma, disponer de alimentos mejor balanceados, donde sugirieron el empleo de 10 % en la alimentación de pollos de engorde. Además, evaluaron la utilización de maíz granulado para pollos de engorde y su empleo como sustituto hasta un límite máximo del 20% de inclusión dentro de los balanceos de raciones para pollos de engorde; nivel que permitió obtener el peso vivo estándar de las aves, la mejor conversión de alimentos tradicionales y reducir en 6 % los costos de alimentación de la tonelada de canal + vísceras comestibles (Hidalgo & Bárbara, 2015).

Tabla 4.

Composición nutricional de la zanahoria (Daucus carota).

Por 100 g de Por- ción comestible	Por ración (80 g)	Recomendacio- nes Día-hombres	Recomendacio- nes Día-mujeres
--------------------------------------	----------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Energía(Kcal)	40	27	3.000	2.300
Proteína (g)	0.9	0.6	54	41
Lípidos totales(g)	0.2	0.1	100-117	77-89
AG saturados (g)	0.037	0.02	23-27	18-20
AG momoinsaturados(g)	0.014	0.01	67	51
AG poliinsaturados(g)	0.117	0.08	17	13
Ω-3 (g) *	--	--	3.3-6.6	2.6-5.1
C18:2 Linoleico (ω-6) (g)	--	--	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal) (g)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	7.3	4.8	375-413	288-316
Fibra (g)	2.9	1.9	>35	>25
Agua (g)	88.7	58.9	2.500	2.000
Calcio (mg)	41	27.2	1000	1.000
Hierro (mg)	0.7	0.05	10	18
Yodo (µg)	9	6.0	140	110
Magnesio (mg)	13	8.6	350	330
Zinc (mg)	0.3	0.2	15	15
Sodio (mg)	77	51.1	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	255	169	3.500	3.500
Fosforo (mg)	37	24.6	700	700
Selenio (µg)	1	0.7	70	55
Tiamina (mg)	0.05	0.03	1.2	0.9
Riboflavina (mg)	0.04	0.03	1.8	1.4
Equivalentes niacina(mg)	0.6	0.4	20	15
Vitamina B₆ (mg)	0.15	0.10	1.8	1.6
Folatos (µg)	10	6.6	400	400
Vitamina B₁₂ (µg)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	6	4.0	60	60
Vitamina A:Eq.Retinol (µg)	1.346	894	1.000	800
Vitamina D (µg)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	0.5	0.3	12	12

Nota. Datos relevantes acorde a la composición nutricional de la zanahoria dentro de la alimentación. Tomado de Moreiras *et al.*, (2013).

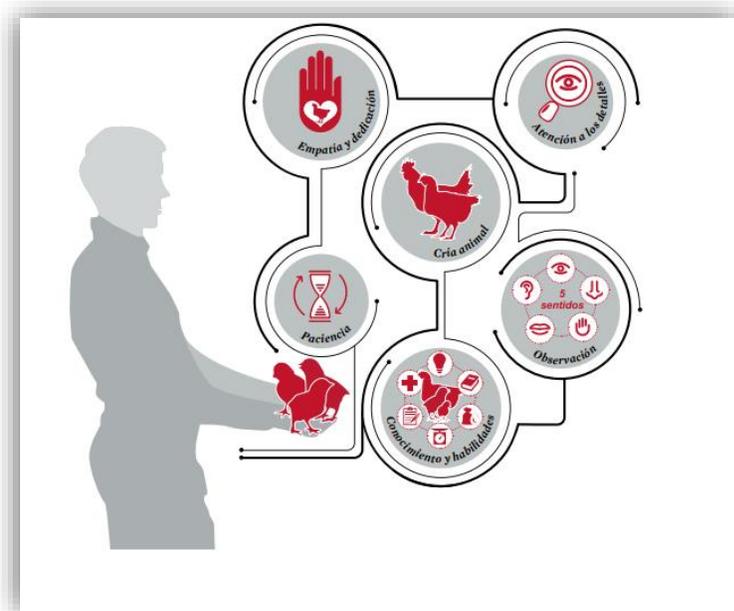
2.6. Monitoreo de los animales

El manejo es el resultado de la interacción positiva del ser humano con el pollo de engorde y su ambiente es tener sentido de cuidado el avicultor debe estar consciente y constantemente sintonizado con las aves y la parvada dentro de su ambiente para lograrlo debe analizar en

detalle las características de comportamiento de las aves y las y las condiciones dentro del galpón este monitoreo suele denominarse sentido del cuidado y consiste en un proceso continuo en el que se aplican todos los sentidos del operario en detalle (Aviagen, 2018). Tal como se ve en la figura 4.

Figura 4.

Parámetros a tener en cuenta en el manejo y monitoreo de las aves.



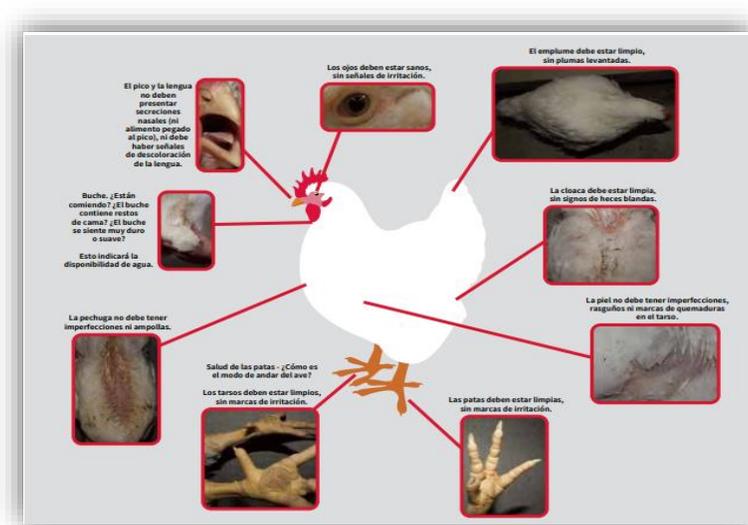
Nota: El manejo de las aves es fundamental, la observación, la paciencia y la atención a cada detalle puede prevenir una problemática general del galpón. Tomado de Aviagen, (2018).

Luego de ingresar al galpón, observar la parvada y el ambiente, hay que recorrerlo todo lentamente evaluando los puntos anteriores, es importante recorrer todo el galpón para asegurarse que las variaciones del ambiente y en el comportamiento de las aves sean mínimas en todas las áreas, cuando se haga el recorrido por el galpón es importante que se maneje una visibilidad al nivel del ave, tomarla de manera correcta y verificar si presenta algún tipo de enfermedad,

afectación o lesión; revisar la cantidad de aves afectadas, evaluar el comportamiento y el movimiento de la parvada frente a la evaluación, ocupación de espacios y figuras dentro del galpón los cual puede indicar algún tipo de alteración (Aviagen, 2018). Además, es importante verificar las características individuales por animal tal como se muestra en la figura 5.

Figura 5.

Revisión céfalo cauda del ave contemplada dentro del manejo y monitoreo.



Nota: valoración minuciosa del ave en busca de patologías subclínicas, lesiones, o alteraciones en su estructura para dar control en el momento adecuado. Tomado de Aviagen, (2018).

3. Metodología

Este proyecto de investigación se realizó en una vivienda familiar dentro del casco urbano de la ciudad de Cúcuta (barrio Bocono), departamento Norte de Santander, con temperatura y altitud promedio de 32°C y 315 M.S.N.M. El presente trabajo fue de tipo experimental cuantitativo con diseño experimental completamente al azar, con la cual se comparó la sustitución parcial de concentrado comercial en la etapa de engorde (día 22 – 42), utilizando alimentos concentrados y alimentos de origen vegetal (Maíz – Zanahoria), evaluando la ganancia de peso, conversión alimenticia, nivel de pigmentación y eficiencia económica; para ello se dispuso una muestra total de 40 aves homogéneas (edad, sexo y línea genética), separadas en 4 espacios con cantidades iguales de la siguiente forma: tratamiento T1, T2, T3, T4.

Además, las materias primas vegetales se suministraron en base fresca (granular) como pigmentante natural, más el concentrado comercial como testigo distribuido por la empresa itacol, el suministro de agua fue a voluntad. Asimismo, la relación en tiempo se dio desde el día 1 al 18 de edad donde todas las aves consumieron el mismo alimento dependiendo de la fase en la que se encontraban, del día 19 al 21, se dio el periodo de acostumbramiento ya que el estudio se realizó en la etapa finalizador contemplando los días productivos del 22 al 42 de edad del animal.

3.1. Análisis nutricional de la zanahoria

La información bromatológica para obtener los aportes nutricionales de la Zanahoria (ver tabla 5), se extrajeron de la investigación realizada por Espinel (2020).

Tabla 5.

Aportes nutricionales de la zanahoria (Daucus carota).

MS %	PB %	EE %	MM %	FB %
11,98	5,96	8,86	8,98	9,20

Nota. MS: Materia Seca; PB: Proteína Bruta; EE: Extracto Etéreo; MM: Cenizas; FB: Fibra Bruta. Tomado de Espinal, (2020).

3.2. Análisis nutricional del maíz

La composición de nutrientes del maíz (ver tabla 6), es sin lugar a dudas una herramienta para tener en cuenta durante la formulación de las dietas por los tratamientos, y se extrae del artículo componentes del maíz para la nutrición humada (Urango, 2018).

Tabla 6.

Aportes nutricionales del maíz (Zea mays).

MS %	PB %	EE %	MM %	FB %
88,07	8,08	3,08	1,03	9,09

Nota. MS: Materia Seca; PB: Proteína Bruta; EE: Extracto Etéreo; MM: Cenizas; FB: Fibra Bruta. Tomado de Urango, (2018).

3.3. Análisis nutricional del concentrado comercial “pollo campesino”

Es un suplemento alimenticio para pollos de engorde que permite combinarse con materias primas locales, con el fin de balancear una dieta completa que responda a los requerimientos nutricionales de cada etapa del animal y su composición se observa en la tabla 7.

Tabla 7.

Composición nutricional del concentrado comercial “pollo campesino”

MS %	PB %	EE %	MM %	FB %
87,00	13,00	2,00	10,00	13,00

Nota. MS: Materia Seca; PB: Proteína Bruta; EE: Extracto Etéreo; MM: Cenizas; FB: Fibra Bruta. REGISTRO ICA: ICA 6144 AL. Tomado de Italcol, (2021).

3.4. Análisis nutricional del concentrado comercial Súper pollo de engorde línea dorada.

Este alimento permite obtener el máximo potencial de crecimiento garantizando la fijación del color objetivo. Debe ser suministrado posterior al consumo de alimento iniciador hasta el sacrificio. Dieta formulada bajo el concepto de proteína ideal (ver tabla 8) y uso de aditivos funcionales.

Tabla 8.

Composición nutricional del concentrado comercial “Súper pollo de engorde”

MS %	PB %	EE %	MM %	FB %
87,00	19,0	2,50	8,00	5,00

Nota. MS: Materia Seca; PB: Proteína Bruta; EE: Extracto Etéreo; MM: Cenizas; FB: Fibra Bruta. Tomado de Italcol, (2021).

3.5. Adecuación del espacio y recepción de los pollos

Se realizó el proceso de limpieza, desinfección y adecuación del espacio (ver figura 6), donde se hizo la recepción de los pollos de 2 días de nacidos, los cuales se les brindará unas condiciones apropiadas y óptimas de temperatura, alimentación, agua, manejo y confort.

Figura 6.

Adecuación y recepción de los pollos de dos días de nacidos.



Los pollos se guardaron en las instalaciones por un periodo de 17 días, todos bajo el mismo confort higrotérmico y condiciones (ver figura 7), Además, bajo el mismo régimen de alimentación (tipo de concentrado Itacol pollo campesino sin pigmentante, iniciador), con seguimiento diario y pesajes semanales para llevar un control de crecimiento.

Figura 7.

Alimentación proporcionada a los todas las aves durante los primeros 17 días.



Al cumplirse los 17 días de edad de las aves en el primer corral de recepción donde se encontraban en conjunto, se trasladaron a un corral más grande con todas las condiciones de asepsia y seguridad, habiendo ya realizado la desinfección fuera del galpón a todos los comederos y bebederos elaborados artesanalmente, lavándolos con jabón, hipoclorito al 2.5%, abundante agua y dejarlos secar a temperatura ambiente. Después se utilizó un desinfectante a base de yodo, hipoclorito de sodio, en las instalaciones tanto internas como externas (paredes, mallas, columnas, piso y techo), dejándolo actuar por un día y lavándolo bien al día siguiente. Seguidamente se flameó con un soplete el piso, paredes y techo, para adaptar la cama y dividir las secciones según los tratamientos como se muestra en la figura 8.

Figura 8.

Adecuación del espacio y material para la fase experimental del proyecto.



Se realizó el pesaje para la división por tratamiento según el planteamiento de los objetivos del proyecto, teniendo en cuenta las tallas homogéneas de los lotes (ver figura 9), para el proceso de acostumbramiento que se realizó desde el día 18 al 21 de edad, donde se inició la distribución de alimento por lotes según la formulación previamente elaborada de cantidades y tipo de concentrándolos, además, los porcentajes de inclusión como alternativo de maíz y zanahoria granulada.

Figura 9.

Pesaje de las aves experimentales y división de lotes homogéneos.

**3.6. Formulación de las dietas y tratamientos.**

Los tratamientos están relacionados de acuerdo al porcentaje de sustitución planteado por el autor del proyecto como se ve en la tabla 9.

Tabla 9.

Porcentaje de formulación en la dieta por cada tratamiento.

Tratamientos	Formulación
T1	100% C. Comercial sin pigmentante
T2	70% C.C + 20% maíz + 10% zanahoria
T3	70% C.C + 15% maíz + 15% zanahoria
T4	100% C. Comercial con pigmentante línea dorada

Nota: los datos anteriores muestran la formulación de cada uno de los 4 tratamientos utilizados en la investigación y expuestos por el autor del proyecto, (2021).

La formulación diaria para dichos tratamientos se relaciona de acuerdo a la tabla consumo del macho extraída del manual práctico para la producción de pollo de engorde de la empresa, con las cantidades de requerimiento diario para la alimentación en pollo de engorde, la cual se plantea para optimizar el alimento, disminuir el % de pérdida y mayor aprovechamiento del mismo como se contempla en la tabla 10.

Tabla 10.

Requerimiento para el consumo diario de alimento por cada pollo de engorde en gramos.

MACHO						
SEMANA	DIA	CON-SUMO DIARIO AVES	CONSUMO ACUMULADO GRAMOS	PESO AVE	CON-VERS.	PLAN DE ALIMENTACION
1	1	12	12			POLLITO REINICIADOR 200 g/AVE QUEBRANTADO
	2	15	27			
	3	19	46			
	4	23	69			
	5	27	96			
	6	32	1238			
	7	36	164	211 g	0.78	
2	8	40	204			SÚPER POLLITO INICIACIÓN/SÚPER POLLITO INICIACIÓN DORADO GRANJA QUEBRANTADO 1000 g/AVE
	9	45	249			
	10	50	299			
	11	55	354			
	12	60	414			
	13	66	480			
	14	71	551	535 g	1.03	
3	15	77	628			SÚPER POLLO ENGORDE GRANJA
	16	83	711			
	17	89	800			
	18	95	895			
	19	101	996			
	20	108	1.104			
	21	114	1.218	1.035 g	1.18	
4	22	121	1.339			
	23	127	1.466	1.681g	1.31	

	24	134	1.600			O SÚPER POLLO ENGORDE GRANJA DORADO Quebrantado o peletizado
	25	140	1.740			
	26	147	1.887			
	27	153	2.040			
	28	159	2.199			
	29	166	2.365			
	30	172	2.537			
	31	178	2.715			
5	32	184	2.899			SÚPER POLLO ENGORDE GRANJA O SÚPER POLLO ENGORDE GRANJA DORADO PELETIZADO Aprox. 2800 g/ave o hasta sacrificio
	33	189	3.088			
	34	195	3.283			
	35	200	3.483	2.421 g	1.44	
	36	206	3.689			
	37	211	3.900			
	38	216	4.116			
6	39	220	4.336			
	40	225	4.561			
	41	229	4.790			
	42	233	5.023	3.100g	1.57	

Nota: Requerimientos diarios para el consumo de alimento en pollo de engorde durante todas las etapas del animal. Tomado de Moreiras *et al.*, (2013).

3.7. Preparación de las dietas a base de concentrado comercial, maíz y zanahoria.

Las dietas son a base de concentrado comercial sin pigmentante artificial para los 3 primeros tratamiento, donde al segundo y tercero se les sustituyo un porcentaje por la inclusión de maíz y zanahoria granulada en fresco como se muestra en la figura 10.

Figura 10.

Selección de las dietas a base de concentrados comerciales, zanahoria y maíz.



La preparación se hizo de la siguiente manera; para el T (tratamiento) 1 y 4 se realizó el pesaje correspondiente al 100% de concentrado comercial (ver tabla 11), para los T 2 y 3 se pesó el porcentaje total de alimento que corresponde al 70% de la dieta fija (concentrado comercial), luego se tomó la zanahoria y se picó en trozos pequeños lo cual se adicione el porcentaje que corresponde, sumado a ello se pesó el porcentaje restante en maíz partido granular para completar el 100% de la dieta, servido en las horas correspondientes de 50% - 50% (7 am como en la tarde 3 pm), la ración diaria se entregó según la siguiente tabla elaborada por el autor del proyecto.

Tabla 11.

Formulación de la ración de acuerdo a cada uno de los tratamientos y porcentajes de sustitución, expresados en kilogramos/día.

	Ración Diaria / TTO							
	T1		T2		T3		T4	
	CC	CC	M	Z	CC	M	Z	CC
DIA	100%/Kg	70%/Kg	20%/Kg	10%/Kg	70%/Kg	15%/Kg	15%/Kg	100%/Kg
22	1,210	0,847	0,242	0,121	0,847	0,182	0,182	1,210
23	1,270	0,889	0,254	0,127	0,889	0,191	0,191	1,270
24	1,340	0,938	0,268	0,134	0,938	0,201	0,201	1,340
25	1,400	0,980	0,280	0,140	0,980	0,210	0,210	1,400
26	1,470	1,029	0,294	0,147	1,029	0,221	0,221	1,470
27	1,530	1,071	0,306	0,153	1,071	0,230	0,230	1,530
28	1,590	1,113	0,318	0,159	1,113	0,239	0,239	1,590
29	1,660	1,162	0,332	0,166	1,162	0,249	0,249	1,660
30	1,720	1,204	0,344	0,172	1,204	0,258	0,258	1,720
31	1,780	1,246	0,356	0,178	1,246	0,267	0,267	1,780
32	1,840	1,288	0,368	0,184	1,288	0,276	0,276	1,840

33	1,890	1,323	0,378	0,189	1,323	0,284	0,284	1,890
34	1,950	1,365	0,390	0,195	1,365	0,293	0,293	1,950
35	2,000	1,400	0,400	0,200	1,400	0,300	0,300	2,000
36	2,060	1,442	0,412	0,206	1,442	0,309	0,309	2,060
37	2,110	1,477	0,422	0,211	1,477	0,317	0,317	2,110
38	2,160	1,512	0,432	0,216	1,512	0,324	0,324	2,160
39	2,200	1,540	0,440	0,220	1,540	0,330	0,330	2,200
40	2,250	1,575	0,450	0,225	1,575	0,338	0,338	2,250
41	2,290	1,603	0,458	0,229	1,603	0,344	0,344	2,290
42	2,330	1,631	0,466	0,233	1,631	0,350	0,350	2,330

Nota. CC: Concentrado Comercial; M: Maíz; Z: Zanahoria; %: Porcentaje de la dieta; Kg: unidad de medida en peso de la dieta al día. Datos concretados producto de la formulación del autor del proyecto y comparados con los requerimientos diarios de alineación para el ave. Tomado del manual práctico para la producción de pollo de engorde de la empresa Itacol.

3.8. Manejo animal

Se utilizaron pollos de la línea genética Broiler, por ser conocido en crecimiento rápido, una excelente transformación del alimento en carne, coloración manejable de acuerdo a la alimentación y el grado de pigmentación y una carne tierna, pobre en grasa y muy digestible. Se compraron en la distribuidora “La granja familiar” ubicada en la ciudad de Cúcuta entre calle 6 y avenida 6, un número de 40 pollos con dos días de nacidos, se trasladaron al lugar de ejecución del proyecto donde se encuentra adecuado el galpón para la recepción donde estuvieron desde el día 2 al 17 de vida, luego fueron trasladados al galpón de distribución de tratamientos por grupos homogéneos desde el día 18 al 21 (fase de acostumbramiento), y del 22 al 42 (fase experimental). Se organizaron los tratamientos por grupos iguales (edad, sexo, línea genética) cada uno con

cantidad de 10 aves, la fase experimental se da con la sustitución parcial del concentrado comercial por alimento de origen vegetal (zanahoria y maíz), en diferentes porcentajes especificados en la tabla 11.

3.9. Recolección de datos

Cada espacio está conformado por 10 aves, que semanalmente se pesan para promediar la ganancia de peso por lote. Además, se realiza pesajes individuales para llevar un registro de seguimiento de la ganancia periódica de peso.

Figura 11.

Distribución de las aves por grupos o tratamientos.

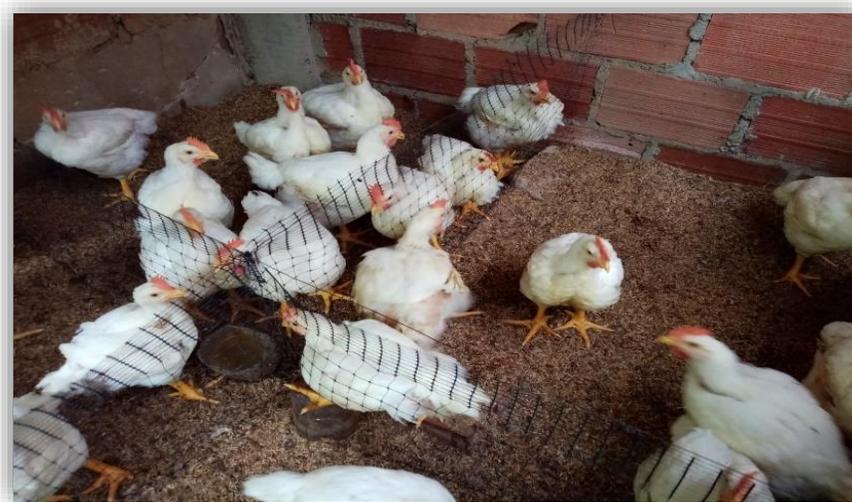


Figura 12.

Evaluación colorimétrica por la técnica o método del abanico de roche de manera cuantitativa dando un aporte numérico a la tonalidad presentada.



Figura 13.

Manejo y exploración de las aves periódicamente.



Figura 14.

Efectos de la dieta sobre el nivel de pigmentación en la carne de pollo.



4. Aplicación de fórmulas

4.1. Ganancia de Peso (GP)

Corresponde al peso adquirido durante el suministro de las dietas, el cual fue calculado semanalmente teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$GP = [PF - PI]$$

Donde $GP = PF (g) - PI (g)$ dónde: GP es la Ganancia de peso (g); PF es el Peso final (g); PI es el Peso inicial (g).

4.2. Consumo de Alimento (Ca):

Corresponde a la cantidad de alimento que realmente consume el animal y se determinara teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$Ca = \text{Alimento suministrado (g)} - \text{alimento no consumido (g)}$$

4.3. Conversión Alimenticia (CA).

Se define como los kilogramos de alimento requeridos para alcanzar un kilogramo de producto y fue calculada por medio de la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{AC}{GP} \text{ dónde:}$$

CA es la Conversión alimenticia; AC es el Alimento consumido (kg; GP es la Ganancia de peso (kg).

4.4. Nivel de Pigmentación

En la actualidad, debido a los avances en nutrición y genética, las aves consumen menos alimento y no tienen acceso a fuentes naturales de pigmentación, sin embargo, debido a la competencia por mercado, los productores de pollo, comenzaron a agregar pigmento en el alimento de las aves, de esta forma, el consumidor final asocia la salud de las aves y la frescura del producto. Estos niveles se miden de acuerdo a una numeración subjetiva a la hora de evaluar con el abanico de roche.

1. Sin pigmentación
2. Baja pigmentación
3. Amarillo bajo
4. Amarillo intermedio
5. Amarillo alto
6. Naranjado bajo
7. Naranjado intermedio
8. Naranjado alto
9. Naranjado intenso

4.5. Análisis económico

El análisis de los efectos económicos en el nivel de inclusión de la dieta sustituida con zanahoria y maíz granulado se realizó a través de técnicas de presupuestos parciales. Se llevó a cabo un análisis económico comparativo entre los tratamientos, basado en los costos e ingresos por tratamiento o grupo experimental. La evaluación de los costos del alimento por pollo y el

costo de producción de kilogramo de carne de pollo por alimento exclusivamente, se realizó empleando las siguientes ecuaciones:

Costo de alimentación por pollo = Consumo de alimento por pollo (kg) * costo de kg de alimento (\$)

Costo de kg de carne de pollo = Costo de alimentación por pollo (\$) / Peso final (kg)

El Ingreso Neto Parcial por pollo en pie (INPC) se calculó de la siguiente forma:

$$\text{INPC} = (\text{Py} \times \text{Yi}) - (\text{Px} \times \text{Xi}) / n,$$

Dónde: Py es el precio de un kg de pollo en pie; Y es la cantidad de pollo (kg) al final del experimento; Px es el precio del kg de alimento, X es la cantidad de alimento consumido durante el experimento; n es el número de pollo al final del experimento / réplica e i es el tratamiento experimental.

4.6 Análisis estadístico

Todos los procedimientos estadísticos son conducidos utilizando el paquete estadístico SPSS V. 20. Los resultados obtenidos fueron sujetos ANOVA, adoptando el peso inicial como covariable. Los efectos lineares, cuadrático y cúbicos de los niveles de sustitución del alimento balanceado comercial por materias primas vegetales como lo fueron el maíz y la zanahoria en fresco (granular) fueron evaluados. La diferencia estadística fue considerada cuando $P \leq 0,05$. Se siguió el siguiente modelo matemático:

Y_{ij} : respuesta productiva del pollo al tratamiento; μ : Media general; τ_i : Efecto del tratamiento (dieta); e $(i)j$ = Error aleatorio.

5. Resultados

La siguiente tabla (ver tabla 12), muestra los aportes nutricionales del objeto de estudio donde se conocen a detalle la comparación entre cada uno de ellos de la siguiente manera; Zanahoria (*Daucus carota*), Maíz (*Zea Mais*), concentrado comercial pollo campesino y súper pollo de engorde línea dorada, este balance de datos se da comparando fundamentos de las casas comerciales de los alimentos trabajados y los bromatológicos de referencia para las materias primas de origen vegetal.

Tabla 12.

Porcentaje nutricional de las dietas aplicadas.

NUTRIENTE	Z1	M1	C1	C2
% MS	11,98	88,07	87,00	87,00
% MM	8,98	1,03	10,00	8,00
% E.E	8,86	3,08	2,00	2,50
% PB	5,96	8,08	13,00	19,0
% FB	9,20	9,09	13,00	5,00

Nota. MS: Materia Seca; PB: Proteína Bruta; EE: Extracto Etéreo; MM: Cenizas; FB: Fibra

Bruta; Z1: Zanahoria, M1: Maíz; C1: concentrado comercial pollo campesino; C2: concentrado comercial súper pollo de engorde línea dorada.

Los valores de calidad bromatológico de las materias primas vegetales y el concentrado comercial son relacionados en la tabla 12, con la finalidad de conocer y comparar sus contenidos nutricionales, permitiendo posteriormente tomar decisiones en el equilibrio del componente nutricional y la formulación de materias primas sustitutas en la producción de pollo de engorde en etapa de finalización.

El efecto de la sustitución parcial entre grupos se manejó de acuerdo a los promedios de las variables a evaluar, para este caso la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV) se tomaron de acuerdo a los promedios obtenidos entre grupos experimentales durante todo el tiempo de investigación, es decir que para la GP-T1 obtuvo un peso promedio durante los 21 días de investigación que se ubicó entre los 365,16 y 1575,7gramos, con una media de 970, 54 gr, ver tabla 13.

Tabla 13.

Efecto de la sustitución parcial entre grupos para determinar la conversión alimenticia en pollo broiler durante el periodo de estudio.

Pollos	Ganancia de peso (g)	Consumo promedio de alimento (g)	Conversión alimenticia (g)
T1	970,54 ± 605,16 C.V 62,35%	1811,90 ± 353,48 C.V 19,51%	2236,92 ± 353,48 C.V 15,80%
T2	1071,05 ± 693,04 C.V 64,68%	1811,90 ± 501,57 C.V 27,68%	1927,56 ± 501,57 C.V 26,02%
T3	1056,56 ± 678,35 C.V 64,20%	1812,43 ± 495,68 C.V 27,35%	1973,09 ± 495,68 C.V 25,12%
T4	1113,92 ± 713,65 C.V 64,07%	1811,90 ± 353,48 C.V 19,51%	1867,94 ± 353,48 C.V 18,92%

Nota. T1: (100% CC. Sin pigmentante testigo); T2: (70% CC. Sin pigmentante 20% maíz 10%zanahoria); T3: (70% CC. sin pigmentante 15% maíz 15%zanahoria); T4: (100% CC. Con pigmentante sintético); ±: Desviación estándar; C.V: Coeficiente de variación; Kg: kilogramo; g: gramos.

Para evaluar la incidencia de la sustitución parcial de zanahoria y maíz en los resultados obtenidos, se presenta la (Tabla 13), donde se determinó que no hay diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) del grupo experimental comparados con el testigo, lo cual refleja que no hubo una relación sustituta de materias primas no convencionales con los estándares proyectados de Ganancia de peso (g), Consumo promedio de alimento (g), Conversión alimenticia (g).

Tabla 14.

Comparar el nivel de pigmentación de las aves entre los tratamientos con la dieta convencional y dieta con pigmento sintético.

	T1 testigo (g)	T2 sin pig (20% maíz 10% zanahoria (g)	T3 sin pig 15% maíz 15% zanahoria (g)	T4 pig sintético (g)
	2	2	2	2
	2	3	3	3
	3	4	5	5
	3	5	6	6
	4	7	7	7
Promedios	2,8	4,2	4,6	4,6

Nota. N: valor numérico

Al comparar los datos obtenidos en la tabla (ver tabla 14), que muestran los promedios del grado de pigmentación en la carne de pollo de engorde producto del estudio, se evidencia de manera visual las diferencias presentadas lo cual, en el primer tratamiento se da un grado de pigmentación inferior a 3 que marca un color amarillo bajo, los tratamientos seguidos están dentro de un rango amarillo intermedio y alto, que se traduce a una pigmentación aceptable y apetecible visualmente, los comportamientos van en el siguiente orden T4, T2, T3, T1. Por otro lado al realizó un análisis de varianza para corroborar si existían diferencias estadísticamente significativas, lo cual al realizarla y verificar los valores críticos o F, nuevamente se acepta H_0 o hipótesis nula, traduciendo la no existencia de diferencias estadísticas para la variable pigmentación de la

carne entre grupos de tratamientos, corroborando por prueba de tukey con una aproximación en la tabla de cuantiles de distribución al $\alpha = 0:05$, marcando la trayectoria de los grados de libertad en la tabla con un 4,05, dando como resultado 3,26, dato que es aproximado pero no superado por los obtenidos para los tratamientos.

Para comparar la eficiencia económica de las diferentes dietas implementadas se tuvo en cuenta las relaciones existentes entre coste de alimento, costo de producción e ingresos de la siguiente manera, ver tabla 15.

Tabla 15.

*Costo de alimentación por TTO = Consumo de alimento (kg) * costo de kg de alimento (\$)*

	T1	T2	T3	T4
Consumo (Kg)	38,05	38,05	38,05	38,05
\$ Alimento	\$ 2.600	\$ 2.350	\$ 2.360	\$ 3.100
CAT	\$ 98.930	\$ 89.418	\$ 89.798	\$ 117.955

Nota. Consumo: cantidad de alimento consumido en cada uno del tratamiento; \$ Alimento: valor de cada kilogramo de alimento en cada tratamiento; CAT: Costo de alimentación por tratamiento.

Al realizar el estudio para la evaluar del CAT, fue importante tener claros los datos de consumo total en kilogramos de alimento por cada uno de los tratamientos, además el precio o valor actual de cada alimento que se les dio a las aves, en este caso el valor del T1 y T4 son valores comerciales de alimentos concentrados pero para el T2 y T3 se realizó la suma que corresponde al 70% del valor del concentrado por kilogramo de del suministrado en el T1 mas el 20% del valor de un Kg de maíz en el mercado y sumado a ello un 10% del valor de un Kg de zanahoria. De igual manera para el T3 donde la suma inicia con el 70% del valor del concentrado por kilogramo de del suministrado en el T1 mas en 15% del valor de un Kg de maíz y zanahoria.

Dando como resultado final unos costos accesibles, pero a nivel económico más racional la formulación del T2 con \$ 89.418, que refleja 9.512 COP menos que el T1 y 28.537 COP menos que el T4.

Tabla 16.

Costo de carne de pollo por TTO = Costo de alimentación por TTO (\$) / Peso final TTO (kg)

	T1	T2	T3	T4
CAT	\$ 98.930	\$ 89.418	\$ 89.798	\$ 117.955
Peso final	19,335	22,089	21,635	22,735
\$ Kg Pollo	5,117	4,048	4,151	5,188

Nota. CAT: Costo de alimentación por tratamiento; Peso final: peso final del grupo aves de cada tratamiento; \$ KG pollo: costo de un kilogramo de pollo por cada uno de los tratamientos.

Al estudiar el costo de un kilogramo de pollo por cada uno de los tratamientos es necesario contar con los datos de CAT y el peso final obtenido por cada uno de los grupos evaluados, esto con el fin de dar un valor monetario a cada kilogramo producido de pollo que para este trabajo en menor precio lo obtuvo en T2 con 4.048 COP/Kg, y el costo más alto por un valor de 1.140 COP más en T4.

Tabla 17.

El Ingreso Neto Parcial pollo beneficiado (TTO) (INPC)

	T1	T2	T3	T4
PY	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000	\$ 9.000
Y (Kg)	19,335	22,089	21,635	22,735
PX	\$ 2.600	\$ 2.350	\$ 2.360	\$ 3.100
X	38,05	38,05	38,05	38,05
INPC	\$ 75.085	\$ 109.384	\$ 104.917	\$ 86.660

Nota. Py: Precio de un kg de pollo en pie; Y: Cantidad de pollo (kg) al final del experimento; Px: Precio del kg de alimento; X: Cantidad de alimento consumido durante el experimento; INPC: Ingreso Neto Parcial.

Cuando se evalúa la ganancia o el Ingreso Neto Parcial muestra efectivamente cual es el capital que queda de utilidad al realizar todo el proceso, donde para ese caso hay datos relevantes que marcan la proyección como se ven en la tabla anterior (ver tabla 17), arrojando unos valioso resultados que numéricamente le dan la razón al T2 ser más efectivo con un INPC de 109.384 COP, valor que esta 34.299 COP por encima del T1, 22.704 COP por encima de T4 y 4.467 COP por encima de T3, dando una clara conclusión que a nivel económico y numérico las diferencias entre tratamientos se ven marcadas dando una mejor rentabilidad el grupo del T2 con INPC por animal de 10.938 COP, contrario al T1 con 7.508 COP difencias numéricas de hasta 3.430 COP entre aves/ tratamientos.

6. Discusiones

6.1. Conversión alimenticia (CA).

En la (Tabla 10) no se mostraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), entre grupos experimentales incluyendo el testigo (T1) con una CA (g) interpretado por la desviación estándar (D.E) de $2236,92 \pm 353,48$ y con un Coeficiente de variación (C.V) del 15,80%; al igual los demás grupos muestran unos resultados aceptables T4 con una D.E $1867,94 \pm 353,48$ y un C.V 18,92% que para el estudio muestra el mejor resultado numérico, seguido del T2 con una D.E $1927,56 \pm 501,57$ y un C.V 26,02% y el T3 con una D.E $1973,09 \pm 495,68$ y un C.V 25,12%, estos datos son reportados por el autor del proyecto con el ánimo de mostrar los beneficios de una sustitución estratégica nutricional de materias primas no convencionales en la producción de pollo de engorde. Para Andrade *et al.*, (2017), afirma que la conversión alimenticia varía según los niveles crecimiento o etapas manifiesta también que estudios realizados desde el día 0 al 49 de edad de las aves se obtuvo una CA (g) de 2280,96, en otro estudio con un tiempo estimado entre el día 16 al 35 se obtuvo una CA de 1645,02; por otro lado Barcia & Mendoza (2021), obtuvo una conversión alimenticia más eficiente, para ello se debe mencionar que dichos resultados fueron basados en una alimentación única de alimento comercial con una CA de 1905,03, aunque sin embargo tuvo tendencia al incrementar el porcentaje de inclusión de otras materias primas. Para Meleán *et al.*, (2008), El proceso de producción es por lotes; en las granjas, entra una cantidad determinada de pollitos para obtener un lote de pollos con un peso en kilogramos aceptado por el mercado consumidor (existen variaciones en cuanto al peso final de mercado, sin embargo es importante resaltar que en este proceso todo está muy calculado y se rige por parámetros establecidos en manuales para la conversión dando un valor indicado que se

encuentra entre 1800.05 y 2005,18. Además, para Soler & Fonseca (2011), En cuanto a la alimentación de las aves, ésta se realiza con materias primas de las propias fincas las cuales aportan hasta el 70% de los costos de producción; debido a que los municipios visitados producen cantidades de hortalizas, forrajes, tubérculos, granos, entre otros, los subproductos de estos cultivos son administrados a las aves de corral, disminuyendo el consumo de alimentos concentrados hasta en un 70%, lo que marca que la dieta de las aves hasta las dos primeras semanas de edad está basada en alimento concentrado, el cual se va disminuyendo y reemplazando por subproductos forrajeros de fácil acceso, suministros de subproductos de cosecha de las granjas como hortalizas, forraje, tubérculos, lombriz californiana, entre otros, inicia desde los 20 días de edad de los pollos hasta que completan un tiempo aproximado del 42 días dependiendo del cuidado del productor con el objetivo de encontrar una CA del 2175.90. Para finalizar, según el autor al aumentar el porcentaje de sustitución la conversión alimenticia aumenta lo que no provee los estándares esperados según el objetivo.

6.2. Ganancia de Peso (GP).

La variable ganancia de peso es el indicador favorable en la producción animal que sobre los resultados en la (Tabla 11) se muestran las ganancias de peso promedio representados entre los grupos durante el tiempo del experimento que comparados con los reportados por Andrade *et al.*, (2017), durante los días 36 a 49 de edad del animal pero acordes o ajustados durante el reporte de los autores para los días 18 a 36 de edad de los pollos con una GP de 1096,49. Yepes, (2007), en su investigación reposta unos cambios variables en la GP según sus tratamientos los cuales constan de T0: Pastoreo + alimento concentrado + Maíz con una GP de $662,5 \pm 29,98$ g; T1: Pastoreo + alimento concentrado con una GP de $1054,25 \pm 29,46$ g; y T2: Pastoreo + ali-

mento cereales (maíz) con una GP de $633 \pm 32,79$, datos inferiores comparados con los obtenidos en el estudio de investigación que se presenta. Por otro lado, Medina *et al.*, (2014), muestra que el efecto de la inclusión de levaduras, alimento concentrado y materias primas vegetales en la dieta sobre la ganancia de peso corporal de pollos de engorde machos durante las seis semanas, de experimentación. Solamente se presentaron diferencias significativas en la ganancia de peso corporal acumulada más alto, fue para el tratamiento cuatro (1241,94 g) lo cual es incluso mayor a los resultados obtenidos en el presente trabajo donde las condiciones, el manejo y la genética influye a la hora de dar estos aportes de valor los demás tratamientos sus datos fueron inferiores en el estudio de medina, pero continúan siendo valores más altos comparados con los del presente estudio, esto muestra que el manejo, la dieta, la genética, las condiciones de confort higrotérmico y la manera de hacer la suplementación juegan un papel importante en la producción y resultados.

6.3. Nivel de pigmentación

Lo más importante de obtener el tono en piel y tarso en el ave es lograrlo de una manera natural, ya sea como única fuente de pigmentación o complementando la dieta que contenga alguna fuente de carotenoides, además consistió en tomar los datos desde el primer día de estudio (22) hasta el día 42, por medio de la utilización del Abanico de Roche, se evaluó el nivel de pigmentación de los pollos de los grupos o tratamientos desde el T1 hasta el T4, donde la mejor pigmentación para este trabajo según el autor y evaluando los promedios obtenidos, fue el T4 y T3 con 4,6, luego el T2 con 4,2 y finaliza el T1 (testigo) con un grado de pigmentación del 2,8, lo cual muestra la efectividad de los tratamientos planteados con sus dietas en comparación al concentrado comercial con pigmentación sintética. Para Andrade, (2014), Dada la importancia

que representa la pigmentación en la producción avícola, es necesario realizar estudios sobre pigmentos naturales, en virtud que los colorantes sintéticos en los alimentos están siendo cuestionados por los consumidores a causa de los efectos perjudiciales para la salud, en dicha investigación se evaluó el grado de pigmentación obtenido de materias primas naturales como lo es la flor de marigold (T1) (*Tagetes erecta*), maíz (T2) (*Zea Mays*) y zanahoria (T3) (*Daucus Carota*), obteniendo los siguientes resultados donde para T1 el autor reporta un 4,93; T2 un 4,73; y T3 un 4,80, datos que están por encima de lo reportados en este presente trabajo de investigación. Según Tapia, (2005), En la provincia de Chimborazo se evaluó 5 niveles de zanahoria Como pigmentante natural a diferentes porcentajes utilizando un total de 280 aves con un peso final de un promedio de 1640, una ganancia de peso de 1104g y una conversión alimenticia de 1.53 además se evaluó el nivel de pigmentación con un promedio de 3.6 para toda la ejecución de la investigación. Al comparar estos resultados con los obtenidos en el trabajo presente nos damos cuenta que las dietas formuladas para esta investigación mostraron un mayor impacto la hora de dar un color más apetecible a la carne de pollo de engorde, así que los beta carotenos suministrados de manera natural en la zanahoria y maíz juegan un papel importante en la tinción de la carne de pollo.

6.4. Análisis económico.

El proyecto investigativo con pollo de engorde se estimó el valor comercial de un kilogramo de T1 (100% concentrado comercial sin pigmentante) en 2.600 COP; T2 (70% de concentrado comercial sin pigmentante + 20% de maíz + 10% de zanahoria) en 2.350 COP; T3 (70% de concentrado comercial sin pigmentante + 15% de maíz + 15% de zanahoria) en 2.360 COP; y T4 (100% concentrado comercial con pigmentante sintético) en 3.100 COP. El alimento estratégico y sustituto es beneficioso y económico (1 kg de maíz precio comercial: 1.800 COP; y zanahoria:

1.770 COP), a la vez siendo una oportunidad en la alimentación animal en adversidades o falencias del concentrado comercial. Según su consumo el grupo experimental se observó gran aceptabilidad promedio del alimento sustituto con el concentrado comercial que a nivel económico marca una diferencia y se observa en CAT donde los T2 (89.418 COP) y T3 (\$ 89.798 COP) presentan una calidad de dieta y a su vez un valor mucho más económico que el T4 (\$ 117.955 COP). Esto afirma que las dietas formuladas bajo sustitución son rentables y fáciles de elaborar. Además, al conocer el precio de un kilo de carne de pollo durante toda la investigación ayuda a marcar que tan eficiente es y nuevamente el T2 (4,048 COP) y T3 (4,151 COP), siguen siendo más económicos comparados con el testigo que no presenta una diferencia marcada en calidad de producto, pero si un costo de producción de 5,117 COP. Siendo más económico y de fácil manejo.

Al momento de verificar la utilidad o el ingreso neto parcial se realizó mediante una comparación de grupos obteniendo resultados económicos viables para los T2 (109.384 COP) y T3 (104.917 COP), caso contrario a los obtenidos por T1 (75.085 COP), valor inferior seguido del T4 (86.660 COP). Donde los grupos que utilizaron materias primas no convencionales obtuvieron una diferencia ahorradora y económica a su favor del valor monetario comparado al uso total de concentrados comerciales por lo tanto si estos insumos estratégicos se compararan a mayor cantidad, el precio de inversión sería menor.

7. Conclusiones

Los resultados obtenidos y analizados en esta investigación, permite concluir que la potencialidad al usar materias primas no convencionales en las explotaciones pecuarias son una alternativa viable y tangible para los pequeños y medianos productores, optimizando de manera balanceada según los requerimientos nutricionales/día/animal y que después de ser estudiada marco un punto de partida hacia esas nuevas tecnologías aplicadas en la alimentación nutrición animal.

El uso del maíz y la zanahoria como materias primas vegetales en la sustitución parcial de concentrado comercial cumple los requerimientos evidenciados estadísticamente y numéricamente en los parámetros zootécnicos manteniendo la ganancia de peso y conversión alimenticia.

La inclusión estratégica del maíz y la zanahoria permitió la sustitución de un 30% parcial de concentrado comercial, logrando mantener en la etapa de finalización en pollo de engorde un nivel de pigmentación aceptable, llamativo y natural, sin la aplicación de ningún producto químico, esto gracias a los carotenos que poseen estas materias primas sin ninguna alteración.

Las materias primas no convencionales son una sustitución estratégica de fácil acceso, distribuidas en la región y de menor costo en base fresca (granular) como fue entregada en este trabajo, siendo de fácil manejo, más económica y viable el T2 (70% CC – 20% maíz – 10% zanahoria), comparado al concentrado comercial tradicional.

8. Recomendaciones.

Fomentar la investigación en el uso de las materias primas no convencionales, como alternativa de sustitución parcial en la dieta de los animales (pollos de engorde), con la finalidad de aprovechar su disponibilidad, acceso y economía en pro del fortalecimiento de la región.

Se recomienda proveer el maíz y la zanahoria independiente de su presentación en la primera ración/día/animal para incrementar su consumo incentivando al animal a ingerir dichas materias primas antes del concentrado, debido a que los animales tienden a consumir el alimento más palatable de primero.

Se recomienda seguir trabajando con estas materias primas y estas especies animales con el ánimo de incentivar la investigación, ampliar la academia y tener más conocimiento y acceso a ellos, donde se logre mayores datos investigativos, productivos, institucionales y regionales.

Se recomienda seguir produciendo pollo de engorde pues el mercado y la demanda sigue en aumento, esto corroborado estadísticamente, ya que su carne es excelente calidad y altos estándares nutricionales en la región, fomentando e influyendo en las unidades productivas y el fortalecimiento comunitario.

Referencias

Andrade, J. (2014). Evaluación de la pigmentación del pollo en pie a partir del empleo de flor de marigold (*tagetes erecta*). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil. Ecuador. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1908/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-31.pdf>

Andrade-Yucailla, V.; Toalombo, P.; Andrade-Yucailla, S.; Lima-Orozco, R. (2017). Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Coob 500 y Ross 308 en la Amazonia de Ecuador REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 18, núm. 2, febrero, 2017, pp. 1-8 Veterinaria Organización Málaga, España. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651262008.pdf>

AVEC, 2020. Annual report. Association of Poultry Processors and Poultry Trade in the EU Countries ASBL. Recuperado de: <https://avec-poultry.eu/wp-content/uploads/2020/09/05691-AVEC-annual-report-2020.pdf>

Aviagen. (2020). Manejo esencial de la ventilación. <https://www.elsitioavicola.com/articulos/2992/manejo-esencial-de-la-ventilacion/>

Aviagen. (2013). Alimentación de pollos para obtener mejor salud y mayor rendimiento. <https://www.elsitioavicola.com/articles/2491/alimentacion-de-pollos-para-obtener-mejor-salud-y-mayor-rendimiento/>

Aviagen. (2009). Manejo del ambiente en el galpón de pollo de engorde. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Aviagen-Manejo-Ambiente-Galpón-Pollo-Engorde-2009.pdf

AviNews. (2014). Los microminerales en la nutrición animal. <https://avicultura.info/los-minerales-traza-en-la-nutricion-animal/>

Barcia-Anchundia, J. X., & Mendoza-Rivadeneira, F. A. (2021). Inclusión de harina integral de zapallo como pigmentante natural en la crianza de pollos (Coob500). *Revista Colombiana De Ciencia Animal - RECIA*, 13(2), e838. <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n2.2021.838>

Bohórquez, V. (2014). PERSPECTIVA DE LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN COLOMBIA. UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/12149>

Camps, D., & González, G. (2003). GRANO DE MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO: ¿ENTERO O PARTIDO? .Área de Nutrición y Alimentación Animal, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/04-grano_maíz.pdf

Cobb. (2019). Guía de manejo de pollo de engorde. https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/ec35b0ab1e/Broiler-Guide-2019-ESP-WEB_2.22.2019.pdf

Espinal, Víctor. (2020). SUPLEMENTACION DE HENO Y ZANAHORIA COMO SUSTITUTO PARCIAL DE CONCENTRADO COMERCIAL EN LA CEBA DE CONEJOS (ORYCTOLAGUS CUNICULUS) EN EL MUNICIPIO DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER. Tesis te grado de Zootecnia. Universidad de Pamplona.

FAO. (2021). Producción avícola. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>

Fenavi. (2021). Consumo per cápita – nacional. <https://fenavi.org/estadisticas/consumo-per-capita-nacional-p/>

Fenavi. (2020). Boletín fenaviquin, programa de estudios económicos, fenavi-fenav. https://fenavi.org/wp-content/uploads/2020/11/Fenaviquin_ed3192020.pdf

Fenavi, 2020. Boletín fenaviQuin. Programa de Estudios Económicos - Fenavi-Fonav, N° 303

Febrero 29 de 2020. Recuperado de: https://fenavi.org/wp-content/uploads/2020/03/Fenaviquin_ed3032020_2.pdf

Gómez, Roberto Santiago, Cortés Cuevas, Arturo, López Coello, Carlos, & Ávila González, Ernesto. (2011). Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína. *Veterinaria México*, 42(4), 299-309. Recuperado en 31 de octubre de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922011000400005&lng=es&tlng=es.

Gonzales, R. (2016). ESTUDIO COMPARATIVO PARA MEJORAR LA PIGMENTACIÓN DE LA YEMA DE HUEVO A BASE DE ZANAHORIA (*Daucus Carota*), AUYAMA (Cucúrbita Maxima) Y MAÍZ (*Zea Mays*) EN AVES DE POSTURA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL GRANJA “EL TÍBAR”. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/308/ESTUDIO%20COMPARATIVO%20C2%B4PARA%20MEJORAR%20LA%20PIGMENTACION%20DE%20LA%20YEMA%20DE%20HUEVO%20A%20BASE%20DE%20ZANAHORIA%20%28DACUS%20CAROTA%29.....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hidalgo, K., Rodríguez, B. (2015). La alimentación de las aves, cincuenta años de investigaciones en el Instituto de Ciencia Animal Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 49, núm. 2, 2015, pp. 197-204 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba. <https://www.re-dalyc.org/pdf/1930/193039698009.pdf>

Martínez & Mora. (2010). Conocimientos y opiniones sobre la carne de pollo de dos comunidades rural urbana de Costa Rica. Rev Costarr Salud Pública 2010; 19: 3-11. Recuperado de: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v19n1/a02v19n1.pdf>

Medina, N., Gonzales, C., Daza, S., Restrepo, O., Barahona, R. (2014). DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE SUPLEMENTADOS CON BIOMASA DE *Saccharomyces cerevisiae* DERIVADA DE LA FERMENTACIÓN DE RESIDUOS DE BANANO. Rev Fac Med Vet Zoot. 61(3), septiembre – diciembre 2014: 270-283. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v61n3/v61n3a06.pdf>

Meleán-Romero, R, Bonomie-Sánchez, M.E, & Rodríguez-Medina, G. (2008). Procesos productivos de la industria avícola zuliana: Fases de alimento, engorde y beneficio. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 25(1), 160-184. Recuperado en 06 de noviembre de 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182008000100009&lng=es&tlng=es.

Mendoza Rivadeneira, F., Barre Zambrano, R., Vargas Zambrano, P., & Zambrano Pinoargote, L. (2019). Harina integral de zapallo (cucúrbita moschata) para alimento alternativo en la producción avícola. CIENCIAMATRIA, 5(9), 668-679. <https://doi.org/10.35381/cm.v5i9.256>

Miniguano, V. (2020). EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE HARINA DE ZANAHORIA (*Daucus carota*) Y ALFARINA (*Medicago sativa*) EN LA PIGMENTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CARNE DE POLLO BROILER. Proyecto de Investigación. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7060/1/PC-000984.pdf>

Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., Cuadrado, C. (2013). Tabla de composición de los alimentos. https://catedraalimentacioninstitucional.files.wordpress.com/2014/09/3-1-tablas_de_composicion_de_alimentos.pdf

Paez & Quimbay. (2016). ESTUDIO COMPARATIVO PARA MEJORAR LA PIGMENTACIÓN DE LA YEMA DE HUEVO A BASE DE ZANAHORIA (*Daucus Carota*), AUYAMA (Cucúrbita Maxima) Y MAÍZ (*Zea Mays*) EN AVES DE POSTURA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL GRANJA “EL TÍBAR”. Tesis de grado. Recuperado de: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/308/ESTUDIO%20COMPARATIVO%20C%20B4PARA%20MEJORAR%20LA%20PIGMENTACION%20DE%20LA%20YEMA%20DE%20HUEVO%20A%20BASE%20DE%20ZANAHORIA%20%28DACUS%20CAROTA%29.....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ross. (2010) manual de manejo para pollo de carne. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf

Rueda, f. (2020). REDISEÑO DE BEBEDERO DE AGUA PARA AVES DE CORRAL CON UN SISTEMA DE FILTRO QUE REDUZCA EL MATERIAL PARTICULADO Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN QUE CONTRAE EL AGUA EN EL AMBIENTE EXTERNO DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE PALERMO – HUILA. https://repositorio.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/20140/1/2020_bebedero_agua_aves.pdf

Salinas Moreno, Yolanda, Rubio Hernández, David, & Díaz Velázquez, Antonio. (2005). Extracción y uso de pigmentos del grano de maíz (*ZEA MAYS* L.) como colorantes en yogur". Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 55(3), 293-298. Recuperado en 06 de noviembre de 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222005000300011&lng=es&tlng=es.

Soler, D & Fonseca, J. (2011). Producción sostenible de pollo de engorde y gallina ponedora campesina: revisión bibliográfica y propuesta de un modelo para pequeños productores. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA) CEAD Tunja, Colombia. RIAA 2 (1) 2011: 29-43. file:///C:/Users/Coordinador%20PMA/Downloads/Dialnet-ProduccionSostenibleDePolloDeEngordeYGallinaPonado-3901984.pdf

Solórzano, (2018). "EFECTO DE LA ZANAHORIA (*Daucus carota*) Y ALFALFA FORRAJERA (*Medicago sativa*) EN LA PIGMENTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA CARNE DE POLLO BROILER, EN LA CIUDAD DE LOJA". Tesis de grado. Recuperado de: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20326/3/JES-SICA%20VALERIA%20SOLORZANO%20CASTILLO-ilovepdf-compressed.pdf>

Tapia, J. (2005). Evaluación de dos tipos de balanceado nitril en cría, y acabado de pollo de engorde en zonas frías. Escuela superior politécnica de Chimborazo Riobamba – Ecuador.

Ubaque, Cristian Camilo, Orozco, Lucy Viviana, Ortiz, Sanín, Piedad Valdés, Magda, & Vallejo, Franco Alirio. (2015). SUSTITUCIÓN DEL MAÍZ POR HARINA INTEGRAL DE ZAPALLO EN LA NUTRICIÓN DE POLLOS DE ENGORDE. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 18(1), 137-146. Retrieved October 30, 2021, from

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262015000100016&lng=en&tlng=es.

Villa, A. (2009). Primera semana de vida del pollo. Jornadas Prof. de Avicultura. Córdoba, 15-19 Jun. 2009. <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2010/3/5186-la-primera-semana-de-vida-del-pollo.pdf>

Yepes Cortes, W. A. (2007). Evaluación del sistema de pastoreo en pollos de engorde y su efecto en parámetros productivos en el municipio de Palmira, Valle del Cauca. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/117>

Zamberlan *et al.*, 2018. EL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR DE CARNE: UN ESTUDIO DE MERCADO ACERCA DE LAS ACTITUDES DE CONSUMO. XIV INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT The integration of productive chain wit an approach to sustainable manufacturing. Rio de Janeiro, Brazil, 13 to 16 October – 2008. Recuperado de: http://www.abe-pro.org.br/biblioteca/enegep2008_ti_st_073_519_11063.pdf