



# UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

**Extensión El Carmen**

## **CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROPECUARIO**

### **SUPLEMENTACIÓN DE HARINA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris* L.) EFECTO EN LA PIGMENTACIÓN Y OTROS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS DE ENGORDE**

**Estudiante:**

TAMAYO MERA ADRIÁN ALEJANDRO

**Tutor:**

ING. JANETH JÁCOME GÓMEZ

El Carmen – Manabí – Ecuador

SEPTIEMBRE , 2022

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	CERTIFICADO DE TUTOR(A).	REVISIÓN: 1
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO.	Página ii de I

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación bajo la autoría del estudiante Tamayo Mera Adrián Alejandro, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2021 - 2022, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la opción de titulación de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es **“SUPLEMENTACIÓN DE HARINA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris* L.) EFECTO EN LA PIGMETACION Y OTROS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS DE ENGORDE ”** La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 06 de AGOSTO del 2022

Lo certifico,

Ing. Janeth Jácome Gómez  
**Docente Tutor**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA.**

Yo, Tamayo Mera Adrián Alejandro con cédula de ciudadanía 1314534551 egresado de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que las opiniones, criterios y resultados encontrados en la aplicación de los diferentes instrumentos de investigación, que están resumidos en las recomendaciones y conclusiones de la presente investigación con el tema: **“SUPLEMENTACIÓN DE HARINA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris* L.) EFECTO EN LA PIGMENTACIÓN Y OTROS PARÁMETROS EN POLLOS DE ENGORDE”**, son información exclusiva de su autor, apoyado por el criterio de profesionales de diferentes índoles, presentados en la bibliografía que fundamenta este trabajo; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen.

Tamayo Mera Adrián Alejandro

**AUTOR**

**APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.  
UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**EXTENSIÓN EN EL CARMEN  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 131 de noviembre de 1985

**TÍTULO**

**“SUPLEMENTACIÓN DE HARINA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris* L.) Y SU EFECTO EN LA PIGMENTACIÓN Y OTROS PARÁMETROS EN POLLOS DE ENGORDE**

**AUTOR:** Tamayo Mera Adrián Alejandro

**TUTOR:** Ing. Janeth Rocío Jácome Gómez, Mg

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

**MIEMBRO:** Ing. Campos Vera Roberto Jacinto, Mg

**MIEMBRO:** Ing. Macay Anchundia Miguel Ángel, Mg

**MIEMBRO:** Mvz. Mejía Chanaluisa Kleber Fernando, Mg

## **DEDICATORIA.**

Esta tesis que es la cumbre del camino emprendido con esfuerzo y dedicación, constituye una ofrenda de gratitud para quienes me animaron a seguir a pesar de las adversidades.

A Pathy, mi madre que ha sido siempre mi guía y una fuente inagotable de apoyo.

A mis padres David y Fernando, dos guerreros que son mi fortaleza y los sólidos pilares que me han servido de soporte durante toda esta travesía llamada vida.

A mi esposa Jessy, por su paciencia y sus palabras de aliento para continuar adelante, cuando parecía que ya no podía más.

A mis hijos Brithany Elizabeth y Travis Alejandro, que con el cascabel de sus risas y la inocencia infinita, hacen que el sol brille y mi mundo resplandezca.

A mis maestros quienes día tras día iban depositando sus conocimientos en mí, para en un mañana hacer eco de sus enseñanzas.

A mis familiares y amigos que con sus consejos y buenos deseos me impulsaron a llegar más lejos.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos esta dedicatoria, pues es a quienes se les debo por su apoyo incondicional, durante todo este proceso de aprendizaje.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar quiero agradecer a mi tutora Ing. Janeth Jácome Gómez, quien con sus conocimientos y enseñanzas me ilustró a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los objetivos planteados.

También quiero agradecer a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. El Carmen por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Por último, quiero agradecer a todos mis compañeros y a mi familia, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero hacer mención de mis padres, y mi pequeño hijo quien con una mirada y abrazo me recarga de energías.

Muchas gracias a todos.

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en los predios de la Quinta Santa Ana, localizada en la comunidad de Cohete, parroquia San Pedro de Suma del Cantón El Carmen, ubicada en el km 6 de la vía a Pedernales con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación de harina de remolacha (*Beta vulgaris*) en la pigmentación en pollos. Para ello se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro observaciones para un total de 16 pollos por tratamiento. Se realizó un análisis de varianza con la prueba de significación de Tukey al 5% con la ayuda del software estadístico INFOSTAT (Versión 2020I). Se evaluaron las variables índice de conversión alimenticia, consumo de alimento, peso corporal, porcentaje de mortalidad, análisis costo beneficio y nivel de pigmentación; este se determinó con la escala Roche York Colour Fan. Para el caso de las variables productivas no existieron diferencias significativas y los mejores resultados en cuanto a ganancia de peso e índice de conversión alimenticia se obtuvieron en los tratamientos con 10 y 15% de suplementación alimenticia. Todos los tratamientos mostraron niveles de coloración superiores al testigo; no obstante, la suplementación del 15% de harina de remolacha logró un incremento superior de la pigmentación con niveles de 8,5. La relación beneficio/costo fue superior a 1 en todos los tratamientos aplicados en esta investigación, lo que indica que en todos los casos se puede generar ganancias para los productores al utilizar esta alternativa alimentaria.

Palabras claves: alimentación, pigmentación, pollos broilers.

## ABSTRACT

This research was carried out at Quinta Santa Ana, located in the community of Cohete, parish of San Pedro de Suma, Canton El Carmen, located at km 6 of the road to Pedernales, with the objective of evaluating the effect of beet meal (*Beta vulgaris*) supplementation on pigmentation in chickens. A Complete Randomized Design (CRD) was used with four treatments and four observations for a total of 16 chickens per treatment. An analysis of variance with Tukey's significance test at 5% was performed with the help of INFOSTAT statistical software (Version 2020I). The variables evaluated were feed conversion rate, feed consumption, body weight, mortality percentage, cost-benefit analysis and pigmentation level, which was determined with the Roche York Colour Fan scale. In the case of the productive variables, there were no significant differences and the best results in terms of weight gain and feed conversion index were obtained in the treatments with 10 and 15% feed supplementation. All treatments showed higher coloration levels than the control; however, the 15% beet meal supplementation achieved a higher increase in pigmentation with levels of 9,5. The benefit/cost ratio was greater than 1 in all the treatments applied in this research, which indicates that in all cases it is possible to generate profits for the producers by using this feed alternative.

Keywords: feeding, pigmentation, broiler chickens.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO DE TUTOR(A).....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
1 CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Producción de pollos.....	5
1.2 Importancia del consumo de carne de pollo.....	5
1.4 Requerimientos nutricionales de pollos de engorde.....	6
1.5 Origen y distribución de la remolacha.....	7
1.6 Importancia del consumo alimenticio de la remolacha.....	8
1.7 Composición nutricional de la harina de la remolacha.....	9
1.8 Usos en la agroindustria.....	9
1.9 Pigmentación en la alimentación en pollos de engorde.....	10
1.10 Factores que afecta la pigmentación en la piel de pollos de engorde.....	10
1.11 Técnicas o metodologías para medir la pigmentación en la piel del pollo.....	11
2 CAPÍTULO II. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	12

3	CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	15
3.1	Localización del Experimento .....	15
3.2	Características Agrometeorológicas .....	15
3.3	Unidad Experimental .....	15
3.4	Tratamientos y diseño experimental .....	15
3.4.1	Tratamientos.....	15
3.4.2	Esquema de la investigación .....	16
3.5	Variables de estudio .....	16
3.5.1	Variables Independientes: .....	16
3.5.2	Variables dependientes:.....	16
3.6	Diseño experimental. ....	16
3.7	Manejo del ensayo .....	17
3.7.1	Parámetros productivos .....	18
3.7.2	Determinar el porcentaje utilizado de harina de remolacha más apropiada para incrementar el grado de pigmentación de los pollos broilers al finalizar las fases de manejo. ....	18
3.7.3	Análisis Costo – Beneficio de cada uno de los tratamientos.....	18
4	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1	Peso corporal.....	20
4.2	Consumo de alimentos. ....	21
4.3	Índice de conversión alimenticia. ....	24
4.4	Mortalidad (%).....	25
4.5	Nivel de pigmentación en hembras y machos.....	25
4.6	Relación Beneficio/costo (B/C) .....	26
5	CONCLUSIONES. ....	28
6	RECOMENDACIONES.....	29
7	BIBLIOGRAFÍA.....	xiii
8	ANEXOS.....	xvii

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ejemplo de valores recomendados para dietas de pollo de engorde. ....	7
Tabla 2 Características climáticas, de la zona El Carmen. ....	15
Tabla 3 Número, codificación y descripción de los tratamientos.....	16
Tabla 4 Análisis de varianza para el diseño de pigmentación en pollos de engorde con harina de remolacha ( <i>B. vulgaris</i> ).....	17
Tabla 5 Ganancia de peso corporal por semana (g).....	20
Tabla 7 Consumo de alimentos por animal en el periodo (g).....	22
Tabla 6 Índice de conversión alimenticia. (g de alimento consumido/peso del pollo) .....	24
Tabla 8 Porcentaje de mortalidad .....	25
Tabla 9. Nivel de pigmentación.....	26
Tabla 10. Relación Beneficio/costo (B/C).....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de los principales compuestos bioactivos presentes en la remolacha.....	8
Figura 2 Relación de la ganancia de peso en gramos inicial y peso en la semana 5 y 6. ....	21
Figura 3 Consumo de alimento suplementado con harina de remolacha en las dos últimas semanas.....	22
Figura 4 Relación consumo de alimentos - ganancia de peso .....	23

## ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. Escala Broiler Colour Fan recomendado por de Broche. .... xvii

Anexo 2. Aves confinadas por tratamientos ..... xviii

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la humanidad el consumo de alimentos de origen animal ha tenido importantes repercusiones nutricionales y culturales, y dentro de este amplio grupo, la carne de pollo y los huevos han jugado un papel primordial. Ambos son ingredientes básicos en la cocina de numerosos países. Son alimentos de alto valor nutritivo, apetecibles, gastronómicamente muy versátiles, fáciles de preparar y también económicos, por tal motivo estos son de gran importancia para la dieta humana. Este alimento se caracteriza por contener una alta densidad de nutrientes y baja densidad energética, por lo que se ha convertido en una dieta de especial relevancia para ancianos, adolescentes y gestantes (Ortiz et al., 2013).

En Ecuador, gracias a estas bondades productivas que representa la crianza de pollos, la industria avícola también ha tenido un gran desarrollo, a pesar de que la alimentación constituye más del 70% de los gastos en la producción, es muy difícil definir un alimento adecuado que proporcione los mejores beneficios para que los rendimientos sean buenos, en correspondencia con el potencial genético de las aves. Para la crianza del pollo de engorde se requiere que los balanceados comerciales les proporcionen todos los nutrientes que estas aves necesitan para su desarrollo, teniendo en cuenta que las industrias productoras de alimentos tienen absoluta libertad para emplear aditivos e ingredientes que cubran los requerimientos de los animales, de acuerdo con cada una de las etapas de su desarrollo fisiológico a la hora de evaluar su eficiencia en los parámetros productivos del ave (Morán, 2021).

El consumo de alimentos constituye un factor determinante en una explotación avícola por sus niveles de consumo y por los altos costos de las materias primas. Por ello es de vital importancia, buscar alternativas que representen una disminución de los costos de producción sin desatender la necesidad de satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales (Casamachin et al., 2007). Por tal motivo muchos investigadores se han dado a la tarea de buscar alternativas para sustituir o disminuir el uso de las materias primas convencionales en busca de abaratar los costos y disminuir el uso de compuestos sintéticos.

En este sentido, Girón et al. (2016) hacen referencia a que el empleo de compuestos sintéticos en el transcurso de los años se ha podido demostrar que estos productos son

perjudiciales para la salud del consumidor. Dado lo anterior, estos autores plantean que existe la tendencia actual de cambiar y/o renovar la composición de estos productos mediante el uso de nuevos métodos y/o alternativas como lo son los pigmentos de origen vegetal, dado que poseen capacidad colorante y/o antioxidante, pero con la gran diferencia que no son dañinos para la salud, destacándose en aplicación de productos cárnicos el licopeno, capsantina, antocianinas, luteína, betalaínas, curcumina, entre otros.

El uso de pigmentos constituye ingredientes fundamentales en la alimentación avícola, ya sea para la producción de huevos o carne. No obstante, el costo de estos productos es elevado y muchas veces compiten con la alimentación humana y de otras especies animales, lo cual determina la necesidad de buscar alternativas para su reemplazo, como es el caso de la inclusión de pigmentantes naturales, como la remolacha (*Beta vulgaris*), moringa (*Moringa oleífera*), pimentón (*Capsicum annuum*) y el achiote (*Bixa Orellana*) entre otros (Meza et al., 2018).

Investigadores como Santos (2018), se han dado a la tarea de buscar alternativas en función de bajar los costos de producción y elevar la calidad del producto final utilizando recursos de la zona como suplemento alimenticio, como es el caso de la harina de remolacha (*B. vulgaris*).

**Problema científico:**

¿Qué efecto causa la suplementación de harina de remolacha (*B vulgaris*) en la pigmentación en pollos de raza broiler?

**Objetivo general:**

Evaluar el efecto de la suplementación de harina de remolacha (*B vulgaris*) en la pigmentación en pollos.

**Objetivos específicos:**

- Calcular el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia de los tratamientos con la suplementación de harina de remolacha (*B.vulgaris*) en pollos broiler.
- Determinar el porcentaje utilizado de harina de remolacha (5, 10, 15%) más apropiado para incrementar el grado de pigmentación de los pollos broiler al

finalizar las fases de manejo.

- Realizar un análisis Costo – Beneficio de cada uno de los tratamientos.

### **Hipótesis:**

H0: La suplementación con harina de remolacha (*B. vulgaris*) en la alimentación de pollos broiler incidirá en la pigmentación de su carne.

Ha: La suplementación con harina de remolacha (*B. vulgaris*) en la alimentación de pollos broiler no incidirá en la pigmentación de su carne.

### **Variables Independientes:**

- Diferentes dosis de suplementación con harina de remolacha.

### **Variables dependientes:**

- Consumo de alimento. (g de alimento/aves/d)
- Peso corporal. (g/aves)
- Índice de conversión alimenticia. (g de alimento consumido/peso del pollo)
- Mortalidad (%)
- Nivel de pigmentación en hembras y machos. Escala de Roche, (Roche York Colour Fan).
- Relación Costo/Beneficio

## **MÉTODOS Y TÉCNICAS.**

### **Métodos Teóricos:**

El histórico-lógico: Permite elaborar una fundamentación teórica sobre el efecto de la suplementación de harina de remolacha (*B. vulgaris*) y su incidencia de la pigmentación de pollos de engorde.

El analítico-sintético: Propicia el análisis de las ideas derivadas de la investigación y de la constatación de la realidad, así como la síntesis de los elementos que resultaron de

relevantes para concretar conclusiones sobre el efecto de la suplementación de harina de remolacha (*B. vulgaris*) y su incidencia de la pigmentación de pollos de engorde.

**Métodos Empíricos:**

**Experimento:** Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA), con 4 tratamientos y 4 observaciones (con 4 pollos por repetición) para un total de 16 pollos por tratamiento.

**Del nivel estadístico-matemático:**

Se realizó un análisis de varianza con la prueba de significación de Tukey al 5% con la ayuda del software estadístico INFOSTAT (Versión 2020I).

# **1 CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.**

## **1.1 Producción de pollos.**

La carne aviar se ha convertido en una opción alimentaria mundialmente atractiva, en función de diferentes factores tales como: valor proteico, calidad de producto, sabor y costo (Ortiz et al., 2013). Este autor hace referencia a los datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), donde muestra que este país lidera la producción mundial, además de ser los mayores consumidores de carne aviar; además plantea que Brasil es reconocido como el mayor exportador de carne aviar en el mundo, este liderazgo fue logrado por la credibilidad alcanzada en los mercados externos. La calidad del producto, el elevado nivel de sanidad y los precios altamente competitivos son factores determinantes para la ubicación de este país en el primer lugar en el ranking mundial

La avicultura en Ecuador es una de las actividades productivas de gran interés por su aporte a la seguridad alimentaria de la nación, según la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador [CONAVE], (2021) el consumo per cápita de pollo al año desde el 2016 hasta el año 2020 ha variado desde 25 hasta 30,62 kg/persona/año en el año 2019. Tal es así que en el año 2020 se produjeron 496 millones de toneladas de carne de pollo.

## **1.2 Importancia del consumo de carne de pollo**

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. Además, aporta bajos contenidos de ácidos grasos saturados, altos valores de ácidos grasos monoinsaturados y una adecuada cantidad de ácidos grasos de las familias omega 6 y omega 3 (Jaikel y Ramírez, 2010).

Tomado en cuenta los elementos nutricionales que aportan para el organismo el consumo de carne de pollo y la cantidad de consumidores que existen a nivel mundial, que cada día son más exigentes en la calidad de los alimentos que consumen, se necesita buscar alternativas que tributen a obtener carnes de mayor calidad.

En este sentido, las industrias alimentarias se han visto sujetas a serios cambios debido a que los consumidores están optando por productos más naturales y en especial sin colorantes sintéticos, a causa de los efectos perjudiciales para la salud humana. Por este

motivo el sector agroindustrial invierte muchos esfuerzos y medios en la búsqueda de nuevas alternativas, manifiesta que el color de los alimentos viene a ser un atributo que tiene mucho peso dentro del juicio del consumidor, puede llegar a ser determinante para que un producto comestible sea aceptado o rechazado (Quisaguano y Anguisaca, 2016).

### **1.3 Líneas de pollo de engorde**

A nivel mundial se reconocen varias líneas genéticas de pollos de engorde de importancia para la comercialización, dentro de ella se encuentran la Cobb, Hubbard, Ross 308, Arbor Acres y Arian. En el país las líneas más utilizadas son Cobb 500, Ross 308 y Hubbard (Ramírez, 2020). Por otra parte, este autor hace referencia a los llamados pollos parrilleros o bien conocidos como Broiler, resultado de una línea genética entre el cruzamiento de razas o estirpes New Hampshire y White Plymouth Rock consideradas como líneas madres que aportan elevadas características reproductivas tales como, buena fertilidad y producción de huevos.

La raza Cornish como línea paterna que contribuyen a mejorar la conformación, dada por su tórax amplio y profundo, provisto de patas separadas y con eficientes rendimientos en canal, además su excelente velocidad de crecimiento, por lo que aducen la definición de broiler como un ave netamente especializada en la producción de carne (Ramírez, 2020).

### **1.4 Requerimientos nutricionales de pollos de engorde**

En Ecuador los avicultores tienen como materia prima principal el maíz y la soya para la alimentación de los pollos de engorde, pero no lo es todo para cumplir con los requerimientos nutricionales de los mismos, por lo que se necesita un alimento balanceado que cubra todos los requerimientos durante su crianza, entre ellos está el agua, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales (Pérez, 2021).

Los ingredientes utilizados para las dietas de pollo de engorde deben ser frescos y de alta calidad, tanto en términos de digestibilidad de nutrientes como en calidad física. Los principales ingredientes incluidos en la dieta del pollo de engorde son: trigo, maíz, soya, harina de girasol, harina de colza, aceites y grasas, sal, fosfatos, caliza, bicarbonato de sodio, vitaminas y minerales y aditivos como enzimas y absorbentes de micotoxinas (Morales, 2021).

**Tabla 1 Ejemplo de valores recomendados para dietas de pollo de engorde.**

	Energía (MJ/kg)*	Proteína bruta (%)	Lisina total (%)	Metionina y Cistina total (%)
Iniciador	12.65	22-25	1.43	1.07
Crecimiento	13.20	21-23	1.24	0.95
Finalizador	13.40	19-23	1.09	0.86

Fuente: (Morales, 2021).

En la actualidad se han venido desarrollando diferentes investigaciones con el fin de sustituir los aditivos sintéticos por otros de origen natural y de producción local, como es el caso del uso de la harina de remolacha.

En los últimos años, este cultivo ha recibido un gran interés, esto se debe a la gran cantidad de compuestos bioactivos que posee, particularmente betalaínas. Este compuesto tiene un gran potencial como ingrediente alimentario funcional, empleado en la industria alimentaria y médica debido a sus diversos efectos en la promoción de la salud. Las betalaínas de la remolacha roja son pigmentos naturales, que incluyen principalmente betaxantinas amarillo-naranja o betacianinas rojo-violeta (Mancha *et al.*, 2019) y (Fu *et al.*, 2020).

### **1.5 Origen y distribución de la remolacha**

*Beta vulgaris* L es una de las plantas más famosas de la familia taxonómica *Chenopodiaceae* y está compuesta por más de unos cien géneros. Es una planta bianual dicotiledónea con raíces tuberosas. Puede ser cultivada como alimento, para la producción de azúcar y bioetanol. La planta puede adaptarse y crecer en suelos con altos niveles de sal y poca agua, también puede sobrevivir en ambientes cálidos o fríos con poca disponibilidad de luz (Iwuozor y Afiomah, 2020).

Esta planta proviene de la especie beta marítima, conocida como acelga marina que se origina en la zona costera del norte de África. En Ecuador ha recibido mucha acogida en

la producción por sus múltiples fuentes vitamínicas. Su cultivo ha ido mejorando a través de los años y actualmente la población se ha convertido en una importante fuente de consumo de esta hortaliza. En el país esta hortaliza se la cultiva en partes de la sierra como por ejemplo Ambato o Tungurahua; es considerada como una planta de raíz carnosa porque la parte comestible se desarrolla bajo el nivel del suelo. Este producto forma parte de la alimentación de la población ecuatoriana en todos los estratos sociales, abarca el 62 % de consumo en los últimos cinco años, por lo que constituye un componente importante de los sistemas agrícolas de pequeños agricultores (Sanunga, 2020).

### 1.6 Importancia del consumo alimenticio de la remolacha

La remolacha (*B. vulgaris*) es una importante materia prima de origen vegetal con efectos positivos comprobados para el ser humano. Esta hortaliza se puede consumir cruda, hervida, al vapor, en jugos, harinas y asadas. La remolacha roja es rica en fuentes de minerales (manganeso, sodio, potasio, magnesio, hierro, cobre), contiene muchos antioxidantes, vitaminas (A, C, B), fibra y tintes naturales, compuestos fenólicos, que tienen propiedades antioxidantes. Se ha demostrado que ayudan a proteger contra enfermedades cardíacas y ciertos cánceres (cáncer de colon). Las remolachas son ricas en otros compuestos valiosos como carotenoides, glicina betaína, saponinas, betacianinas, folatos, betanina, polifenoles y flavonoides. Por lo tanto, la ingestión de remolacha puede considerarse un factor en la prevención del cáncer (Chaudhary & Kumar, 2020).

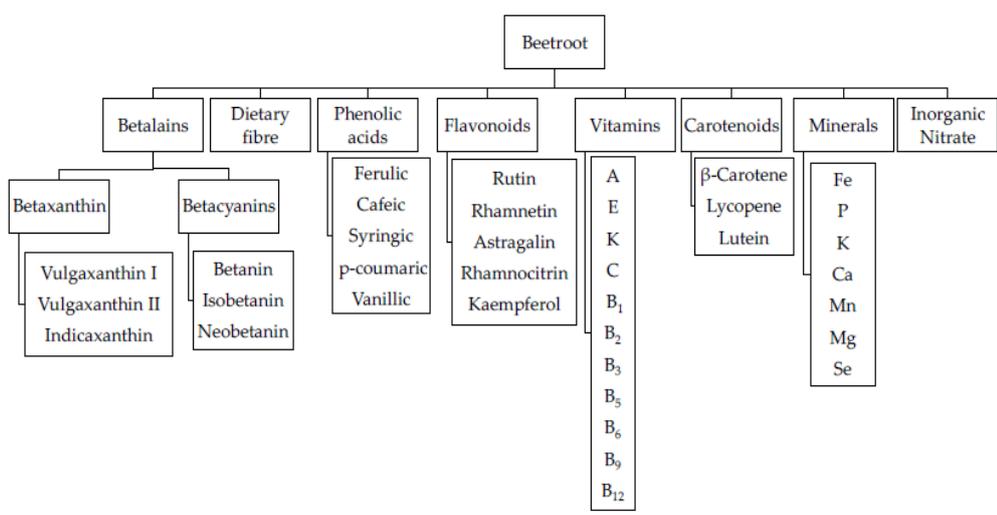


Figura 1 Esquema de los principales compuestos bioactivos presentes en la remolacha.

Fuente: (Domínguez et al., 2020)

## 1.7 Composición nutricional de la harina de la remolacha

Chaudhary y Kumar (2020), reportan que la harina obtenida de la raíz de remolacha tiene propiedades medicinales, particularmente para mejorar la digestión y la calidad de la sangre. Es la fuente de nutrientes más poderosa disponible para la salud humana en general ya que desintoxica el cuerpo más rápido y mejor que casi cualquier otro jugo de vegetales en polvo. El polvo de raíz de remolacha tiene pigmentos betalaína solubles en agua que comprenden principalmente betaninas y betaxantinas. Este producto o los pigmentos extraídos se utilizan industrialmente como colorante (betalaína) y tiene varias aplicaciones en alimentos, como helados, glaseados para pasteles, mezclas, yogur, postres, masticables de frutas, salsas, dulces, mezclas secas y productos lácteos.

La betanina se puede utilizar como un poderoso antioxidante en la industria alimentaria en forma de extracto o polvo, y también se aplica como pigmento natural. Además, la betanina ha atraído la atención por sus propiedades antiinflamatorias y funciones protectoras hepáticas en células humanas y también ha mostrado efectos antiproliferativos en líneas de células tumorales humanas (Silva *et al.*, 2019).

## 1.8 Usos en la agroindustria

Los pigmentos presentes en la remolacha son llamados betalaínas y se dividen en dos grupos: los rojos o betacianinas (en donde figura en mayor proporción el pigmento rojo llamado betanina) y los amarillos o betaxantinas, estos son empleados en la industria agroalimentaria para la obtención del colorante llamado rojo de remolacha, conocido como E-162. El uso de betalaínas fue autorizado por el Codex Alimentarius Commission en año 2004 y es comercializado en EEUU y la UE con el nombre de “rojo remolacha” (Barahona, 2015).

Según este autor, este producto es reconocido como un colorante relativamente potente y permite alcanzar el color deseado con dosis que no exceden los 50 mg/kg calculado como betanina. Este producto se comercializa de dos formas, concentrado al vacío en forma de jugo al 60-65% de sólidos totales o polvos producidos por liofilización o *spray-dry* con un 0.3 a 1% de pigmento.

En este sentido Domínguez et al. (2020) plantean que debido a la especial composición de la remolacha el uso de esta hortaliza permite la extracción de una gran cantidad de

compuestos con especial interés para la industria cárnica. Esto incluye colorantes (betalaínas), antioxidantes (betalaínas y compuestos fenólicos) y conservantes (nitratos), que se pueden aplicar para la reformulación de productos cárnicos, limitando así el número y la cantidad de aditivos sintéticos añadidos a estos alimentos y, al mismo tiempo, aumentar su vida útil.

### **1.9 Pigmentación en la alimentación en pollos de engorde**

Son muchos productos de síntesis orgánicas que pueden ser utilizados como suplementos para la pigmentación de aves de corral. Soto (2014) plantea que, en pollos de engorde jóvenes, el volumen de zeaxantina se encuentra en músculo, piel, plumas, hígado y sangre, mientras que en gallinas ponedoras el 25% de la zeaxantina ingerida es eliminada en la yema de huevo y el 50% se deposita en los ovarios. Asimismo, la coloración brillante roja, anaranjada y amarilla que tienen muchas aves, provienen de pigmentos carotenoides consumidos en sus dietas, y las cuales luego se depositan en plumas, picos y patas.

Por su parte, los compuestos como las oleorresinas presentan en su estructura química, diferentes carotenoides con propiedades pungentes y pigmentantes, siendo los más importantes la capsaicina, dihidrocapsaicina, capsantina y capsorrubina; las dos primeras son responsables del principio térmico o pungencia y las otras dos de la coloración naranja o rojiza de los frutos (Moreno, 2016).

Las betacianinas y betaxanteninas son unos pequeños grupos de pigmentos de color rojo y amarillo respectivamente, que se encuentran en ciertos frutos de cactus y la remolacha, la misma que pueden ser convenientemente subdivididas en dos clases: betacianinas de color rojo y betaxanteninas de coloración amarilla. La betanina es el pigmento rojo mayoritario de las betacianinas, contribuyendo del 75 al 95% de este color (Quisaguano & Anguisaca, 2016).

### **1.10 Factores que afecta la pigmentación en la piel de pollos de engorde**

Según expresan Rubio & López (2010), existen factores que pueden causar la despigmentación en pollos de engorde que no están relacionados con la calidad de pigmento utilizado, estos pueden ser por otros elementos como la raza, sexo, manejo, alimentación y las enfermedades, como se muestra a continuación:

“**RAZA:** las distintas cruza genéticas que se han desarrollado pueden contribuir a que ciertas parvadas no pigmenten al grado deseable.

**SEXO:** las hembras tienen mayor capacidad de pigmentación que los machos, dado que su cantidad de grasa subcutánea es mayor.

**MANEJO:** es un factor importante, la densidad de población correcta debe ser 10 animales por metro cuadrado, y algunos avicultores, ponen poblaciones de hasta 12 y 15 pollos por metro cuadrado, dando esto como consecuencia una mayor concentración de gases amoniacales, lo cual es despigmentante en definitiva. Una adecuada ventilación y temperatura de las naves es deseada; si estas condiciones cambian a temperaturas más altas, los pollos ingerirán mayores cantidades de agua, dando como consecuencia heces más fluidas que, liberen igualmente, cantidades mayores de amoníaco y humedad en las camas del piso donde crecerán con mayor frecuencia algunos hongos y que también pueden ser considerados como factores despigmentantes.

**ALIMENTACIÓN:** una fórmula alimenticia mal homogeneizada, dará como consecuencia una pigmentación poco uniforme en la parvada. Finalmente, una fórmula incorrecta y mal balanceada va a dar como resultado que el pollo no obtenga una conversión y acumulación de grasas correctas y por lo tanto, una pigmentación defectuosa.

**ENFERMEDADES:** enfermedades respiratorias no controladas, coccidiosis subclínica, enteritis, ascitis y en general todas las enfermedades digestivas son factores despigmentantes en los pollos (págs. 26-27)”

### **1.11 Técnicas o metodologías para medir la pigmentación en la piel del pollo**

Dentro de las técnicas desarrolladas para medir el grado de pigmentación en pollos se encuentra el abanico de colores desarrollado por DSM nutritional products, los colores elegidos se han caracterizado mediante valores estándar del sistema colorimétrico de la CIE (1931) por consecuencia proveen una norma objetiva para la evaluación de la piel de pollos (DSM Nutritional Products). Siendo el número 101 un color amarillo claro y el 108 un color anaranjado. Con este abanico se puede comprobar la absorción de los carotenos de la dieta de las aves (Moreno, 2016).

El abanico colorimétrico DSM para broilers que a imitación de lo que se ha estado haciendo durante muchos años para evaluar el grado de pigmentación de la yema de huevo con el clásico Abanico Roche. Ahora DSM, se ha hecho extensivo, aunque con una escala específica de 8 tonos de amarillos más o menos intensos para la piel de los pollos (Rubio & López, 2010).

## **2 CAPÍTULO II. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.**

Desde hace algún tiempo en mercados como China, España, Francia, Italia y México la coloración amarilla o naranja dorado de los pollos se ha vuelto mucho más atractivo a la vista de los consumidores. En estos mercados el color del ave es muy importante ya que es considerado como símbolo de calidad, frescura y valor nutritivo. Por tal motivo existen estudios que han demostrado que para este tipo de aves se pueden usar pigmentos naturales como los carotenoides, estos se depositan principalmente en tarsos, piel y la grasa subcutánea (Santos, 2018).

Este mismo autor hacer referencia al uso de las betalaínas compuesto obtenidas de la remolacha como fuente de pigmentos naturales para alimentos. Estas alternativas surgen debido a que en la actualidad se ha prohibido el uso de colorantes de origen inorgánicos. Por esta razón, ha surgido la necesidad de realizar investigaciones para la búsqueda de alternativas orgánicas que sean mucho más económicas y de producción local.

Quintero et al. (2016) realizaron una investigación titulada: Uso de harina de remolacha *Beta vulgaris* como aditivo en la dieta para la pigmentación de la yema de huevo y evaluación de parámetros productivos. Este estudio se realizó con el fin de evaluar los niveles de pigmentación que puede aportar la remolacha en la yema de huevo. Se utilizaron dos niveles de inclusión en la dieta (1% y 2%) y un testigo buscando una pigmentación de 9 a 10 según la escala de Roche. Para este estudio se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones de seis gallinas cada una, para un total de 18 unidades experimentales por tratamiento y 54 gallinas en total. Durante el tiempo que duró el ensayo, los animales fueron atendidos según los recomendado para esta especie. Se evaluaron variables productivas y de valoraciones de para la pigmentación. Los resultados recopilados indicaron que se obtuvieron rangos de pigmentación muy bajos y

con una regular aceptación de los consumidores. El mejor rendimiento en todos los parámetros evaluados fue el tratamiento 2, con una inclusión del 1% de remolacha.

Un grupo de investigadores liderado por Meza et al., (2018), realizaron un estudio titulado: Uso de pigmentantes naturales para la coloración de la yema de huevo y evaluación de parámetros productivos en aves de postura de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Este estudio se realizó con el propósito de Evaluar la pigmentación de la yema de huevo, utilizando como aditivo a la dieta pigmentantes naturales en la calidad del huevo y parámetros productivos en aves de postura de la línea Babcock Brown. La investigación fue del tipo aplicada, con un método experimental, de tipo cualitativa, con un enfoque cuantitativo y un nivel descriptivo, donde se utilizaron pigmentos de cuatro especies de plantas remolacha, moringa, pimentón y el achiote buscando así una pigmentación de 9 a 10 según la escala de Roche.

Los tratamientos o niveles experimentales fueron de 1% - 2% para la remolacha, 3% - 5% para la moringa, 1% - 3% para el pimentón y 1% - 2% para el achiote, contando con un grupo control o testigo (0%) para cada pigmentante utilizado, contándose con 3 repeticiones de 6 gallinas cada una, para un total de 9 unidades experimentales por tratamiento, para un total de 54 gallinas por pigmentante y 216 gallinas en la investigación. Se utilizó un diseño completamente al azar y un software estadístico (SPSS VERSIÓN 23). Para la remolacha la pigmentación fue muy nula, sin afectar los parámetros productivos y en cuanto a la moringa, aunque se logró pigmentación afectando los parámetros productivos debido al deterioro del consumo en los grupos tratados (Meza et al., 2018).

Otros autores como Pettersson & Razdan (2007) investigaron el efecto del aumento de los niveles de pulpa de remolacha azucarera en las dietas de pollos de engorde sobre la digestión de nutrientes y los lípidos séricos. Donde emplearon dietas basadas en el consumo de maíz e incluían pulpa de remolacha azucarera con dosis de 23, 46 y 92 g/kg suministradas *Ad libitum* excepto la mitad de los pollos alimentados con la dieta de control que se alimentaron dos veces al día a un nivel restringido. No existió diferencias significativas en el tratamiento donde se suministró 23 g/kg, pero se observó mayor consumo de alimentos, aumento del peso corporal y conversión alimenticia a los 14 y 21

días. El resto de los tratamientos empleados mostraron una disminución de las variables digestibilidad ileal de la materia orgánica, grasa y proteína brutas.

El trabajo de investigación titulado “Incorporación de tres niveles de harina de beterraga (*Beta vulgaris*) en la pigmentación y comportamiento productivo de pollos broilers en Aguaytía”, desarrollado por Santos (2018) con el objetivo de evaluar la incorporación de tres niveles de harina de beterraga en la pigmentación y comportamiento productivo de los pollos parrilleros. El experimento tuvo una duración de dos meses y se empleó un análisis de varianza con cuatro tratamientos y tres repeticiones y un diseño completamente al azar. El análisis de los resultados arrojaron que no existió diferencias significativas entre los tratamientos estudiados en las variables color de patas, color de cresta, color de pico y apariencia general, color de grasa, color de carne, porcentaje de carne, tacto de carne y textura de carne.

### **3 CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Localización del Experimento**

La investigación que se presenta se desarrolló en la Quinta Santa Ana, localizada en la comunidad de Cohete, parroquia San Pedro de Suma del Cantón El Carmen, ubicada en el km 6 de la vía a Pedernales, entrando al frente clínica de rehabilitación a 2.2 km margen derecho.

#### **3.2 Características Agrometeorológicas**

**Tabla 2 Características climáticas, de la zona El Carmen.**

Variable	Características
Altitud:	260 msnm
Temperatura:	22,9 °C.
Precipitación:	2622 mm.
Humedad Relativa:	85,0 %.
Heliofanía:	695,2 h/l/a.

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2021)

#### **3.3 Unidad Experimental**

La unidad experimental de este estudio estuvo conformada por 16 aves por tratamiento, cuatro por cada observación, para un total de 64 aves utilizadas en todo el ensayo.

#### **3.4 Tratamientos y diseño experimental**

##### **3.4.1 Tratamientos.**

T1= Harina de remolacha al 5%

T2= Harina de remolacha al 10%

T3 = Harina de remolacha al 15%

T4= Testigo sin suplementación.

### 3.4.2 Esquema de la investigación

**Tabla 3 Número, codificación y descripción de los tratamientos.**

No#	Codificación	#Pollo	Descripción
1	T1	16	Harina de remolacha 5%
2	T2	16	Harina de remolacha 10%
3	T3	16	Harina de remolacha 15%
4	T4	16	Testigo.

Fuente: El Autor.

### 3.5 Variables de estudio

#### 3.5.1 Variables Independientes:

- Diferentes dosis de suplementación con harina de remolacha.

#### 3.5.2 Variables dependientes:

- Consumo de alimento. (g de alimento/ave/d)
- Peso corporal. (g/aves)
- Índice de conversión alimenticia. (g de alimento consumido/peso del pollo)
- Mortalidad (%)
- Nivel de pigmentación en hembras y machos se empleó la escala de Roche, (Roche York Colour Fan).
- Relación Costo/Beneficio

### 3.6 Diseño experimental.

El presente ensayo tuvo una duración de seis semanas, para el cual se seleccionó un testigo, constituido por alimento comercial y los tratamientos con alimento comercial suplementados con 5 %, 10 % y 15 % de harina de remolacha. Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA), con 4 tratamientos y 4 observaciones para un total de 16 pollos

por tratamiento. Se realizó un análisis de varianza con la prueba de significación de Tukey al 5% con la ayuda del software estadístico INFOSTAT.

**Tabla 4 Análisis de varianza para el diseño de pigmentación en pollos de engorde con harina de remolacha (*B. vulgaris*).**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Total	15
Observaciones	3
Error Experimental	12

**Fuente: El Autor.**

### **3.7 Manejo del ensayo**

Se utilizaron aves de la raza cobb 500 con dos días de edad adquiridos en la empresa AGRIPAC y fueron colocados en el galpón según la distribución de los tratamientos y las observaciones establecidas en esta investigación. Con el fin de disminuir el estrés ocasionado por la transportación y el suministro de alimento a disposición, se le aplicó electrólitos al agua para su consumo.

Para la elaboración de la harina de remolacha, primeramente, se procedió a realizar el lavado y limpieza de los tubérculos. Posteriormente estos fueron cortados en rodajas y colocados al sol para su secado. Al terminar el proceso de secado; esto se logra cuando las rodajas alcanzan una consistencia crocante. Para el proceso de molinado se utilizó un molino eléctrico de tipo tradicional y se le realizaron dos moliendas para obtener el tamaño deseado de la harina.

La mezcla de alimento con el suplemento de remolacha fue pesada y almacenada hasta ser suministrada en las dos últimas semanas de tratamiento al 5, 10 y 15%.

El suministro de alimentos se realizó diariamente controlando la cantidad suministrada, el agua se manejó con bebederos tipo niples.

### **3.7.1 Parámetros productivos**

#### **Consumo de alimento e índice de conversión alimenticia**

El índice de conversión alimenticia se calculó en base al consumo de alimento dividido para el peso del pollo y el consumo de alimento se determinó mediante el pesaje de la cantidad de balanceado aplicado diariamente para cada tratamiento objeto de estudio.

#### **Peso corporal**

El peso corporal de los pollos se determinó a partir del primer día de la investigación (peso inicial) y de ahí en adelante se registró durante seis semanas.

#### **% de mortalidad**

Para el cálculo de la variable % de mortalidad se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Mortalidad} = \frac{\text{Número de muertes}}{\text{Número de pollos al inicio de experimento}} \times 100$$

### **3.7.2 Determinar el porcentaje utilizado de harina de remolacha más apropiada para incrementar el grado de pigmentación de los pollos broilers al finalizar las fases de manejo.**

La medición de esta variable, consistió en medir el nivel de pigmentación, se inició a los 28 días y se utilizó la escala de Roche, (Roche York Colour Fan).

### **3.7.3 Análisis Costo – Beneficio de cada uno de los tratamientos.**

La Relación Beneficio/costo (B/C) se calculó de la siguiente manera:

Se halla primero la suma de todos los ingresos y se divide sobre la suma de los costos.

Si  $B/C > 1$ , esto indica que los beneficios son mayores a los costos. En consecuencia, el proyecto debe ser considerado.

$B/C = 1$ , significa que los beneficios igualan a los costos. No hay ganancias. Existen casos de proyectos que tienen este resultado por un tiempo y luego, dependiendo de determinados factores como la reducción de costos, pueden pasar a tener un resultado superior a 1.

$B/C < 1$ , muestra que los costos superan a los beneficios. En consecuencia, el proyecto no debe ser considerado.

## 4 CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 Peso corporal

Al analizar la variable peso corporal entre los tratamientos evaluados se pudo determinar que no se constataron diferencias significativas entre los tratamientos, para un nivel de significación de  $p \leq 0,05$ , excepto en la semana 2 que existió diferencias entre el tratamiento 2 compuesto por harina de remolacha al 10% y el testigo como se muestra en la tabla número 5.

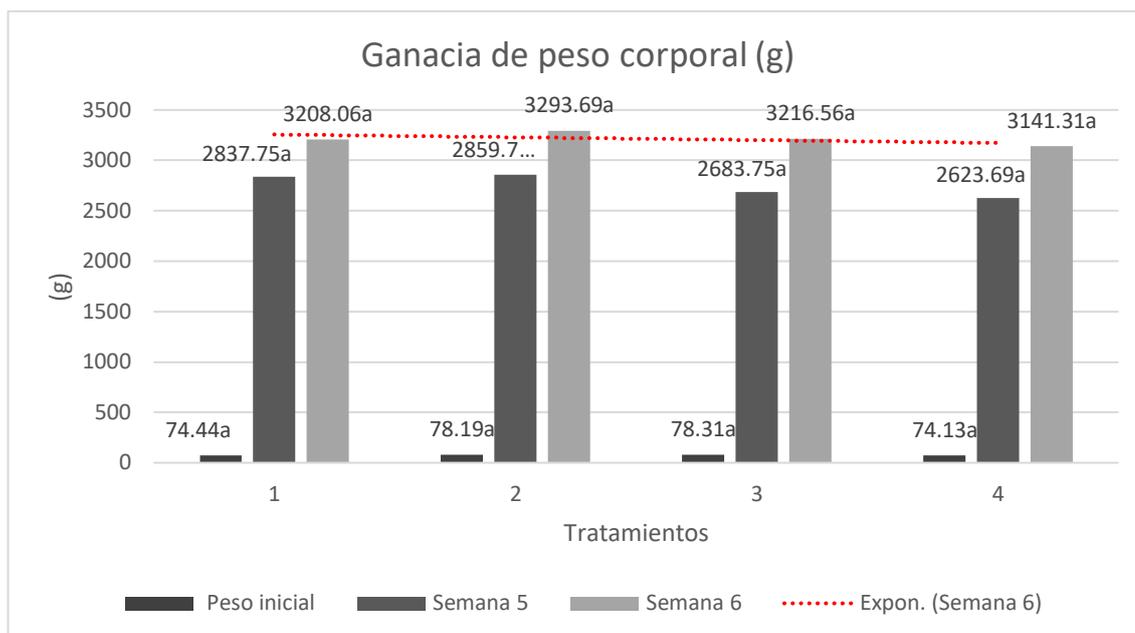
**Tabla 5 Ganancia de peso corporal por semana (g)**

Tratamientos	Peso inicial	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
T1	74.44a	275.00a	734.38ab	1315.13a	2005.19a	2837.75a	3208.06a
T2	78.19a	273.00a	765.50a	1264.06a	2022.50a	2859.75a	3293.69a
T3	78.31a	289.81a	726.00ab	1266.81a	2093.50a	2683.75a	3216.56a
T4	74.13a	269.56a	691.44b	1242.31a	2100.19a	2623.69a	3141.31a
CV	6.67	9.75	8.50	9.73	12.88	11.56	11.19

Nota: T1: Harina de remolacha 5%; T2: Harina de remolacha 10%; T3: Harina de remolacha 15%; T4: Testigo; CV: Coeficiente de variación.

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

Durante el ensayo, se pudo observar que existió una ganancia de peso ascendente desde el inicio hasta las semanas cinco y seis cuando se le suministró la suplementación, llegando a superar los tres mil gramos en la semana 6 en todos los casos, mostrando los mejores valores el T2 compuesto por un 10 % de suplementación en las dos últimas semanas. Aunque de manera general el estudio de esta variable no mostró diferencias estadísticas significativas, se puede observar en el gráfico número 2 que los tratamientos donde se le agregó el suplemento de harina de remolacha mostraron mejor ganancia de peso corporal con relación al testigo alcanzando un peso de 3293,69 gramos en la semana 6.



**Figura 2** Relación de la ganancia de peso en gramos inicial y peso en la semana 5 y 6.

T1: Harina de remolacha 5%; T2: Harina de remolacha 10%; T3: Harina de remolacha 15%; T4: Testigo

Fuente: El autor.

Estos resultados se diferencian de los obtenidos por Santos (2018) en su estudio en el distrito de Aguaytía, Perú, donde el análisis de esta variable les indicó diferencias significativas en esta variable cuando se le aplicó alimentación comercial + 40g de harina de remolacha.

Estudios realizados por Soltan et al. (2021) donde utilizaron pulpa de remolacha azucarera sin o con suplemento enzimático, mostraron diferencias con el estudio que se presenta, ya que estos autores demostraron que al aumentar los niveles de pulpa de remolacha se observó una reducción de su peso corporal y aumento de peso. Otro aspecto para tomar en cuenta es que la inclusión de la pulpa de remolacha presentó efectos desfavorables sobre los parámetros de morfología intestinal en el yeyuno que se alivió con la adición de enzimas a la dieta.

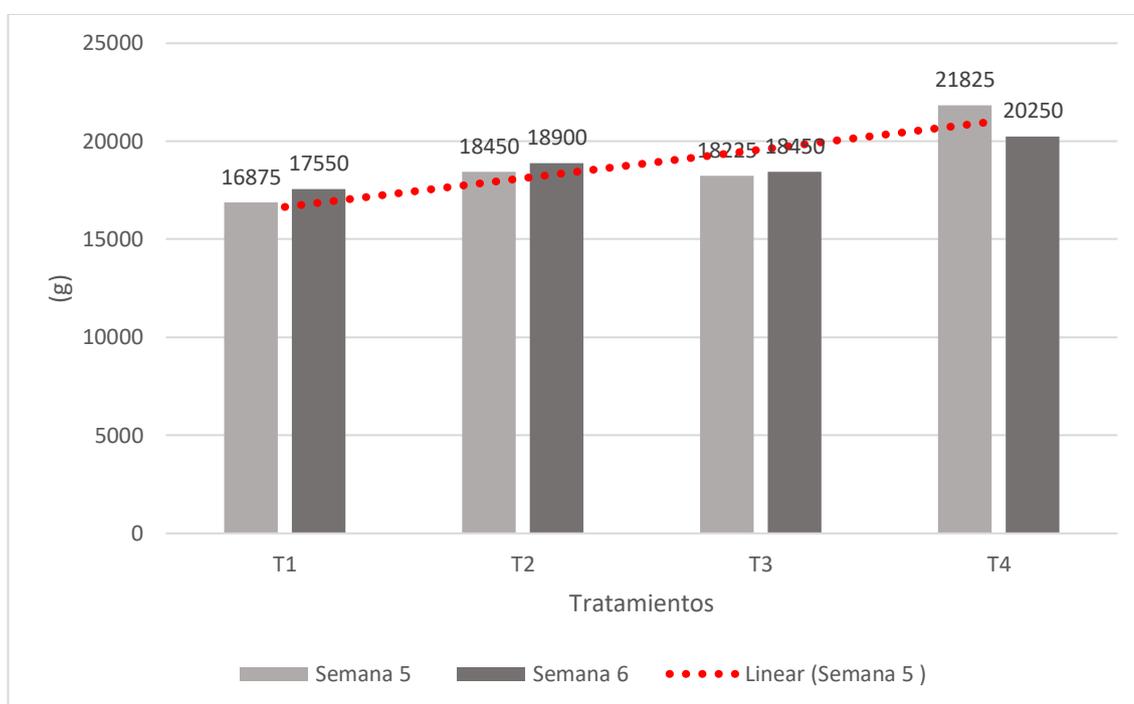
#### 4.2 Consumo de alimentos.

Al realizar el análisis de la variable consumo de alimentos se pudo constatar que existe diferencias significativas entre todos los tratamientos en estudio. El tratamiento más promisorio entre todos fue el que se le suministró el 5% de harina de remolacha en la dieta.

**Tabla 6 Consumo de alimentos por animal en el periodo (g).**

Tratamientos	Descripción	CA
T1	Harina de remolacha 5%	1396,33 a
T2	Harina de remolacha 10%	1324,88 b
T3	Harina de remolacha 15%	1311,34 c
T4	Testigo	1276,18 d
CV:		1.2

Nota: CA: Consumo de alimento  
 Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )  
 Fuente: El autor.



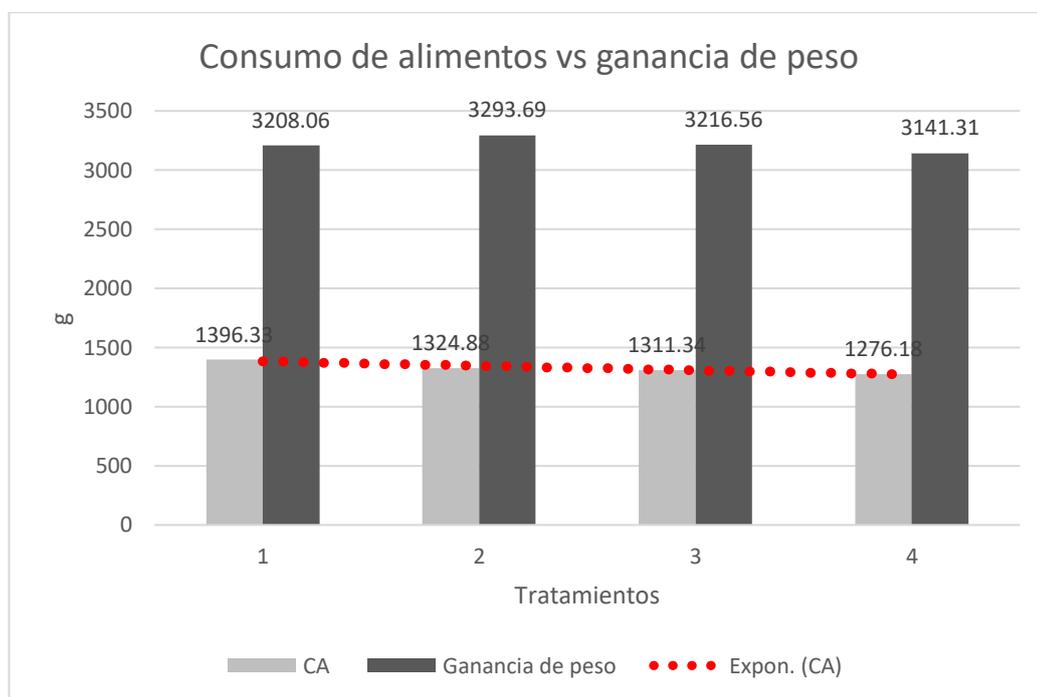
**Figura 3 Consumo de alimento suplementado con harina de remolacha en las dos últimas semanas.**

Fuente: El autor.  
 Nota: T1: Harina de remolacha 5%; T2: Harina de remolacha 10%; T3: Harina de remolacha 15%; T4: Testigo.

Se puede observar en la figura número tres el efecto de la adición de la harina de remolacha como suplemento alimenticio en pollos de engorde. En este caso comparado con el testigo (T1) al adicionar la suplementación se disminuye el consumo de alimentos, lo que constituye un ahorro del mismo ya que esto no incidió sobre las variables ganancia de peso corporal, ni el índice de conversión alimenticia y mortalidad.

Estos resultados se asemejan a los logrados por Soltan et al., (2021); estos autores probaron diferentes dosis (3, 6 y 9 %) de pulpa de remolacha con el fin de sustituir el maíz amarillo con mayores dosis de este alimento alternativo en pollos de engorde durante seis semanas. Los resultados obtenidos en esta investigación arrojaron que el mejor tratamiento fue el que se le adicionó el 3% de pulpa de remolacha combinado con suplementos enzimáticos, sin efectos negativos para esta variable en comparación con las aves alimentadas con una dieta libre de este producto.

Los resultados obtenidos en esta variable tienen relación con los alcanzados por Hafeez, et al. (2018) estos autores probaron la adición de cáscara de papa, pulpa de remolacha y enzimas a la dieta de pollos broilers. Esta dieta para el caso de la pulpa de remolacha a una dosis de 7.5% disminuyó el consumo de alimentos, pero la adición de enzima mejoró enormemente los valores de esta variable y la conversión alimenticia, por lo que se recomienda utilizar este producto en las dietas de iniciación y crecimiento, pero con la adición de enzimas.



**Figura 4 Relación consumo de alimentos - ganancia de peso**

Nota: CA: Consumo de alimentos; T1: Harina de remolacha 5%; T2: Harina de remolacha 10%; T3: Harina de remolacha 15%; T4: Testigo.

Fuente: El autor

La figura número 4 muestra la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso para cada tratamiento; la línea de tendencia para el consumo de alimentos refleja que existe un aumento exponencial del consumo de alimento con relación a la ganancia de peso en relación con el testigo.

Estos resultados tienen relación con los planteados por Sinova et al. (2013) donde utilizaron una suplementación alimenticia compuesta por cáscaras de avena y pulpa de remolacha azucarera, no afectando el consumo de alimento, ni la ganancia de peso.

### 4.3 Índice de conversión alimenticia.

Los resultados reflejados en la tabla 5 muestran que no existen diferencias significativas en la variable índice de conversión alimenticia para una probabilidad del 5%, logrando mejores resultados en el tratamiento donde se suplementó un 15 % de harina de remolacha, lo que refleja que para ganar un kilogramo de peso se necesita consumir 1.55 kg de alimento.

**Tabla 7 Índice de conversión alimenticia. (g de alimento consumido/peso del pollo)**

Tratamientos	Descripción	ICA
T1	Harina de remolacha 5%	1,75 a
T2	Harina de remolacha 10%	1,56 a
T3	Harina de remolacha 15%	1,55 a
T4	Testigo	1,77 a
CV:		10.94

Nota: ICA: Índice de conversión alimenticia.

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Fuente: El autor.

Los resultados que se exponen son similares a los logrados por Mohamed (2018) con un 15% de adición de pulpa de remolacha a las dietas de pollitos de la raza Gimmizah con mejores valores de conversión alimenticia (1.459) frente a los tratamientos con dosis de 0%, 10 y 15% durante un periodo de 3 a 8 semanas.

En cambio, resultados expuestos por Boazar et al., (2021) difieren de los resultados alcanzados en esta investigación, ya que su estudio refleja que la pulpa de remolacha fue menos beneficiosa para el índice de conversión alimenticia con valores de 1.88 logrados

en seis semanas de vida, frente a la adición de dietas basadas en salvado de trigo, cáscara de girasol y celulosa en pollos de engorde en su fase inicial.

#### **4.4 Mortalidad (%)**

En la tabla número 7 se puede observar que el tratamiento donde se suplementó con el 10 % de harina de remolacha fue el de mayor porcentaje de mortalidad con un 13.3 %, seguido del tratamiento número 1 con 6.7%, el resto de los tratamientos no presentaron muertes en todo el periodo de estudio. Se debe hacer referencia que las muertes no están asociadas a la alimentación ya que ocurrieron dentro de la semana 3 y 4, la causa principal de estas fue el mal manejo de las temperaturas en el galpón.

**Tabla 8 Porcentaje de mortalidad**

Tratamientos	Descripción	Mortalidad (%)
T1	Harina de remolacha 5%	6.7
T2	Harina de remolacha 10%	13.3
T3	Harina de remolacha 15%	0
T4	Testigo	0

Fuente: El autor.

Tomando en cuenta que la causa de muerte de estas aves fue por golpe de calor, estos resultados se corresponden con los alcanzados por Abdelgader et al. (2019) donde estudiaron el efecto de la adición de diferentes niveles de melaza de remolacha azucarera en el rendimiento de los pollos de engorde y lograron mantener el porcentaje de mortalidad en cero para todos los tratamientos.

#### **4.5 Nivel de pigmentación en hembras y machos.**

La tabla número nueve hace referencia al nivel de pigmentación lograda por sexo y el total de los pollos evaluados según la escala de Roche, (Roche York Colour Fan) (Anexo 1). Con el análisis de los resultados de la aplicación de esta escala, se pudo observar que el tratamiento 3, para ambos sexos y para todos los pollos evaluados en total mostraron los niveles de coloración más elevados entre todos los tratamientos del estudio, con valores de 9.5 lo que permitió alcanzar una coloración amarilla intensa.

**Tabla 9. Nivel de pigmentación**

Tratamientos	Descripción			
		Hembras	Machos	Total
T1	Harina de remolacha 5%	3	4	3.5
T2	Harina de remolacha 10%	7	8	7.5
T3	Harina de remolacha 15%	8	9	8.5
T4	Testigo	1	1	1

Nota: El nivel de pigmentación se obtuvo por la escala Roche York Colour Fan. Anexo 1.  
Fuente: El autor.

Estos resultados superan los obtenidos por Santos (2018) en esta variable, logrando niveles de pigmentación de 4.6 cuando se aplican dosis de 10 y 15 % de harina de remolacha.

#### 4.6 Relación Beneficio/costo (B/C)

La tabla número 10 muestra la relación beneficio costo alcanzados por cada tratamiento, en la misma se observa que todos los tratamientos lograron una relación B/C superior a 1, lo que indica que en todos los casos se obtuvo ganancias ya que en todos los casos los beneficios son mayores a los costos de producción y en consecuencia, el proyecto debe ser considerado para su aplicación y puede ser socializado como una alternativa para los productores.

**Tabla 10. Relación Beneficio/costo (B/C)**

Detalle	T1	T2	T3	T4
Rendimiento(libras)	102	114	111	107
Precio de lb (\$)	0.90	0.90	0.90	0.90
<b>Beneficio (\$)</b>	<b>91.08</b>	<b>102.60</b>	<b>99.90</b>	<b>96.30</b>
<b>Costos (\$)</b>				
Pollitos	12.32	12.32	12.32	12.32
Balanceados	57,8	57.15	55.54	61
Tamo de arroz	1.75	1.75	1.75	1.75
Remolacha saco	5	10	15	0

Electrolitos	0.25	0.25	0.25	0.25
Tilosina	1.38	1.38	1.38	1.38
Oxitetraciclina	0.63	0.63	0.63	0.63
Servicios básicos (energía eléctrica)	\$0,78	\$0,78	\$0,78	\$0,78
<b>Total costos</b>	<b>79.91</b>	<b>84.26</b>	<b>87.65</b>	<b>78.11</b>
<b>Relación Beneficio &amp; Costo</b>	<b>1.14</b>	<b>1.21</b>	<b>1.13</b>	<b>1.23</b>

Nota: CA T1: Harina de remolacha 5%; T2: Harina de remolacha 10%; T3: Harina de remolacha 15%; T4: Testigo.

Fuente: El autor

Para realizar este análisis se tomaron en cuenta los datos de la ganancia de peso corporal en la semana seis (Tabla 5) y se multiplicó por el costo de la libra de pollo en ese momento (0.90 la lb), que permitió obtener el resultado del beneficio. Para el caso de los tratamientos 1 y 2 se debe tomar en cuenta que estos tuvieron muertes de sus aves, por ese motivo se afectó el beneficio. Estos valores muestran además que el testigo presenta la mejor relación costo beneficio, esto se debe principalmente a que en este caso no se invirtió en la harina de remolacha.

## 5 CONCLUSIONES.

- Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos que fueron suplementados con el 10 y 15 % de harina de remolacha (*B.vulgaris*) en las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. Estas variables no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados.
- Se pudo determinar que el porcentaje de harina de remolacha más promisorio para incrementar el grado de pigmentación en pollos broilers, es el suministrado en el tratamiento número tres con 15% de harina de remolacha, logrando un nivel de pigmentación de 8.5 según la escala Roche York Colour Fan.
- La mejor relación beneficio/costo fue la del testigo con 1.23; esto estuvo influenciado a que no se invirtió en la harina de remolacha y por ende bajaron los costos; no obstante, en el resto de los tratamientos esta relación fue superior a uno, lo que indica que todos los tratamientos que se presentan generan ganancias para los productores al utilizar esta alternativa alimentaria.

## **6 RECOMENDACIONES.**

- Fomentar y extender este tipo de investigación, con un mayor número de aves y aplicar dosis entre 10%, 15% según este estudio, con el objetivo de introducir la suplementación de remolacha como alternativa productiva para disminuir el uso de balanceados y lograr una mejor presencia de la carne en el mercado.
- Probar momento de aplicación a edad más temprana y dosis superiores a las este estudio para determinar si existe un mejor efecto en la coloración y contribuir al ahorro de alimentos.
- Probar la suplementación alimentaria con otras especies de plantas de la región que produzcan pigmentos, como alternativa de producción local.
- Utilizar materiales de construcción propios de la zona, de preferencia recursos renovables, para cubiertas utilizar cade o toquilla.

## 7 BIBLIOGRAFÍA.

- Abdelgader, M., Haren, H., Ismoyowati, y Iriyanti, N. (2019). Effect of Beet Molasses as A Source of Energy on Performance of Broiler Chickens. *Serie de conferencias IOP: Ciencias ambientales y de la tierra*, 372, págs. 1-6. doi:doi:10.1088/1755-1315/372/1/012041
- Barahona, L. M. (2015). *EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PIGMENTOS NATURALES PRESENTES EN BETA VULGARIS (REMOLACHA) PARA LA PROPUESTA DE UNA FORMULACIÓN COSMÉTICA Y EVALUACIÓN DE SU ESTABILIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA.
- Boazar, E., Salari, S., Erfanimajd, N., y Fajr, K. M. (2021). Effect of mash and pellet diets containing different sources of fiber on the growth performance and cecal microbial population of broiler chickens. *Journal of livestock Science and Technologies*, 9(1), 9-22. doi:10.22103/JLST.2021.17354.1361
- Casamachin, M. L., Ortiz, D., y López, f. (2007). EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE INCLUSIÓN DE MORERA (*Morus alba*) EN ALIMENTO PARA POLLOS DE ENGORDE. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 5(2), 64-71. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117957>
- Chaudhary, V., & Kumar, V. (2020). Study on Drying and Rehydration Characteristics of Tray Dried Beetroot (*Beta Vulgaris L.*) and Functional Properties of its Powder. *Chemical Science Review and Letters*, 9(33), 98-108. doi:DOI:10.37273/chesci.CS082050061
- Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE). (2021). *Estadísticas del sector avícola*. <https://www.conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>
- E, J. M., M, F., Sinova, d. C., y Mateos, G. (2013). Oat hulls and sugar beet pulp in diets for broilers 1. Effects on growth performance and nutrient digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, 182(1-4), 33-43. doi:<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.03.011>
- Hafeez, A., Saleh, E. S., S. S. Tawfeek, I., Youssef, M. I., y Daim, A. S. (2018). Utilization of potato peels and sugar beet pulp with and without enzyme supplementation in broiler chicken diets: effects on performance, serum biochemical indices and carcass traits.

*Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(1), 56-66 .  
doi:<https://doi.org/10.1111/jpn.12656>

- I., E. K., Soltan, M. A., Salem, M. H., y Karima, E. N. (2021). Growth performance, Intestinal Morphology and Carcass Characteristics of Broiler Chicks Fed on Sugar Beet Pulp without or with Enzyme Supplementation. *Alexandria Journal for Veterinary Sciences*, 69(2), 68-77.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2021). *Variables climáticas de la región costa*. Agrometeorología .
- Iwuozor, K. O., y Afiomah, C. S. (2020). Nutritional and Phytochemical Properties of Beta vulgaris Linnaeus (Chenopodiaceae) – A Review. *Nigerian Journal of Pharmaceutical and Applied Science Research*, 9(4), 30-36. Obtenido de [www.nijophasr.net](http://www.nijophasr.net)
- Jaikel, T. M., y Ramírez, D. M. (2010). Conocimientos y opiniones sobre la carne de pollo de dos comunidades rural urbana de Costa Rica. *Rev Costarr Salud Pública*, 19(1), 3-11.
- M., M., F, H., & R, L. (2018). Uso de pigmentantes naturales para la coloración de la yema de huevo y evaluación de parámetros productivos en aves de postura de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. *Revista Colombiana de Zootecnia*, 4(7).  
<http://anzoo.org/publicaciones/index.php/anzoo/article/view/28>
- Meza, M., Hinojosa, F., y Lobo, R. (2018). Uso de pigmentantes naturales para la coloración de la yema de huevo y evaluación de parámetros productivos en aves de postura de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. *Revista Colombiana de Zootecnia*, 4(7).
- Mohamed, R. (2018). A NUTRITIONAL EVALUATION OF SUGAR BEET PULP AS UNTRADITIONAL FEEDSTUFFS IN GIMMIZAH CHICKEN DIETS DURING THE PERIOD FROM THREE UP TO EIGHT WEEKS OF AGE. *Egyptian Poultry Science Journal*, 38(3), 909-922. doi:10.21608/epsj.2018.17116
- Morales, A. E. (2021). *EVALUACIÓN DE UN ALIMENTO COMERCIAL CON ADICIÓN DE UN NUCLEO NUTRICIONAL PARA POLLOS DE ENGORDE, EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA .
- Morán, F. O. (2021). *Balanceado artesanal: una alternativa para la alimentación de los pollos broiler cobb-500*. previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.,

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.

- Moreno, M. A. (2016). *EVALUAR LA PIGMENTACIÓN DE PIEL DE POLLO ENGORDE, UTILIZANDO TRES CONCENTRACIONES DE HARINA DE AJÍ PERUANO COMO ADITIVO AL BALANCEADO*. Universidad Técnica de Machala, UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
- Ortiz, M. N., Silveira, C. V., y González, M. V. (2013). Demanda de carne de pollo en la ciudad de Pedro Juan Caballero. En ECAECO (Ed.), *ANAIS-ENCONTRO CIENTÍFICO DE ADMINISTRAÇÃO, ECONOMIA E CONTABILIDADE, 1*.
- Pérez, G. X. (2021). *Evaluación de parámetros bioproductivos en pollos de engorde mediante un programa de producción avícola con aceites esenciales*. Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Médico veterinario zootecnista, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO.
- Pettersson, D., y Razdan, A. (2007). Effects of increasing levels of sugar-beet pulp in broiler chicken diets on nutrient digestion and serum lipids. *British Journal of Nutrition*, 70(1), 127-137. doi: <https://doi.org/10.1079/BJN19930110>
- Quintero, M. M., Quintero, F. H., y Mandón, A. V. (2016). Uso de harina de remolacha *Beta vulgaris* como aditivo en la dieta para la pigmentación de la yema de huevo y evaluación de parámetros productivos. En A. S. Carreño, *Avances de investigación en medicina veterinaria y producción animal* (pág. 270). Bogotá, Colombia: Editorial de la Universidad Cooperativa de Colombia. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51263733/Avances\\_de\\_investigacion\\_en\\_Medicina\\_Veterinaria\\_y\\_Produccion\\_Animal\\_2016-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1659035617&Signature=VdtACgafmMaSaVVA0AI7rpZ6vPmWGGcl8hfKsT46HKQ-Hq4QUxzSHWzOjwcs2iLq9z6DX3wTordCe4qrzD](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51263733/Avances_de_investigacion_en_Medicina_Veterinaria_y_Produccion_Animal_2016-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1659035617&Signature=VdtACgafmMaSaVVA0AI7rpZ6vPmWGGcl8hfKsT46HKQ-Hq4QUxzSHWzOjwcs2iLq9z6DX3wTordCe4qrzD)
- Quisaguano, O. A., y Anguisaca, E. R. (2016). *COLORANDES UTC*. Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros Agroindustriales, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.
- Rámirez, D. R. (2020). *DIFERENCIAS DE LOS REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES ENTRE DISTINTAS LÍNEAS DE POLLOS DE ENGORDE QUE SE COMERCIALIZAN*

EN ECUADOR. EXAMEN COMPLEXIVO, Universidad Técnica de Machala, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

Rubio, B. G., y López, L. A. (2010). *EVALUAR LA PIGMENTACIÓN EN LA CRIANZA DE POLLOS BROILER DE ENGORDE, CON UN BALANCEADO COMERCIAL, ADICIONANDO TRES PORCENTAJES EXTRAS DE HARINA DE ALFALFA (5%, 10% y 15%) A SU COMPOSICION ALIMENTICIA*. UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA , FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES.

Santos, F. C. (2018). *Incorporación de tres niveles de harina de beterraga (Beta vulgaris) en la pigmentación y comportamiento productivo de pollos broiler en Aguaytía*. TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO , UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. Obtenido de <http://www.repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3813/000003309T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sanunga, O. B. (2020). *Propuesta de uso integral de la remolacha (Beta Vulgaris Var. Conditiva.) Para el desarrollo de productos pasteleros*. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química.

## 8 ANEXOS.

### Anexo 1. Escala Broiler Colour, Roche.



**Anexo 2. Aves confinadas por tratamientos**



Anexo 3. Adición del suplemento harina de remolacha



Anexo 4. Organización del galpón



Anexo 5. Almacenamiento del alimento



Anexo 6. Efecto en la pigmentación

