

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA:1 de 7</b>

16-

<b>FECHA</b>	jueves, 30 de julio de 2020
--------------	-----------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Seccional Ubaté
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Zootecnia

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Cristancho Vargas	Fabián Yesid	1072366741
Velásquez Reyes	Juan Carlos	79372392

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 2 de 7</b>

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Cortés Cortés	Javier Eduardo

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
Evaluación de ganancia diaria y conversión alimenticia en pollos de engorde Ross 308 ( <i>gallusgallusdomesticus</i> ) a partir de alimento balanceado y adición de afrecho de quinua ( <i>chenopodiumquinoa</i> )

<b>SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)</b>

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía</b>
Zootecnista

<b>AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
12/08/2020	63

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)</b>	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1. Variables productivas	Productiveparameters
2. Guacheta	Guacheta
3. Tratamientos	treatments
4. Análisis Estadístico	statisticalanalysis
5. saponinas	saponins
6. Conversión alimenticia	Feed conversion

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2

Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA:3 de 7</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

### Resumen

En el altiplano cundiboyacense existe un bajo número de producciones avícolas, debido a las condiciones climáticas y a los costos de alimentación. Sin embargo, el pollo de engorde representa una alternativa de producción siendo un ingreso adicional y una fuente de alimento para pequeños productores. Además, la región presenta una importante producción de quinua que genera subproductos con potencial para alimentación animal.

Se busca generar alternativas alimenticias que favorezca a pequeños productores, por esto se hace necesario investigar la respuesta de pollos de engorde al suministro de dichos recursos. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar la ganancia de peso y conversión alimenticia en pollos de engorde alimentados con inclusión de afrecho de Quinoa al 5%, 10% y 15% y alimento balanceado.

Se desarrolló un diseño completo al azar con 4 tratamientos, 4 repeticiones y 4 pollos por repetición, igual a 64 animales. Este estudio se hizo en Guachetá Cundinamarca durante 28 días con animales de 21 días de vida, el galpón contó con comederos y bebederos y una cama de viruta. Se utilizó el modelo  $Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$  para el análisis estadístico

Los resultados mostraron diferencias significativas para ganancia de peso y conversión alimenticia en donde el tratamiento control tuvo 1394g de ganancia de peso y conversión alimenticia de 1,68, mientras que el tratamiento TT15 tuvo 1251g de ganancia de peso y conversión alimenticia de 1,87. Desde el punto de vista económico producir un kilogramo de peso en el tratamiento control cuesta \$3.185,87 y en el tratamiento TT15 cuesta \$3.079,57.

### Abstract

In the Cundiboyacense highlands there are few poultry productions, because of climatic conditions and feed costs. However, broilers represent a production alternative being an additional income and a source of food for small producers. In addition, the region has an important quinoa production that generates by-products with potential for animal feed.

It seeks to generate food alternatives that favor small producers, for this reason it is necessary to investigate the response of broilers to the supply of these resources. So, the objective of this work was to evaluate the weight gain and feed conversion in broilers fed with the inclusion of 5%, 10% and 15% Quinoa bran and balanced feed.

A complete randomized design was developed with 4 treatments, 4 repetitions and 4 chickens per repetition, equal to 64 animals. This study was carried out in Guachetá Cundinamarca for 28 days with 21-day-old animals, the barn had feeders and drinkers and a bed of shavings. The model  $Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$  was used for statistical analysis

The results showed significant differences for weight gain and feed conversion where the control treatment had 1394g of weight gain and feed conversion of 1.68, while the TT15 treatment had 1251g of weight gain and feed conversion of 1.87. From the economic point of view, producing a kilogram of weight in the control treatment costs \$ 3,185.87 and in the TT15 treatment it costs \$ 3,079.57.



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA:4 de 7</b>

### AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	x	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA:5 de 7</b>

(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

### **Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI \_\_NO\_\_X\_\_.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

## **LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA:6 de 7</b>

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.
- e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”
- i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA:7 de 7</b>

CreativeCommons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia CreativeCommons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. CristanchoFabian2020	Texto
2. VelásquezJuan2020	Texto
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
Cristancho Vargas Fabián Yesid	
Velásquez Reyes Juan Carlos	

21.1-51-20

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA:7 de 8</b>

CreativeCommons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia CreativeCommons Atribución- No comercial- Sin derivar.



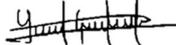
**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. CristanchoFabian2020	Texto
2. VelásquezJuan2020	Texto
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
Cristancho Vargas Fabián Yesid	
Velásquez Reyes Juan Carlos	

21.1-51-20

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

EVALUACIÓN DE GANANCIA DIARIA Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN POLLOS DE  
ENGORDE ROSS 308 (*Gallus gallus domesticus*) A PARTIR DE ALIMENTO BALANCEADO Y  
ADICIÓN DE AFRECHO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*)

FABIAN YESID CRISTANCHO VARGAS  
JUAN CARLOS VELASQUEZ REYES

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
SECCIONAL UBATÉ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
UBATÉ, JULIO 2020

EVALUACIÓN DE GANANCIA DIARIA Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN POLLOS DE  
ENGORDE ROSS 308 (*Gallus gallus domesticus*) A PARTIR DE ALIMENTO BALANCEADO Y  
ADICIÓN DE AFRECHO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*)

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ZOOTECNISTA

FABIAN YESID CRISTANCHO VARGAS  
JUAN CARLOS VELASQUEZ REYES

DIRECTOR:  
JAVIER EDUARDO CORTÉS CORTÉS

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
SECCIONAL UBATÉ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
UBATÉ, JULIO 2020

PRELIMINARES DE ACEPTACIÓN

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

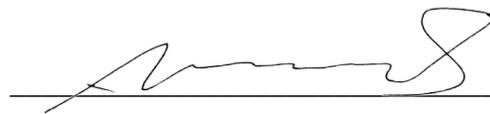
---

---

---

 \_\_\_\_\_

FIRMA DEL JURADO

 \_\_\_\_\_

FIRMA DEL JURADO

## AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad de Cundinamarca por la utilización de equipos y espacios académicos.
- Al docente Javier Eduardo Cortés Cortés director del trabajo de grado.
- Al docente José Fernando Pérez quien asesoró y supervisó la peletización del afrecho de quinua (*Chenopodium quinoa*) en los laboratorios de la Universidad de Cundinamarca, seccional Ubaté.
- Al señor Robert Rodríguez Castañeda productor de quinua (*Chenopodium quinoa*) en el municipio de Simijaca, Cundinamarca quien nos suministró el afrecho necesario para el desarrollo de este estudio.

## Tabla de contenido

1. Resumen.....	1
2. Abstract.....	3
3. Introducción.....	5
4. Objetivos .....	7
4.1. Objetivo general.....	7
4.2. Objetivos específicos .....	7
5. Hipótesis .....	8
6. Marco teórico .....	9
6.1. Contextualización del municipio de Guachetá.....	9
6.2. Quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	9
6.2.1. Características de la quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	9
6.2.2. Composición nutricional de la quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	10
6.2.3. Afrecho de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	11
6.2.4. Obtención del afrecho de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) .....	12
6.2.5. Composición de afrecho de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	12
6.2.6. Ventajas de la quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	13
6.2.7. Factores antinutricionales en la quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) .....	13
6.2.8. Producción de quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) en Colombia.....	14
6.3. Pollo de engorde ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ). .....	15
6.3.1. Clasificación taxonómica del pollo de engorde ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ). .....	15
6.3.2. Características productivas del pollo de engorde ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ).....	16

6.3.3.	Necesidades nutricionales del pollo de engorde ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ).....	17
6.3.4.	Ventajas nutricionales de la carne de pollo ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ).....	17
6.3.5.	Producción y consumo per cápita de pollo ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ).....	18
6.4.	Estudios realizados en monogástricos con inclusión de afrecho de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	18
6.5.	Utilización de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) en alimentación de pollo de engorde ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ). .....	18
7.	Diseño metodológico.....	21
7.1.	Materiales de fase experimental .....	21
7.1.1.	Instalaciones.....	21
7.1.2.	Manejo de la fase experimental .....	21
7.2.	Tipo de investigación .....	23
7.2.1.	Tratamientos.....	23
7.3.	Composición nutricional del alimento ofrecido .....	24
7.3.1.	Evaluación bromatológica del afrecho de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) .....	24
7.3.2.	Composición nutricional de los tratamientos .....	25
7.4.	Diseño y análisis estadístico del experimento.....	26
7.4.1.	Determinación de uniformidad en pollo de engorde ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ) al inicio de la fase experimental .....	28
7.4.2.	Determinación de ganancia de peso en pollo de engorde ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ).....	28

7.4.3.	Determinación de conversión alimenticia en pollo de engorde ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ).....	28
7.4.4.	Determinación de análisis económico en pollo de engorde ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ).....	29
8.	Resultados y discusión.....	30
8.1.	Comparación del análisis bromatológico de afrecho de quinua.....	30
8.2.	Mortalidad.....	30
8.3.	Consumo neto de alimento .....	30
8.4.	Ganancia de peso y conversión alimenticia en pollo de engorde ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ).....	31
8.4.1.	Efecto de la sustitución de alimento balanceado comercial por afrecho de quinua en el peso y conversión alimenticia acumulados. ....	38
8.5.	Análisis económico .....	40
8.5.1.	Costos de alimentación.....	40
9.	Conclusiones.....	43
10.	Recomendaciones.....	44
11.	Bibliografía .....	45
12.	Anexos .....	50

## Tabla de tablas

Tabla 1. Composición química y valor nutricional de tres variedades de Quinua (Aminoácidos en g/ 100g de proteína).....	10
Tabla 2. Contenido mineral en el grano de Quinua respecto a los granos de maíz y cebada....	11
Tabla 3. Contenido de vitaminas en el grano de Quinua .....	11
Tabla 4. Composición de afrecho de quinua .....	13
Tabla 5. Clasificación taxonómica del pollo de engorde.....	15
Tabla 6. Requerimientos nutricionales del pollo de engorde.....	17
Tabla 7. Ganancia de peso en pollo de engorde en etapa de iniciación reportado por Terrazas (2015) .....	19
Tabla 8. Ganancia de peso en pollo de engorde en etapa de crecimiento reportado por Terrazas (2015) .....	19
Tabla 9. Ganancia de peso en pollo de engorde en etapa de ceba.....	20
Tabla 10. Guía de alimentación en gramos/animal en pollo de engorde recomendado por la marca Cipa .....	22
Tabla 11. Análisis físico químico de afrecho de quinua.....	24
Tabla 12. Composición nutricional calculada de las raciones ofrecidas a cada tratamiento .....	25
Tabla 13. Promedio y desviación estándar de peso inicial en pollo de engorde.....	28
Tabla 14. Costo de producción de pelet de afrecho de quinua (60kg).....	29
Tabla 15. Consumo real de alimento en gramos/animal en pollo de engorde en la fase experimental .....	31
Tabla 16. Consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia/semana experimental y total en pollo de engorde (promedio y desviación estandar).....	32
Tabla 17. Eficiencia alimenticia y costo de ganancia de peso, conversión alimenticia por kilogramo.....	40
Tabla 18. Rentabilidad de pollo de engorde por tratamiento.....	41



## Tabla de figuras

Figura 1. Conversión alimenticia acumulada por semana en pollo de engorde (Las líneas indican la desviación estándar para cada tratamiento y semana).....	37
Figura 2. Peso acumulado en pollos de engorde como resultado de diferentes porcentajes de sustitución de alimento balanceado por afrecho de quinua. ....	39
Figura 3. Conversión alimenticia total en pollos de engorde como resultado de diferentes porcentajes de sustitución de alimento balanceado por afrecho de quinua. ....	40

## Tabla de anexos

Anexo 1. Análisis de varianza para ganancia de peso semanal. ....	50
Anexo 2. Análisis de varianza para la conversión alimenticia por semana. ....	50
Anexo 3. Análisis de varianza de ganancia de peso semana 1 .....	51
Anexo 4. Análisis de varianza de ganancia de peso semana 2 .....	51
Anexo 5. Análisis de varianza de ganancia de peso semana 3 .....	51
Anexo 6. Análisis de varianza de ganancia de peso semana 4.....	52
Anexo 7. Análisis de varianza de ganancia de peso acumulado en toda la fase experimental. .	52
Anexo 8. Análisis de varianza de conversión alimenticia semana 1 .....	52
Anexo 9. Análisis de varianza de conversión alimenticia semana 2 .....	53
Anexo 10. Análisis de varianza de conversión alimenticia semana 3 .....	53
Anexo 11. Análisis de varianza de conversión alimenticia semana 4 .....	53
Anexo 12. Análisis de varianza de conversión alimenticia acumulada para toda la fase experimental. ....	54
Anexo 13. Prueba de Tukey de ganancia de peso semana 1.....	54
Anexo 14. Prueba de Tukey de ganancia de peso semana 2.....	55
Anexo 15. Prueba de Tukey de ganancia de peso acumulada durante toda la fase experimental. .....	55
Anexo 16. Prueba de Tukey de conversión alimenticia semana 1.....	56
Anexo 17. Prueba de Tukey de conversión alimenticia semana 2.....	56
Anexo 18. Prueba de Tukey de conversión alimenticia acumulada durante la fase experimental. .....	56
Anexo 19. Peletización de afrecho de quinua (Chenopodium quinoa).....	58
Anexo 20. División interna del galpón .....	59
Anexo 21. Distribución aleatorizada de tratamientos y repeticiones en el galpón.....	59

Anexo 22. Vacuna de New Castle utilizada por el proveedor previa a la compra de los animales .....	60
Anexo 23. Mortalidad de pollo con síntomas de ascitis .....	61
Anexo 24. Repetición de pollo de engorde durante la fase experimental .....	62
Anexo 25. Resultados del análisis bromatológico del afrecho de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> ) .....	63

## 1. Resumen

En el altiplano cundiboyacense existe un bajo número de producciones avícolas especialmente en manos de pequeños productores y campesinos, este bajo número se debe en gran parte a que las condiciones agroambientales no permiten un óptimo desempeño de las líneas genéticas especializadas, y a los costos de alimentación. A pesar de estas dificultades, el pollo de engorde ha representado una alternativa de producción puesto que significa un ingreso adicional y una fuente de alimento local y para ellos mismos.

De otro lado, la región presenta una importante producción de quinua que genera subproductos que pueden ser utilizados en alimentación animal a un menor costo, sin embargo, el uso de estos puede llegar presentar algunas desventajas que se pueden controlar, como la presencia de saponinas.

Con el propósito de generar alternativas de alimentación que favorezcan a estos campesinos y pequeños productores se hace necesario realizar investigaciones que permitan generar información sobre la respuesta de pollos de engorde al suministro de este tipo de recursos. De esta forma, el objetivo de este trabajo fue evaluar la ganancia de peso, conversión alimenticia y el resultado económico en pollos de engorde Ross 308 (*Gallus gallus domesticus*) alimentados con alimento balanceado y la sustitución con afrecho de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) al 0%, 5%, 10% y 15%.

El experimento se desarrolló bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno y cuatro pollos por repetición, para tener un total de 64 animales. Este estudio se llevó a cabo en el municipio de Guachetá con una duración de 28 días. Los pollos de engorde se compraron con un plan de vacunación acorde a la zona, el galpón contó con comederos y bebederos para cada tratamiento y una cama de viruta. Es de tener en cuenta que al momento de iniciar el experimento los animales tenían 21 días de vida.

Se hizo una evaluación de parámetros zootécnicos (aumento de peso, conversión alimenticia) y del resultado económico para lo que se tomaron mediciones semanales.

Se utilizó el modelo  $Y_{ijk} = \mu + T_{ij} + \lambda_k + (T \times \lambda)_{ijk} + E_{ijk}$  para realizar el análisis estadístico que determinó la aceptación de la hipótesis alterna la cual consiste en que al evaluar los diferentes tratamientos existen diferencias significativas en ganancia de peso y conversión alimenticia por lo menos en uno de los tratamientos.

Los resultados mostraron diferencias significativas tanto para ganancia de peso como para conversión alimenticia en donde los mejores resultados fueron los del tratamiento control con 1394g de ganancia de peso promedio y una conversión alimenticia de 1,68 y los tratamientos restantes mostraron resultados menos favorables ya que a mayor inclusión de afrecho de quinua menor ganancia de peso y mayor conversión alimenticia, de este modo el tratamiento TT15 dio resultados de 1251g de ganancia de peso y conversión alimenticia de 1,87.

Sin embargo, desde el punto de vista económico sale más barato producir un kilogramo de peso vivo con mayores niveles de inclusión de afrecho de quinua ya que en el tratamiento control el costo es de \$3.185,87 mientras que en el tratamiento TT15 el costo es de \$3.079,57.

**Palabras clave:** Variables productivas, Guachetá, tratamientos, análisis estadístico, saponinas.

## 2. Abstract

In the Cundiboyacense highlands there are few poultry productions, this is consequence of environmental conditions that limit the broilers performance, and to high cost of feeding. However, broiler production is an alternative to improve income of smallholders. In order to offer low cost feeding alternatives and to favor small holding, is necessary to carried out research to know the animal performance to this type of resources.

Quinoa offers nutritional advantages as raw material in animal feed and some disadvantages that can be controlled (saponins). On the other hand, broilers may represent an alternative production in the municipality of Guachetá to farmer communities since it would mean additional income and a local food source.

The aim of this work was to evaluate weight gain, feed conversion and economic result of broiler chicks feeding with concentrate or with a substitution (5, 10, 15%) with quinoa byproduct.

An evaluation of zootechnical parameters was made taking measurements weekly. The experiment was carried out under a completely randomized design with four treatments, with four repetitions each and four chickens per repetition, for a total of 64 chickens. Animals were 21 days old at start. This study was carried out in the municipality of Guachetá during 28 days. The broilers were acquired with a vaccination plan according to the area. The shed had feeders and drinkers for each treatment and a bed made from rice husk.

The model  $Y_{ijk} = \mu + T_{ij} + \lambda_k + (T \times \lambda)_{ijk} + E_{ijk}$  was used to carry out the statistical analysis that determined the validation of the alternative hypothesis, which consists in the fact that after evaluating the different treatments there should be significant differences in weight gain and feed conversion at least in one of the treatments.

The results showed significant differences for both, weight gain and for food conversion where the best results were those of the treatment control with 1394g of average weight gain

and a feed conversion of 1,68. The remaining treatments showed less favorable results since the higher inclusion of quinoa bran the less weight gain and greater feed conversion, thus treatment TT15 gave results of 1251g of 1.87 weight gain and feed conversion.

However, from an economic point of view, it is cheaper to produce one kilogram of live weight with higher levels of inclusion of quinoa bran since in the control treatment it costs \$3.185,87 while in the treatment TT15 the cost is \$3.079,57.

**Keywords:** Productive parameters, Guachetá, treatments, statistical analysis, saponins.

### 3. Introducción

En toda la región del altiplano Cundiboyacense, y como parte de ella en el municipio de Guachetá, la producción avícola está limitada en gran parte por la disponibilidad y el elevado costo de los alimentos balanceados, los cuales, son necesarios para la nutrición de los animales de granja, restringiendo a los pequeños productores, provocando que este negocio sea poco atractivo por los bajos beneficios y poca rentabilidad, ya que este rubro puede llegar a ser del 60% al 80% de los costos totales (Departamento administrativo nacional de estadística DANE, 2015, p. 8).

Según Dane (2015) los costos de producción en avicultura se deben principalmente al precio del alimento balanceado y como consecuencia no ha habido un avance importante en este tipo de producciones pecuarias.

En el valle de Ubaté, se ha generado una comercialización de productos avícolas traídos de otras zonas del país debido a una baja producción local en donde en toda la provincia del valle de Ubaté hay un porcentaje de participación de 0,59% en la producción avícola de Cundinamarca (Camara de comercio de Bogotá, 2008, p. 19).

De allí la necesidad de adelantar investigaciones sobre nuevas alternativas de fuentes nutritivas de buena calidad, con mayor disponibilidad y fácil producción en granjas del sector, reafirmando así la seguridad alimentaria de este tipo de productores. Para este caso la Quinoa (*Chenopodium quinoa*), o un subproducto pueden ser una opción viable en la sustitución parcial de la dieta en aves, incluida como materia prima no convencional, por sus excelentes rendimientos en producción y por contener proteína de alto valor biológico debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales entre los cuales se encuentran la lisina, valina, leucina e isoleucina, la cual la hace semejante a diferentes materias primas utilizadas en la elaboración de balanceados comerciales (Muñoz et al., 2007, pp. 29-31).

Una de las razones por las que se podría usar afrecho de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) en la dieta de pollo de engorde es debido a que al ser un excedente de la producción no se utiliza localmente para alimentación humana o animal. Según Orozco (2017), cundinamarca ocupa el segundo lugar en producciones avícolas a nivel nacional con un 20,12%, sin embargo estas se ubican principalmente al suroccidente del departamento, adicional a esto en boyaca el porcentaje de producción es tan bajo que no se reporta.

De acuerdo con datos de la federación nacional de avicultores de Colombia Fondo nacional avícola Fenavi (2018) en Cundinamarca hay registradas 1.031 granjas avícolas, de las cuales 558 (54.1%) se dedican a la producción de pollo, 402 (39%) a la postura, y las restantes 71 (6.9%) a la reproducción. Los municipios con mayor número de granjas son: Fusagasugá, 164 (15.9%); Fómeque, 64 (6.2%); Arbeláez, 63 (6.1%); Guaduas, 58 (5.6%), y Ubaque, 50 (4.8%).

Los pequeños productores de la región en el municipio de Guachetá buscan alternativas que aumenten sus ingresos y si es posible que generen un aporte a la seguridad alimentaria de la comunidad. Teniendo en cuenta que la zona se dedica a otro tipo de producciones, el pollo de engorde podría resultar como una buena opción siempre y cuando se logre una reducción en los costos de producción, para esto se plantea la idea de basar la alimentación de los animales parcialmente en subproductos de cosechas producidas localmente.

El propósito de este trabajo fue evaluar la inclusión de afrecho de quinua en los niveles; 0%, 5%, 10% y 15% como materia prima no convencional en la alimentación pollos de engorde, tomando como variables de referencia los costos de producción, el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia.

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo general

Evaluar ganancia de peso y conversión alimenticia en pollos de engorde Ross 308 (*Gallus gallus domesticus*) a partir de alimento balanceado Vs inclusión de afrecho de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) al 0%, 5%, 10% y 15%.

### 4.2. Objetivos específicos

- Determinar la ganancia de peso en pollos de engorde (*Gallus gallus domesticus*) alimentados con afrecho de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) al 0, 5, 10 y 15 % vs alimento balanceado.
- Analizar la conversión alimenticia en pollos de engorde (*Gallus gallus domesticus*) alimentados a base de dietas con inclusión del 0, 5,10 y15% de afrecho de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) vs alimento balanceado.
- Analizar económicamente la inclusión de 0, 5, 10 y 15% de afrecho de quinoa (*Chenopodium quinoa*) vs la ganancia de peso en producción de pollos de engorde (*Gallus gallus domesticus*).

## 5. Hipótesis

$H_0$ : al evaluar los diferentes tratamientos no hay ninguna diferencia significativa en la ganancia de peso y/o la conversión alimenticia.

$H_1$ : al evaluar los diferentes tratamientos hay diferencias significativas en ganancia de peso y/o conversión alimenticia por lo menos en uno de los tratamientos.

## **6. Marco teórico**

### **6.1. Contextualización del municipio de Guachetá**

Guachetá es un municipio de la provincia del valle de Ubaté ubicado en el altiplano cundiboyacense con un clima frío en la mayoría del año, se encuentra en el trópico alto a una altura de 2667msnm. Las temperaturas varían entre los 8°C a los 20°C teniendo un promedio de 13.8°C en el día, en las noches las temperaturas pueden llegar a caer hasta los 4° o 5°C. Las precipitaciones se presentan mayormente en los meses de abril y mayo, teniendo un promedio anual de 904mm, en los meses de junio y julio son de 70mm y 47mm respectivamente (ClimateData.org, s.f.).

### **6.2. Quinoa (*Chenopodium quinoa*)**

Los nombres comunes de la quinoa son: kinua, quinua, parca, quiuna (idioma quechua); supha, jopa, jupha, jiura, aara, ccallapi y vocali (aymara); suba y pasca (chibcha); quingua (mapuche); quinoa, quinua dulce, dacha, dawé (araucana); jupa, jara, jupa lukhi, candonga, licsa, quiñoa. La quinoa se cultiva en todos los Andes, principalmente del Perú y Bolivia, desde hace más de 7.000 años por culturas preincas e incas. Históricamente la quinoa se ha cultivado desde el norte de Colombia hasta el sur de Chile desde el nivel del mar hasta los 4.000 msnm, pero su mejor producción se consigue en el rango de 2.500-3.800 msnm (Mujica y Jacobsen, 2006, p. 449).

#### **6.2.1. Características de la quinoa (*Chenopodium quinoa*)**

Es una planta dicotiledónea, que se adapta fácilmente a cualquier medio y presenta variaciones en sus características morfológicas, altura y coloración de acuerdo con las condiciones de cultivo y genotipo. Las alturas van desde 0.60 hasta 3.0 m El tallo es de forma cilíndrica y cambia en las ramificaciones, su altura puede variar de 50 cm a 2.0 m con diámetros entre 1 y 8 cm, los colores también varían entre verde, rojo y púrpura, las hojas

pueden ser romboides, aplanadas u onduladas, de colores amarillos o fucsias (Diaz, 2018, p. 14).

La raíz puede llegar hasta 1.80 cm de profundidad con muchas ramificaciones, la panoja tiene entre 30 a 80 cm de longitud por 5 a 30 cm de diámetro, contiene flores que varían de 80 a 120, en donde el número de semillas por panoja es de 100 a 3000, una panoja puede producir hasta 500 gramos de semilla esta tiene la forma de una lenteja pequeña y contiene tres partes; embrión, perisperma y epispermo (Diaz, 2018, p. 14).

### 6.2.2. Composición nutricional de la quinua (*Chenopodium quinoa*)

Los análisis bromatológicos del grano indican que contienen entre 14 y 16% de proteína, el valor nutritivo del grano supera al de los principales cereales de mayor consumo a nivel mundial, además es el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales en proporciones relativamente altas, estos aminoácidos presentes en el grano de quinua, se encuentran cerca de los estándares de nutrición (Terrazas, 2015, p. 28).

En las Tablas 1, 2 y 3 se presenta la composición química, mineral y vitamínica de la quinua (*Chenopodium quinoa*).

**Tabla 1.** Composición química y valor nutricional de tres variedades de Quinua (Aminoácidos en g/ 100g de proteína).

Nutrientes	Variedad		
	Rosada	Blanca	Blanca dulce
Proteína (%)	12,5	11,8	11,14
Fenilalanina	3,85	4,05	4,13
Triptófano	1,28	1,3	1,21
Metionina	1,98	2,2	2,17
Leucina	6,5	6,83	6,88
Isoleucina	6,91	7,05	6,88
Valina	3,05	3,38	4,13
Lisina	6,91	7,36	6,13

Treonina	4,5	4,51	4,52
Arginina	7,11	6,76	7,23
Histidina	2,85	2,82	3,46

Tomado de: (Muñoz et al., 2007, p. 31).

**Tabla 2.** Contenido mineral en el grano de Quinua respecto a los granos de maíz y cebada

Minerales	Quinua entera (mg)	Maíz grano perlado (mg)	Cebada entera (mg)
Potasio (K)	697	330	445
Magnesio (Mg)	270	120	115
Sodio (Na)	11,5	6	18
Cobre (Cu)	3,7	70 - 250	0
Manganeso (Mn)	37,5	480	1650
Zinc (Zn)	4,8	2500	3100
Calcio (Ca)	127	15	40
Fósforo (P)	387	255	340
Hierro (Fe)	12	500 - 2400	2800

Tomado de: (Muñoz et al., 2007, p. 32).

**Tabla 3.** Contenido de vitaminas en el grano de Quinua

Vitaminas	Rango
A (carotenos)	0,12 - 0,53
E	4,6 - 5,9
Tiamina	0,05 - 0,6
Riboflavina	0,2 - 0,46
Niacina	0,16 - 1,6
Ácido ascórbico	0 - 8,5

Tomado de: (Muñoz et al., 2007, p. 32).

### 6.2.3. Afrecho de quinua (*Chenopodium quinoa*)

Del proceso de la cosecha, trilla y posterior beneficiado de quinua se obtiene varios subproductos que generalmente tienen diferentes usos, en lo que respecta a la alimentación animal, se pueden utilizar el afrecho, los tallos y las hojas secas. El afrecho de quinua es la

cáscara del grano que se obtiene de la molienda y sirve como suplemento alimenticio para gran cantidad de animales ya que posee importantes contenidos nutricionales (Velasco, 2018, pp. 5-6).

En el proceso de trilla de la quinua se generan desperdicios como el bagazo de la cascara del grano, las hojas y el tallo de la planta, debido a la gran cantidad de materia prima en algunas producciones puede utilizarse como alimento para uso animal (Velasco, 2018, pp. 5-6).

#### **6.2.4. Obtención del afrecho de quinua (*Chenopodium quinoa*)**

Hay desechos alimenticios que no son utilizados en las industrias en cantidades moderadas, estos pueden ser fuente de alimentación en diferentes especies animales por el valor nutritivo que poseen. En la etapa de trillado cuando la quinua es sometida a la acción de una maquina pulidora se obtiene el afrecho de quinua como un subproducto el cual no es aprovechado de ninguna manera por parte de los productores (Velasco, 2018, pp. 6-7).

La quinua ha adquirido importancia internacional por ser rica en proteínas y llevar en su composición todos los aminoácidos esenciales, además posee vitaminas (B1, B2, B3 y C) y minerales (calcio y hierro). El contenido de proteínas del grano de quinua varía entre 12 y 16 %, aunque hay reportes de valores cercanos al 20%. Los subproductos de cosecha, trilla y beneficiado de la quinua son empleados en la alimentación de animales domésticos, especialmente los camélidos, ovinos y cerdos; considerando la escasez de material forrajero en las zonas altas, secas y frías, los subproductos de la quinua complementan la alimentación pecuaria (Velasco, 2018, pp. 6-7).

#### **6.2.5. Composición de afrecho de quinua (*Chenopodium quinoa*)**

El afrecho de quinua presenta una composición nutricional de moderada calidad reflejado en contenido de proteína inferior a 15% y una fibra cruda superior al 18% (Tabla 4) lo cual puede reducir su digestibilidad y limitar su uso en la alimentación especialmente de monogástricos.

**Tabla 4.** Composición de afrecho de quinua

<b>Componente</b>	<b>Afrecho de quinua (%)</b>
Humedad	8,94
Materia seca	91,06
Proteína cruda	14,18
Extracto etéreo	3,68
Fibra cruda	18,64
Cenizas	11,8
Materia orgánica	88,2

Tomado de: (Velasco, 2018, p. 5).

#### **6.2.6. Ventajas de la quinua (*Chenopodium quinoa*)**

La quinua tiene una amplia adaptación agroecológica y alta resistencia a factores abióticos (sequías y heladas), además presenta un buen comportamiento en suelos de textura franca, franco-limoso, franco arcilloso o franco-arenoso, en suelos profundos con buen drenaje y en suelos que presentan salinidad (Montoya et al., 2005, p.23).

#### **6.2.7. Factores antinutricionales en la quinua (*Chenopodium quinoa*)**

Las saponinas se encuentran en la cubierta exterior del grano de quinua responsables del sabor amargo y astringente que debe ser eliminado antes de ser consumido. Las variedades de quinua pueden ser clasificados en dulces y amargas de acuerdo con la concentración de saponinas, las variedades dulces se consideran granos de quinua con un contenido en saponinas menor a 0.11% y amargas mayor a 0.11% (Díaz, 2018, p. 23).

No se reportan efectos negativos de saponinas en pollo de engorde. Por el contrario, Rodríguez y Ramírez (2018, párrafo 3), reportan efectos beneficios en el tratamiento contra la coccidiosis en este tipo de producción.

### **6.2.8. Producción de quinua (*Chenopodium quinoa*) en Colombia**

El cultivo de quinua en Colombia fue abundante en el pasado; sin embargo, está casi abandonado en las sabanas colombianas. En la actualidad se cultiva principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Cauca y Nariño. A mediados de los ochenta, las proyecciones para la siembra de quinua en Colombia eran de cerca de 6.000 hectáreas, distribuidas así: 500 en zonas de cabildos indígenas, 1.200 en minifundios y más de 4.000 entre medianos agricultores de la zona de Nariño. En el 2005, el cultivo no se conocía ampliamente en el país y se encontraba muy emplazado en comunidades locales (Montoya et al., 2005 p. 23).

Aunque Colombia no es el más fuerte en producción de quinua ocupa el cuarto lugar después de Perú, Bolivia y Ecuador, el cultivo de este grano está creciendo aceleradamente en el país. En cuatro años, las áreas de producción de este alimento, registran crecimientos de más de 150%, pasando de 996 hectáreas en 2014 a 2.538 hectáreas en 2017, se estima que el área sembrada anual es de 2.600 hectáreas, con un rendimiento promedio de 1,7 tonelada por hectárea, para una producción total 2.800 toneladas a nivel nacional. Las zonas de producción son Cauca, Nariño, Boyacá y Cundinamarca (Ministerio de agricultura, 2018).

Específicamente, Boyacá y Cundinamarca, tienen áreas y producción de 250 hectáreas y 375 toneladas y 100 hectáreas y 100 toneladas, respectivamente (Revista Dinero, 2018).

Colombia tiene en la producción de quinua un potencial estratégico para generar empleo e ingresos a miles de familias campesinas, fue una de las grandes conclusiones de III Reunión Técnica de este producto, y de la cual nuestro país fue el anfitrión (Finagro, 2020).

Durante dos días, los países andinos productores y comercializadores del grano (Colombia, Argentina, Venezuela, Chile y Bolivia), realizaron un encuentro en el que acordaron trabajar en la articulación de sus acciones para desarrollar el cultivo, las capacidades de investigación, el

acceso a nuevas tecnologías, el aumento y promoción del consumo y el acceso a nuevos mercados del grano (Finagro, 2020).

Se estima, que para el 2020 el país tendrá sembradas 10.000 hectáreas de quinua orgánica y convencional, una producción aproximada a las 20.000 toneladas con la que se beneficiarán con empleo a cerca de 20.000 familias las cuales tendrán acceso a sistemas de producción diversificada y sostenible (Finagro, 2020)

Según el Ministerio de agricultura y desarrollo rural (2017), el municipio de Carmen de Carupa en el año 2017 ocupó el primer lugar en la producción de quinua a nivel Cundinamarca con 27 hectáreas sembradas, 20 hectáreas cosechadas y un porcentaje de participación de 10,1% a nivel nacional en la producción de grano seco. Otros municipios de Cundinamarca con una alta producción de quinua son Zipaquirá, Tenjo y Ubaque estando entre los 30 primeros a nivel nacional.

En la actualidad, según (R. Rodríguez, comunicación personal, 08 de julio de 2020) en Carmen de Carupa está en funcionamiento la asociación Asoprocampo C.C. compuesta por 15 productores con un total de 5 fanegadas cultivadas y como productores independientes se encuentra el señor Gilberto Alarcón Díaz, Mario Alejandro Alarcón Díaz y el entrevistado Robert Rodríguez Castañeda con un total de 48 fanegadas ubicadas entre Lenguazaque y Simijaca con la variedad de quinua blanca de Junín.

### **6.3. Pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus*).**

#### **6.3.1. Clasificación taxonómica del pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus*).**

**Tabla 5.** Clasificación taxonómica del pollo de engorde.

	Taxonomía
Reino	Animalia
Filo	Chordata

Clase	Aves
Orden	Galliformes
Familia	Phasianidae
Género	<i>Gallus</i>
Especie	<i>G. gallus</i>
Subespecie	<i>G. g domesticus</i>

---

Tomado de: (Terrazas, 2015, p. 18).

### **6.3.2. Características productivas del pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus*).**

El pollo Ross 308 es un pollo de engorde robusto, dentro de un enfoque balanceado de las características de importancia comercial son la velocidad de rendimiento, la conversión alimenticia, la viabilidad y el rendimiento de la carne, al mismo tiempo mejorar el bienestar de las aves mediante características como la salud de patas y piernas y el buen desarrollo del sistema cardiovascular y la rusticidad del animal (Cárdenas, 2015, p. 14).

Según indica Terrazas (2015 p.10), el pollo de engorde ha sufrido algunos cambios en su estructura anatómica durante las últimas décadas producto de la selección genética, esencialmente, se ha incrementado la masa muscular principalmente en pecho y piernas y se ha reducido el tiempo de producción, lo que ha generado un avance importante para los avicultores siendo un negocio más eficiente y rentable.

Un pollo cuando es deshuesado tiene entre 35 - 40% de carne, pues vemos que de cada libra de peso total de un pollo solamente se puede vender menos de la mitad como carne y el resto son desperdicios. Estos desperdicios son las vísceras, cabeza, sangre, patas, los menudos (molleja, hígado y corazón), más piel, los recortes, y mermas de proceso (Terrazas, 2015, p. 10).

### 6.3.3. Necesidades nutricionales del pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus*).

Los requerimientos nutricionales generalmente disminuyen con la edad del pollo de engorde. Desde un punto de vista clásico, las dietas de inicio, crecimiento y finalización están incorporados dentro del programa de crecimiento del pollo de engorde. Sin embargo, las necesidades de nutrientes de las aves no cambian abruptamente en días específicos, sino más bien cambia continuamente a medida que pasa el tiempo (Terrazas, 2015, p. 22).

**Tabla 6.** Requerimientos nutricionales del pollo de engorde.

Nutriente	Iniciador (0 - 15 días)	Crecimiento (16 - 30 días)	Finalizador (31 - faenado)
Proteína cruda (%)	23	20	18,5
Energía metabolizable (Kcal/Kg)	3100	3200	3200
Relación caloría/proteína	135	160	173
Calcio (% min - máx.)	0,9 - 0,95	0,85 - 0,88	0,8 - 0,85
Lisina %	1,25	1,1 - 0,95	0,9
Aminoácidos totales (%)	0,96	0,85 - 0,75	0,7 - 0,76
Fibra cruda (%)	3,2	2,8	2,7

Tomado de: (Terrazas, 2015, p. 23).

### 6.3.4. Ventajas nutricionales de la carne de pollo (*Gallus gallus domesticus*).

El contenido de proteína de la carne de pollo es de 18.3%, la carne y otras partes comestibles del canal en pollos son una buena fuente de niacina y una fuente moderadamente buena de riboflavina, tiamina y ácido ascórbico. Los hígados crudos de pollos contienen 32.000 U.I. de vitamina A, 0.20 mg de tiamina, 2.46 mg de riboflavina, 11.8 mg de niacina, y 20 mg de ácido ascórbico. La carne de los pollos contiene, sodio, potasio, magnesio, calcio, hierro, fósforo, azufre, yodo y cloro. Se halló que la carne de pollo tiene mejor fuente de sabores (combinación entre olor y sabor) que otras carnes (Terrazas, 2015, p. 16).

### **6.3.5. Producción y consumo per cápita de pollo (*Gallus gallus domesticus*).**

Silva (2015, p. 9), indica que tanto la producción como el consumo per cápita de carne de pollo en Colombia ha aumentado en los últimos años y se ha convertido en una prioridad en la canasta familiar de la población siendo esta una de las principales carnes consumidas, ocupando el segundo puesto luego de la carne de bovino que se mantiene estable. Fenavi (2019) respalda la información anterior.

### **6.4. Estudios realizados en monogástricos con inclusión de afrecho de quinua (*Chenopodium quinoa*)**

Velasco (2018, p.32), realizó un ensayo en el que se alimentaron cuyes en crecimiento y engorde usando tres niveles (20%, 40% y 60 %) de desecho de quinua encontrando que las mejores respuestas se obtuvieron al utilizar el 40% desecho de quinua con un peso final (813.23 g), ganancia de peso (366.25 g), ganancia de peso diario (10.17 g) y conversión alimenticia (4.53). En la etapa de engorde al adicionar el 40% de desecho de quinua el autor reportó respuestas superiores en el peso final (1107.50 g), ganancia de peso (294.17 g), ganancia de peso diario (8.17 g) y conversión alimenticia (8.33). A su vez, al totalizar la etapa de crecimiento y engorde se registraron respuestas superiores en el peso final (1107.50 g), ganancia de peso (660.42 g), ganancia de peso diario (9.17 g) y conversión alimenticia (6.22) y el menor costo/Kg ganancia de peso (2.28 dólares) con el uso de 40% de desecho de quinua. En el análisis económico al emplearse el 40 y el 60 % de desecho de quinua se obtuvo un beneficio/costo equivalente a (U\$1.20), por lo que se recomienda emplear balanceado con 40 y 60% de desecho de quinua durante las etapas de crecimiento y engorde.

### **6.5. Utilización de quinua (*Chenopodium quinoa*) en alimentación de pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus*).**

Terrazas (2015 p. 60), obtuvo resultados de un experimento de alimentación de pollo de engorde con inclusión de quinua (grano) al 5%, 10% y 15% en donde en la etapa inicial

comprendida entre el día 0 al 15 la inclusión al 15% mostró una diferencia con los demás tratamientos en cuanto a ganancia de peso, mientras que las inclusiones al 5% y al 10% mostraron resultados similares, el tratamiento control estuvo por debajo de los demás.

**Tabla 7.** Ganancia de peso en pollo de engorde en etapa de iniciación reportado por Terrazas (2015)

Variable	Testigo	T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)
Promedio de ganancia de peso en etapa de inicio (g)	342,0	349,5	353,9	364,8
Prueba de Duncan (0,05)	a	b	bc	c

Tomado de: (Terrazas, 2015, p. 60).

De igual manera, Terrazas (2015) reportó resultados de la etapa de crecimiento entre el día 16 al 30 en donde la ganancia de peso fue mayor en el tratamiento de inclusión al 15% concluyendo que dicho tratamiento es más eficiente en la alimentación de pollo de engorde.

**Tabla 8.** Ganancia de peso en pollo de engorde en etapa de crecimiento reportado por Terrazas (2015)

Variable	Testigo	T1 (5%)	T2 (10%)	T3 (15%)
Promedio de ganancia de peso en etapa de crecimiento (g)	1092,0	1113,5	1125,15	1148,18
Prueba de Duncan (P<0,05)	b	ab	ab	a

Tomado de: (Terrazas, 2015, p.62).

En un experimento realizado por Muñoz et al., (2007, p.52), en el cual incluyeron de harina de quinua en alimentación de pollos en la etapa de engorde con porcentajes de 0% como

control, 15%, 30% y 45% se evidenció que el tratamiento control mostraba una diferencia en la ganancia de peso siendo mejor que los demás que mostraron valores similares e inferiores.

**Tabla 9.** Ganancia de peso en pollo de engorde en etapa de ceba.

Variable	T4 (0%)	T3 (15%)	T2 (30%)	T1 (45%)
Ganancia de peso (g)	143,13	106,07	108,57	108,94

Tomado de: (Muñoz et al., 2007, p. 52)

## **7. Diseño metodológico**

Este trabajo de grado se realizó en la finca El Paraíso de la vereda Falda de Molino en el municipio de Guachetá, ubicado a 5° 21' 55,3" LN y -73° 40' 45,7" LW, a 2997 msnm con una temperatura promedio de 13,8°C y una precipitación media de 790 mm.

### **7.1. Materiales de fase experimental**

#### **7.1.1. Instalaciones**

Se contó con un galpón dividido en 16 compartimentos que tuvieron una disposición de 4x4 con dos pasillos laterales y uno intermedio, cada división tuvo un área de 1m<sup>2</sup> (1m\*1m) lo que suma un total de 16m<sup>2</sup>, los pasillos tuvieron 50cm de ancho, el piso en tierra se cubrió con una cama de viruta de 10cm, las paredes y las divisiones de los compartimentos se hicieron con tejas de zinc con una altura de 80cm que se aseguraron en estacas de 1m, las divisiones se cubrieron con polisombra verde para contrarrestar las condiciones climáticas de la zona en los animales, el resto del galpón tuvo una altura de 2m en laterales con una ventana de 80cm y cortina de polisombra verde, las paredes de teja de zinc de 1,20m, las culatas 2,50m al centro y se hicieron con teja de zinc, el techo de teja de fibrocemento, a lo largo el galpón contó con unas medidas de 12m en laterales y 6m en culatas.

#### **7.1.2. Manejo de la fase experimental**

Los pollos de engorde se compraron en el municipio de Ubaté en Agropecuaria el Corral, los animales se recibieron con 21 días de edad con un peso promedio de 619 g ( $\pm 29,9$ ), vacunados contra New Castle. Fueron alimentados desde el día de recibimiento al día 8 del experimento, 3 veces al día; a las 7:00 am; a las 12:30 pm y a las 5:00 pm y del día 9 al 28 de la parte experimental dos veces al día; a las 7:00 am y a las 5:00 pm.

En el día 13 de la fase experimental se hizo una restricción en el suministro de la alimentación Tabla 15 bajando al 48,7% basados en la altura sobre el nivel del mar del municipio de Guachetá, esta práctica se realiza con el fin de controlar mortalidad.

Se utilizó afrecho de quinua blanca de Junín suministrada por el señor Robert Rodríguez Castañeda del municipio de Simijaca a la cual se le realizó un proceso de molienda hasta reducir el material a harina y una vez obtenida se procedió a hacer una solución de melaza en agua al 0,002% (5g/L) aplicando un litro de solución por cada kilogramo de harina de quinua, seguidamente el producto se mezcló homogéneamente y se peletizó en un molino de los laboratorios de la Universidad de Cundinamarca en el municipio de Ubaté, al obtener el pelet se realizó un secado al ambiente exponiendo el pelet al sol y permitiendo aireación, finalmente se hizo una reducción del tamaño de partícula con la fracturación mecánica del pelet llegando a obtener medidas entre los 2mm y 5mm. A través de todo este proceso se obtuvo el pelet de afrecho de quinua cuya inclusión se suministró desde el día 1 del experimento hasta el final del mismo sin periodo de acostumbramiento.

Cada repetición contó con un comedero y un bebedero, teniendo agua limpia y fresca a libre disposición, todos los días en la mañana se lavaron los bebederos con agua y jabón y se limpiaron los comederos. Durante la fase experimental no se tomaron controles de temperatura.

**Tabla 10.** Guía de alimentación en gramos/animal en pollo de engorde recomendado por la marca Cipa

<b>Días</b> <b>Semanas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>Total</b>	<b>Acumulado</b>
1	69	75	78	83	86	89	92	572	572
2	105	113	116	119	123	127	130	833	1405
3	143	149	153	159	163	166	172	1105	2510
4	185	189	192	193	199	203	206	1367	3877

Tomado de: (Cipa, 2019).

Se utilizó alimento balanceado marca Cipa broiler 18% de proteína y la cantidad suministrada diariamente fue la recomendada por la marca Tabla 10, sin embargo se hizo un ajuste que aparece en la Tabla 15, las raciones se prepararon y administraron teniendo en cuenta el número de animales por repetición y el número de veces que se alimentaron al día. Las cantidades correspondientes de ambos recursos (alimento balanceado y afrecho de quinua) se mezclaron homogéneamente para garantizar el consumo por parte de las aves.

Diariamente se pesó el suministro de alimento, semanalmente se pesó el total de animales, para esta actividad se utilizó una balanza analítica. Cabe resaltar que en ningún día de la fase experimental hubo excedentes de alimentación (rechazo o desperdicio).

## **7.2. Tipo de investigación**

La investigación llevada a cabo fue de tipo experimental con un diseño completo al azar en donde se evaluó la ganancia de peso y la conversión alimenticia en pollos de engorde con 4 tratamientos con inclusión de afrecho de quinua al 0%, 5%, 10% y 15% con 4 repeticiones y 4 pollos por repetición, la repartición de los pollos en cada tratamiento y repetición se hizo de manera aleatoria.

### **7.2.1. Tratamientos**

Los tratamientos se hicieron recibiendo pollos de 21 días de edad y se llevó a cabo la fase experimental durante 28 días terminando con pollos de 49 días de edad, estos cuatro tratamientos se establecieron de acuerdo al nivel de sustitución de alimento balanceado comercial por afrecho de quinua de la siguiente manera:

TT0= 4 repeticiones con 4 pollos de engorde por repetición para un total de 16 pollos alimentados con 100% de alimento balanceado.

TT5= 4 repeticiones con 4 pollos de engorde por repetición para un total de 16 pollos alimentados con 95% de alimento balanceado y 5% de afrecho de quinua.

TT10= 4 repeticiones con 4 pollos de engorde por repetición para un total de 16 pollos alimentados con 90% de alimento balanceado y 10% de afrecho de quinua.

TT15= 4 repeticiones con 4 pollos de engorde por repetición para un total de 16 pollos alimentados con 85% de alimento balanceado y 15% de afrecho de quinua.

### 7.3. Composición nutricional del alimento ofrecido

#### 7.3.1. Evaluación bromatológica del afrecho de quinua (*Chenopodium quinoa*)

Se realizó un análisis bromatológico al pelet de afrecho de quinua en el laboratorio NULAB en la ciudad de Bogotá cuyos resultados se pueden ver en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Análisis físico químico de afrecho de quinua.

Nutriente	Resultados	Método de análisis
Energía bruta Kcal/kg	2522.5	NTC 512-2
Carbohidratos %	41.39	NTC 512-2
Cenizas %	12.82	Calcinación
Fibra Cruda %	15.72	NTC 668
Grasa Total %	3.65	NTC 668
Humedad %	12,96	Secado en estufa
Proteína %	13.46	Kjeldahl
Materia seca %	87.04	Cálculo

(NTC: Norma técnica colombiana).

Esta materia prima por sí sola no cumple con las características necesarias para ser un alimento proteico, fibroso o energético, específicamente en pollos de engorde para ser usada como el 100% de la ración, se descompensarían los requerimientos nutricionales del animal ya

que en la fase de engorde los niveles de proteína estarían 5 unidades porcentuales por debajo de lo requerido, además, en el caso de la fibra habría un exceso de 13 unidades porcentuales que podría provocar problemas digestivos, por otro lado, la energía bruta del afrecho de quinua se encuentra por debajo de la energía metabolizable de los requerimientos del animal dando por hecho que no supe las necesidades energéticas (Tabla 6 y Tabla 11).

Por las características se puede considerar como un recurso de calidad media a baja, principalmente por los contenidos de fibra cruda que pueden afectar la digestibilidad y la fisiología digestiva del animal.

### **7.3.2. Composición nutricional de los tratamientos**

La composición nutricional de las dietas ofrecidas a cada tratamiento se calculó a partir de la composición nutricional del afrecho de quinua y del alimento balanceado comercial cuyos resultados aparecen en la Tabla 12. En relación al contenido de proteína para cada tratamiento se puede afirmar que para el tratamiento TT0 por cada 100g suministrados 18g son de proteína, para el TT5 por cada 100g suministrados 17,8g son de proteína, para el TT10 por cada 100g suministrados 17,5g son de proteína y para el TT15 por cada 100g suministrados 17,3g son de proteína.

**Tabla 12.** Composición nutricional calculada de las raciones ofrecidas a cada tratamiento

<b>Nutriente</b>	<b>TT0</b>	<b>TT5</b>	<b>TT10</b>	<b>TT 15</b>
Proteína %	18,0	17,8	17,5	17,3
Grasa %	2,0	2,1	2,2	2,2
Fibra %	6,0	6,5	7,0	7,5
Cenizas %	8,0	8,2	8,5	8,7
Humedad %	13,0	13,0	13,0	13,0

Se observa que el contenido de proteína desciende en la medida que aumenta la adición de afrecho de quinua llegando a una reducción de 0,7 unidades porcentuales en el tratamiento con mayor cantidad de afrecho. Por su parte, los demás nutrientes en especial la fibra, aumentan en relación directa a como lo hace el porcentaje de afrecho adicionado, siendo el aumento en este nutriente de 1,5 unidades porcentuales mientras para la grasa y las cenizas del 0,2 y 0,7 unidades porcentuales, respectivamente teniendo como referencia el tratamiento control, cabe destacar que el tratamiento control y las inclusiones al 5%, 10% y 15% son muy similares en contenido nutricional.

Teniendo en cuenta el contenido nutricional del alimento balanceado o tratamiento TT0 y el contenido proteico de los tratamientos Tabla 12, se puede deducir que en los tratamientos utilizados en esta investigación el nivel de proteína no se verá disminuido de una forma significativa para la alimentación de los animales.

#### **7.4. Diseño y análisis estadístico del experimento**

El ensayo se realizó bajo un modelo completo al azar en el cual las variables asociadas a la edad de los animales fueron analizadas bajo un diseño experimental medidas repetidas en el tiempo, de acuerdo con el modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_{ij} + \lambda_k + (T \times \lambda)_{ijk} + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Respuesta del i-ésimo individuo sometido al j-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Media poblacional

$T_{ij}$  = Efecto de los tratamientos

$\lambda_k$  = Efecto de la semana

$(T \times \lambda)_{ijk}$  = Interacción entre el tratamiento y la semana

$E_{ijk}$  = Error experimental

Los datos obtenidos como acumulados durante el periodo experimental fueron analizados en un diseño experimental completo al azar con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_{ij} + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Respuesta del i-ésimo individuo sometido al j-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Media poblacional

$T_{ij}$  = Efecto de los tratamientos

$E_{ij}$  = Error experimental

Para todas las variables respuesta se comprobó los supuestos estadísticos de una distribución normal y la homocedasticidad de las varianzas. Se realizó un análisis de varianza para el diseño completo al azar con medidas repetidas en el tiempo para aquellas variables determinadas por semana y un análisis de varianza para un diseño completo al azar para aquellas variables calculadas como acumuladas al final del periodo experimental. Para los casos necesarios la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey (Martínez, Martínez, y Martínez, 2011).

Las variables respuesta se analizaron en función del nivel de sustitución de alimento balanceado por afrecho de quinua por medio de una correlación de Pearson y estimando el ajuste a una ecuación lineal por el método de Mínimos errores absolutos. Todos los análisis se realizaron usando la herramienta Real Statistics de Excel 2016.

#### 7.4.1. Determinación de uniformidad en pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus*) al inicio de la fase experimental

La Tabla 13 muestra el promedio de peso de los animales al inicio de la fase experimental observándose que no hubo diferencias significativas entre tratamientos, esto indica que las unidades experimentales eran homogéneas y que los resultados obtenidos son producto de la composición nutricional del alimento de cada tratamiento.

Se realizó un test de normalidad y un análisis de varianza que confirmo que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

**Tabla 13.** Promedio y desviación estándar de peso inicial en pollo de engorde.

Variable	TT0	TT5	TT10	TT15
Promedio de peso inicial (g)	616,0 ±38	614,6 ±25	619,6 ±42	625,6 ±23
Promedio general	619,0 ±29,9			

#### 7.4.2. Determinación de ganancia de peso en pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus*)

Para determinar la ganancia de peso se halló la diferencia entre el peso final y el peso inicial, de este modo se calculó la ganancia de peso semana a semana y la ganancia de peso total de la fase experimental.

#### 7.4.3. Determinación de conversión alimenticia en pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus*)

La conversión alimenticia se halló dividiendo el consumo de alimento sobre la ganancia de peso, esto se realizó para cada semana y para el total del experimento, de esta manera en las semanas 1, 2, 3 y 4 se tomaron los datos del consumo de cada semana y se dividieron en la

ganancia de peso de cada semana respectivamente y por otro lado la conversión alimenticia total se obtuvo al dividir el alimento consumido total en la ganancia de peso total.

#### **7.4.4. Determinación de análisis económico en pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus*)**

Este análisis se basó en la relación costo de alimentación de cada uno de los tratamientos con el producto obtenido representada en la ganancia del peso de los animales de cada tratamiento durante el ensayo. Se asumió un precio de oportunidad al afrecho de quinua de \$50 por kilogramo, por ser un material de desecho en la obtención del grano, más los costos de transformación en pelet para un valor total de \$242,57 por kg ver Tabla 14.

**Tabla 14.** Costo de producción de pelet de afrecho de quinua (60kg)

Quinua y uso de laboratorio costo de oportunidad	\$	3.000,00
Transporte Simijaca Ubaté	\$	4.000,00
Mano de obra peletizado 2 horas	\$	7.314,00
Aglutinante melaza 120 gr	\$	240,00
Total costos de producción 60 kilos de pelet de afrecho de quinua	\$	14.554,00
Costo del kilo de pelet de afrecho de quinua	\$	242,57

## **8. Resultados y discusión**

### **8.1. Comparación del análisis bromatológico de afrecho de quinua**

Velasco (2018, p. 7) reporta un análisis físico químico de afrecho de quinua con cenizas de 11,08%, fibra cruda de 18,64%, extracto etéreo de 3,68%, humedad 8,94%, proteína 14,18% y materia seca de 91,06% siendo bastante similares a los reportados en este estudio (Tabla 10). Dicho análisis se toma en cuenta debido a similitudes con Simijaca, municipio donde se cultivó la quinua teniendo en cuenta temperatura (Provincia de Chimborazo 13.4°C y Simijaca 14°C) y altura sobre el nivel del mar (Provincia de Chimborazo 2820msnm y Simijaca 2559msnm), adicionalmente existen pocos reportes de análisis bromatológicos en afrecho de quinua.

### **8.2. Mortalidad**

Se presentaron tres muertes de animales en total, en el día 11 de fase experimental se presentó la muerte de dos animales, uno en el tratamiento TT5 repetición 1 y el otro en el tratamiento TT0 repetición 2, además en el día 12 de fase experimental se presenta otra muerte en el tratamiento TT0 repetición 3 registrando una mortalidad total del 4,68%, se determina que la causa de la muerte en los tres animales fue producto de la acumulación de líquidos en la zona abdominal, probablemente ascitis.

Según Hernández (2019, pp. 54, 60) la mortalidad general calculada de los lotes fue de 4.8% incluyendo las aves muertas por síndrome ascítico. Específicamente el porcentaje de mortalidad por síndrome ascítico fue de 1,1%. Sin embargo, la mortalidad que generalmente ocurre entre la cuarta y séptima semana puede estar en un rango entre el 4 y 36%.

### **8.3. Consumo neto de alimento**

Por la aparición de ascitis se llevó a cabo la siguiente restricción en la alimentación en todos los tratamientos del experimento para generar un menor consumo de este modo se controló el problema de mortalidad.

**Tabla 15.** Consumo real de alimento en gramos/animal en pollo de engorde en la fase experimental

<b>Semanas</b> \ <b>Días</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>Total</b>	<b>Acumulado</b>
0							58	58	58
1	69	75	78	83	86	89	92	572	630
2	105	113	116	119	58	58	58	627	1257
3	58	58	58	58	58	69	75	434	1691
4	78	83	86	89	92	105	113	646	2337

En ninguno de los tratamientos hubo alimento no consumido ni desperdicios por lo tanto estos parámetros se toman como alimento neto consumido, de esta manera se obtuvieron los datos correspondientes al alimento consumido semana a semana.

También es de tener en cuenta que al registrar mortalidades en algunas repeticiones se ajustaron las raciones de acuerdo a la cantidad de animales por repetición.

(Hernández, 2019, pp. 54, 60) reporta una restricción de alimentación en pollo de engorde dependiente de la altura sobre el nivel del mar de la producción en donde a mayor altura mayor porcentaje de restricción llegando a un 30% en 2000msnm.

#### **8.4. Ganancia de peso y conversión alimenticia en pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus*)**

Como se puede observar en la Tabla 16 la ganancia de peso en las semanas 1 y 2 mostró diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos Control y TT15 siendo mayor el peso ganado por el TT0 con 68g (16,8%) de diferencia comparado con el TT15 para la semana 1 y en 69g (25,3%) de diferencia para la semana 2. Las sustituciones de 5 y 10% no mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) entre sí, ni con los tratamientos TT0 y

TT15 en las dos primeras semanas. Para las semanas 3 y 4 el peso ganado por cada tratamiento no presentó diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ), por esta razón en las semanas 3 y 4 no se realiza prueba de Tukey.

En el análisis de los datos obtenidos para el total del periodo experimental, la ganancia de peso presentó diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P<0,05$ ), en los que el tratamiento control tuvo la mayor ganancia con relación a los tratamientos TT10 y TT15, siendo superior en 104g (7,46%) y 143g (10,25%), respectivamente. De otra parte, el tratamiento TT5 presentó diferencias estadísticas significativas ( $P<0,05$ ) con relación al tratamiento TT15 con una diferencia de 97g (7,1%) siendo superior el TT5.

Los resultados de conversión alimenticia presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P<0,05$ ) entre tratamientos para las dos primeras semanas experimentales, en las que el tratamiento control presenta los mejores resultados siendo estadísticamente similar a los tratamientos TT5 y TT10, pero estadísticamente mejor ( $P<0,05$ ) que el TT15 siendo el tratamiento control más eficiente en 0,3 unidades de conversión alimenticia (17,6%) en la semana 1 y 0,8 unidades de conversión alimenticia (25,8%) más eficiente en la semana 2. En las semanas tres y cuatro de la fase experimental la conversión alimenticia no presentó diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ) entre tratamientos, por esta razón no se realizó prueba de Tukey.

**Tabla 16.** Consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia/semana experimental y total en pollo de engorde (promedio y desviación estandar).

Variable	TT0	TT5	TT10	TT15
<b>Semana 1 *</b>				
Consumo (g)	630	630	630	630
Ganancia de peso (g)	404 ±32,4 <b>a</b>	356 ±22,7 <b>ab</b>	359 ±7 <b>ab</b>	336 ±29,9 <b>b</b>

Conversión Alimenticia	1,4 ±0,11 <b>a</b>	1,6 ±0,1 <b>ab</b>	1,6 ±0,03 <b>ab</b>	1,7 ±0,15 <b>b</b>
<b>Semana 2</b>				
Consumo (g)	627	627	627	627
Ganancia de peso (g)	272 ±38,5 <b>a</b>	222 ±26,7 <b>ab</b>	232 ±23,0 <b>ab</b>	203 ±21,9 <b>b</b>
Conversión Alimenticia	2,3 ±0,29 <b>a</b>	2,9 ±0,3 <b>ab</b>	2,7 ±0,27 <b>ab</b>	3,1 ±0,36 <b>b</b>
<b>Semana 3</b>				
Consumo (g)	434	434	434	434
Ganancia de peso (g)	334 ±30,5	368 ±20,4	340 ±25,0	331 ±21,3
Conversión Alimenticia	1,3 ±0,12	1,2 ±0,06	1,3 ±0,08	1,3 ±0,08
<b>Semana 4</b>				
Consumo (g)	646	646	646	646
Ganancia de peso (g)	384 ±45,8	402 ±24,8	359 ±26,1	381 ±11,9
Conversión Alimenticia	1,7 ±0,18	1,6 ±0,09	1,8 ±0,13	1,7 ±0,05
<b>Total Experimento</b>				
Consumo (g)	2337	2337	2337	2337
Ganancia de peso (g)	1394 ±52,2 <b>a</b>	1348 ±41 <b>ab</b>	1290 ±19 <b>bc</b>	1251 ±26 <b>c</b>
Conversión Alimenticia	1,68 (±0,06) <b>a</b>	1,73 (±0,05) <b>ab</b>	1,81 (±0,02) <b>bc</b>	1,87 (±0,04) <b>c</b>

\* Letras diferentes en una misma fila indican diferencias estadísticas significativas (P<0,05).

El comportamiento de la conversión alimenticia fue similar al observado en el aumento de peso, lo cual permitiría inferir que lo observado es resultado de la calidad de la dieta recibida en cada tratamiento dada la sustitución de alimento balanceado por afrecho de quinua. De otro lado, el hecho que durante las dos primeras semanas se observaran diferencias estadísticas entre tratamientos mientras que en las últimas dos semanas no se presentaron puede relacionarse con un proceso de adaptación ocurrido al inicio del ensayo. También cabe mencionar que el clima de la zona pudo influir en los resultados obtenidos porque gran parte del alimento consumido por los animales se utilizó para el mantenimiento de la temperatura corporal.

De forma similar a lo observado en el análisis del aumento de peso (Tabla 16), la conversión alimenticia calculada para todo el periodo experimental presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $P < 0,05$ ), en el que el control presentó la mayor eficiencia, siendo estadísticamente diferente ( $P < 0,05$ ) de los tratamientos TT10 y TT15, con una eficiencia mejor de 0,13 (7,7%) y 0,19 (11,3%) unidades de conversión alimenticia respectivamente. El tratamiento TT5 fue estadísticamente similar al TT10, pero estadísticamente superior ( $P < 0,05$ ) al TT15 siendo más eficiente en 0,14 (8,3%) unidades de conversión alimenticia.

La conversión alimenticia tuvo un comportamiento errático a través del tiempo que se ocasionó posiblemente por la restricción en la alimentación como control al problema de ascitis que surgió para el día 12 de fase experimental, observándose que la conversión alimenticia tuvo un aumento significativo en la segunda semana de la fase experimental, se asume que los animales utilizaron el alimento consumido principalmente para mantenimiento, una vez que se empezó a incrementar el suministro de alimento la conversión alimenticia bajo nuevamente, como se observa más claramente en la Figura 1.

Esto contrasta con el trabajo realizado por Terrazas (2015, p. 62) quien encontró diferencias significativas entre tratamientos en un estudio en el que se evaluó una inclusión de tres niveles de semilla de quinua al 5%, 10% y 15% contra alimento balanceado en pollo en fase de engorde, en donde la ganancia de peso más alta (2678 g) se obtuvo con la inclusión del 15% y la más baja el tratamiento control (2566 g).

Las diferencias entre ambos estudios pueden deberse en primer lugar a la materia prima utilizada ya que en el caso de Terrazas se utilizó semilla de quinua y en este caso se utilizó afrecho de quinua, en segundo lugar se pudo deber a que a pesar del aceptable contenido proteínico del afrecho de quinua probablemente no tenga una alta digestibilidad en pollo de engorde.

López et al. (2009, p. 76-90) realizaron un estudio con inclusión de semilla de quinua secada al sol sin desaponificar al 0%, 5%, 15% y 25% en el que en la etapa de finalización no se encontraron diferencias estadísticas significativas para la ganancia de peso, los resultados obtenidos fueron tratamiento control 1075,4g, 5% de inclusión 1127,1g, 15% de inclusión 1171,5g y 25% de inclusión 1066,1g.

Para este caso es probable que no existieran diferencias significativas porque la materia prima utilizada fue semilla de quinua, además los porcentajes de inclusión son diferentes a los utilizados en este estudio y otra de las razones que pudo generar estos resultados es la zona geográfica siendo realizado en la vereda Cajete del municipio de Popayan en donde las condiciones medioambientales son diferentes con temperatura promedio de 19°C y 1733msnm.

Muñoz et al. (2007, p. 48) realizaron un experimento con inclusión de harina de quinua al 0%, 15%, 30% y 45% en el que encontraron diferencias significativas en ganancia de peso en la fase de finalización siendo el tratamiento control mejor respecto a los demás, inclusión al 0% 143,13g, inclusión al 15% 106,7g, inclusión al 30% 108,57g y la inclusión al 45% 108,94g.

Concordando con el estudio anterior el tratamiento control fue el que presentó mejores resultados, sin embargo los demás tratamientos presentan resultados similares.

Huamán (2017 p. 22) llevó a cabo un experimento con inclusión de grano de quinua al 0%, 5%, 10% y 15% en el que en la quinta a la sexta semana no se encontraron diferencias significativas en donde hubo ganancias de peso de 610,7g, 585,2g, 586,4g y 692,2g respectivamente.

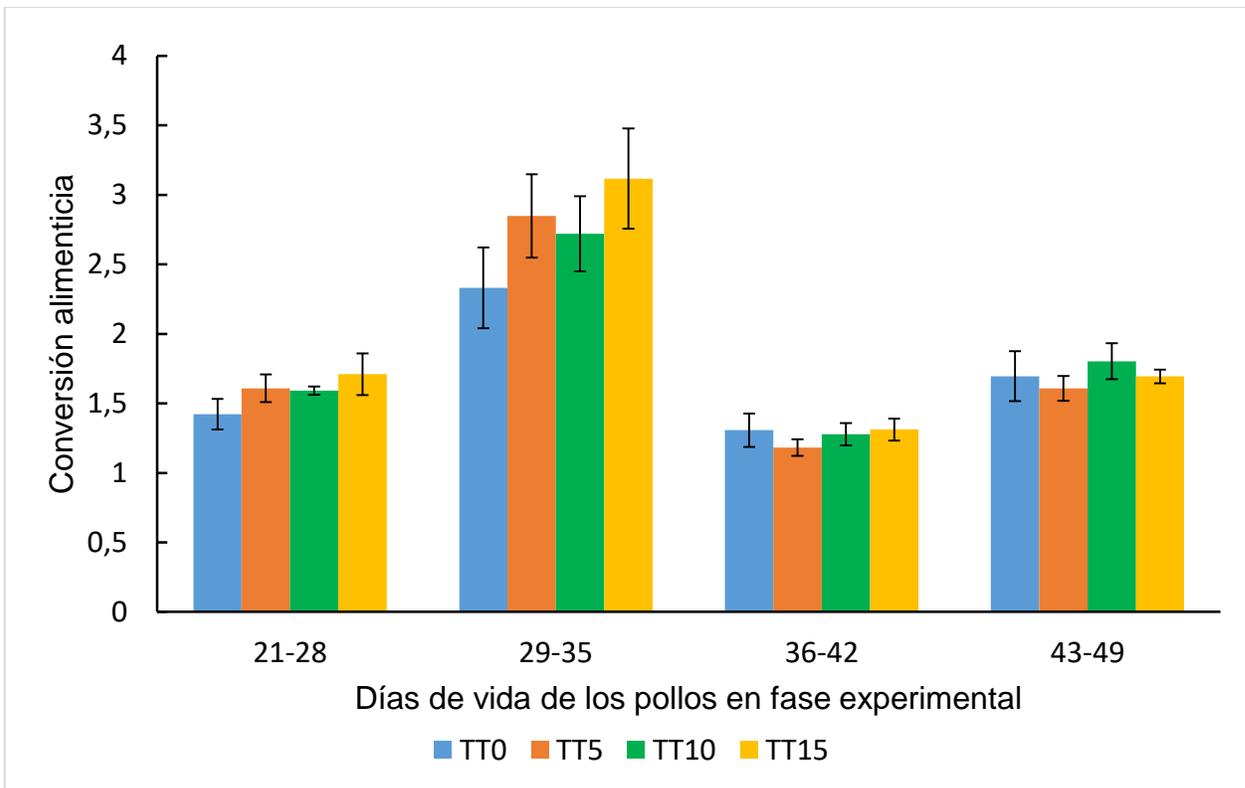
Se asume que no se encontraron diferencias significativas por la utilización de este tipo de materia prima que como ya se discutió con otros autores no presenta diferencias significativas.

En un estudio realizado por Valencia et al (2007, p. 58) en el que se hicieron tres niveles de inclusión de nacedero al 0% 7% al 12% y al 17% en dietas para pollo de engorde no se encontraron diferencias significativas en ganancia de peso siendo de inclusión al 0% 2,45kg, inclusión al 7% 2,43kg, inclusión al 12% 2,43kg e inclusión al 17% 2,57kg a los 55 días de edad.

Se discute con este autor debido a las similitudes entre la composición nutricional del afrecho de quinua y nacedero destacándose el contenido de fibra alto de 18%. A pesar de que las materias primas utilizadas en ambos estudios tienen niveles de fibra similares en el experimento de Valencia et al. (2007 p.58) no se encuentran diferencias probablemente por la utilización de nacedero que puede tener un comportamiento digestible diferente al afrecho de quinua.

Torres et al. (2016, p. 34) realizaron un experimento con inclusión de bore y yuca en donde los tratamientos tenían un control con alimento balanceado, el tratamiento 1 tenía una inclusión de 75% alimento balanceado, 12.5% yuca, 12,5% de bore, el tratamiento 2 fue de 50% de alimento balanceado, 25% de yuca y 25% de tallo de bore en la alimentación de pollo de engorde en el que no se encontraron diferencias significativas en cuanto a ganancia de peso siendo esta de 2210g 2232g, 2205g respectivamente.

Esta discusión se hace porque se usa bore y yuca combinadas en cantidades iguales para obtener una proteína de 14,4% y fibra cruda de 21,9% que llega a ser un contenido alto de fibra y bajo en proteína similar a la del afrecho de quinua de este estudio. Probablemente no se manifestaron diferencias significativas debido a que las materias primas utilizadas pueden tener una digestión alta en aves.



**Figura 1.** Conversión alimenticia acumulada por semana en pollo de engorde (Las líneas indican la desviación estándar para cada tratamiento y semana).

López et al. (2009, pp. 76-90) reportaron una conversión alimenticia sin diferencias significativas entre tratamientos en un estudio donde evaluaron la inclusión de semilla de quinua al 0% 5% 15% y 25% en dietas para pollo de engorde en etapa de finalización en donde los resultados de conversión alimenticia fueron 1,47, 1,75, 1,74 y 1,67 respectivamente, la diferencia con este estudio es el uso del grano de quinua y no de afrecho de quinua.

Según Hernández (2019, p. 32) el objetivo de la restricción alimenticia como método de control es disminuir la mortalidad por ascitis en granjas con altitudes superiores a los 2000msnm disminuyendo los problemas metabólicos y al mismo tiempo mejorar la conversión alimenticia. La restricción alimenticia puede ser una alternativa para la reducción de problemas relacionados con altas tasas de crecimiento, al aplicar la restricción alimenticia se mejora la curva de crecimiento y un desarrollo de la capacidad cardiopulmonar del animal.

Para este estudio vemos que una vez terminada la restricción en la tercera semana de fase experimental se mejora la conversión alimenticia concordando con (Hernández, 2019, p. 56).

Muñoz et al. (2007 p. 53) realizaron un experimento con inclusión de harina de quinua al 0%, 15%, 30% y 45% en el que encontraron diferencias significativas en conversión alimenticia en donde el tratamiento control y la inclusión al 30% presentaron los resultados más eficientes siendo de 1,08 y 1,1 respectivamente mientras que la inclusión al 15% y 45% son las menos eficientes con 1,22 y 1,20 respectivamente.

En este estudio se puede observar que no necesariamente a mayor inclusión se logra una mayor o menor eficiencia en la conversión alimenticia, sino que puede alternarse según el nivel de inclusión, además queda claro que con la utilización de semilla de quinua los resultados de conversión alimenticia son más eficientes que con la utilización de afrecho de quinua.

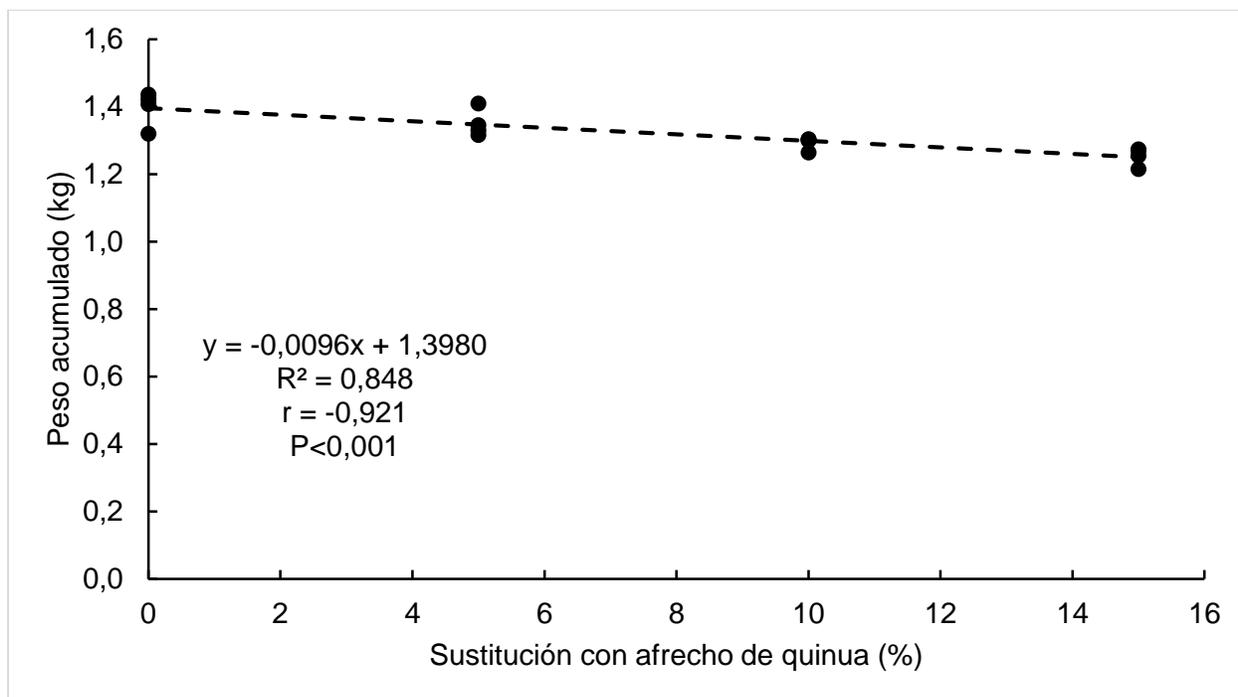
En un estudio realizado por Valencia et al. (2007, p. 56) en el que se hicieron tres niveles de inclusión de nacedero al 0% 7% al 12% y al 17% en dietas para pollo de engorde no se encontraron diferencias significativas en conversión alimenticia, estas se encuentran entre el 1.5 y 2.

Se discute con este autor debido a que la materia prima en este caso el nacedero tiene alto contenido de fibra al igual que el afrecho de quinua. Es probable que el nacedero tenga una alta digestión en pollo de engorde por lo que como resultado no hay diferencias entre tratamientos.

#### **8.4.1. Efecto de la sustitución de alimento balanceado comercial por afrecho de quinua en el peso y conversión alimenticia acumulados.**

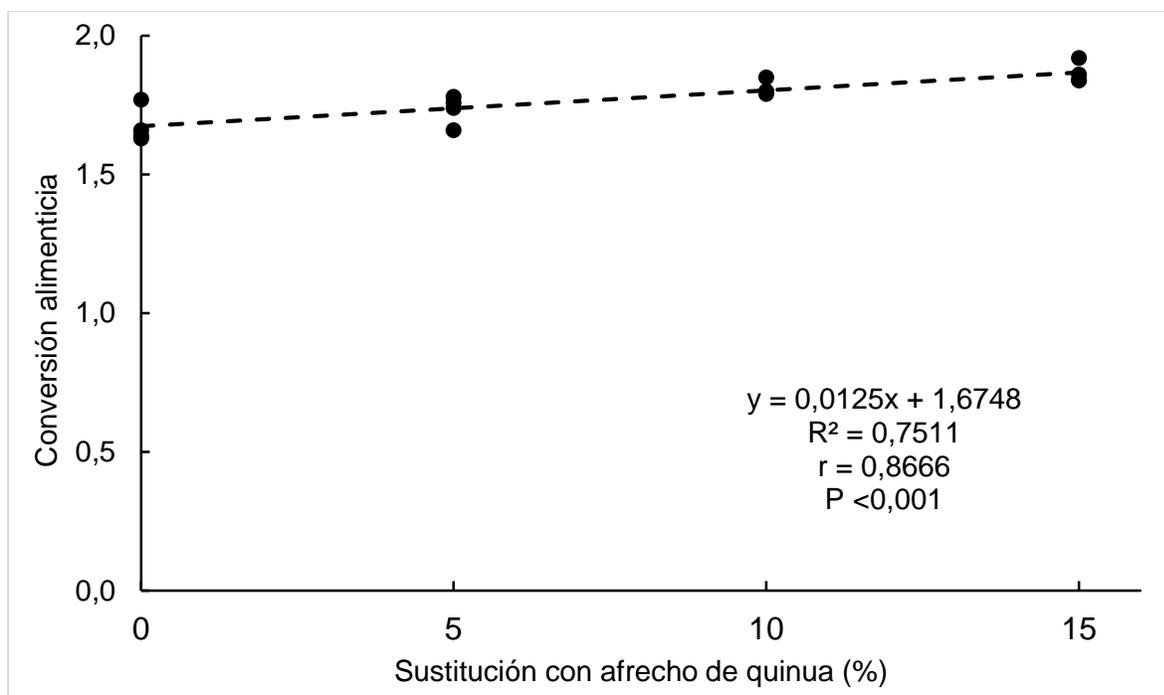
El peso acumulado durante el periodo experimental presentó una alta correlación negativa con el nivel de sustitución de alimento balanceado por afrecho de quinua, lo que puede estar explicado por la menor calidad nutricional del afrecho, en especial por su mayor contenido de

fibra cruda y un leve menor contenido de proteína (Figura 2). Coherente con esto, el peso acumulado presentó una asociación lineal alta y estadísticamente significativa ( $P < 0,001$ ) con el nivel de sustitución con afrecho de quinua.



**Figura 2.** Peso acumulado en pollos de engorde como resultado de diferentes porcentajes de sustitución de alimento balanceado por afrecho de quinua.

Este comportamiento del peso acumulado unido a que el consumo de alimento balanceado fue el mismo para todos los tratamientos, se tradujo en que la conversión alimenticia presentó la misma tendencia, es decir ir en detrimento conforme se incrementó el contenido de afrecho de quinua en las raciones. De esta manera, la conversión alimenticia presentó una correlación directa alta con el nivel de inclusión de afrecho, aunque fue menor que la observada entre el peso acumulado y el nivel de afrecho. De forma similar, el comportamiento de la conversión alimenticia al aumentar la sustitución con afrecho se puede representar con una ecuación lineal de forma altamente significativa ( $P < 0,001$ ) y con un 75% de justeza. Cabe anotar que, dada la naturaleza de la conversión alimenticia, la relación numérica es directa, pero en términos de eficiencia productiva, es inversa (Figura 3).



**Figura 3.** Conversión alimenticia total en pollos de engorde como resultado de diferentes porcentajes de sustitución de alimento balanceado por afrecho de quinua.

## 8.5. Análisis económico

### 8.5.1. Costos de alimentación

Como se puede observar en la Tabla 17 a mayor nivel de inclusión de afrecho de quinua el costo del alimento en los tratamientos disminuye, el tratamiento TT5 es \$82,90 (4,36%) más económico que el TT0, el TT10 es \$165,80 (8,72%) más económico que el TT0 y el TT15 \$248,30 (13,08%) más económico que el TT0.

**Tabla 17.** Eficiencia alimenticia y costo de ganancia de peso, conversión alimenticia por kilogramo.

Variables	TT0	TT5	TT10	TT15
Precio de alimento por kilogramo.	\$ 1.900,00	\$ 1.817,10	\$ 1.734,20	\$ 1.651,30
Alimento consumido por animal (kg).	2,337	2,337	2,337	2,337
Costo total alimento consumido por animal.	\$ 4.440,03	\$ 4.246,56	\$ 4.052,83	\$ 3.859,09

Ganancia promedio de peso por Animal (kg).	1,394	1,348	1,290	1,251
Conversión alimenticia promedio/ tto	1,68	1,73	1,81	1,87
Eficiencia (ganancia de peso/alimento consumido).	59%	57%	55%	53%
Costo de la ganancia promedio de peso/kg.	\$ 3.185,87	\$ 3.145,60	\$ 3.135,65	\$ 3.079,57
Costo de conversión alimenticia/kg	\$3.185,04	\$3.147,88	\$3.136,92	\$3.080,65

Como consecuencia de la uniformidad en el consumo entre repeticiones y tratamientos, el cambio en el costo de producción por kilogramo de peso vivo estuvo relacionado con la disminución en el costo de alimentación debido al uso de afrecho de quinua. En la Tabla 17 se muestran los costos que representó la alimentación y de acuerdo a este cual fue el costo de producir un kilogramo de pollo. De esta forma, el tratamiento TT5 es \$40,27 (1,26%) más económico que el TT0, el TT10 es \$50,22 (1,57%) más económico y el TT15 \$106,30 (3,33%) más económico.

Cabe aclarar que en la comparación de costos únicamente se tuvo en cuenta la alimentación ya que esta fue la única variable que cambió en cada tratamiento y que fue de interés en este estudio.

Terrazas (2015, p. 91), realizó un estudio en el que se hizo una inclusión de semilla de quinua al 0%, 5%, 10% y 15% para alimentación de pollo de engorde, en la fase final reportó un análisis económico en el que a medida que aumentaba la inclusión también aumentaba el costo de la alimentación llegando a ser el tratamiento 5 un 5% más costoso que el tratamiento control, el tratamiento 10 un 17% y el 15 un 33% más, esto se debe a que el producto utilizado en el estudio es de alta valor nutricional y se utiliza en la alimentación humana.

**Tabla 18.** Rentabilidad de pollo de engorde por tratamiento.

Variables	TT0	TT5	TT10	TT15
-----------	-----	-----	------	------

Peso inicial (kg)	0,62	0,61	0,62	0,63
Ganancia promedio de peso por animal (kg)	1,394	1,348	1,290	1,251
Peso de pollo en pie (kg)	2,01	1,96	1,91	1,88
Canal (75%) de pollo en pie (kg)	1,51	1,47	1,43	1,41
Precio en canal (\$5,500/kg)	\$ 8.290,22	\$ 8.101,50	\$ 7.884,94	\$ 7.747,27
Costo pollito 21 días	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00
Costo de alimentación	\$ 4.440,03	\$ 4.246,56	\$ 4.052,83	\$ 3.859,09
Costo compra de pollos y alimentación	\$ 7.940,03	\$ 7.746,56	\$ 7.552,83	\$ 7.359,09
Utilidad	\$ 350,19	\$ 354,94	\$ 332,11	\$ 388,18
Rentabilidad	4,41%	4,58%	4,40%	5,27%

Al tener en cuenta el precio de venta del pollo en canal vemos que se genera una rentabilidad en la Tabla 18 en dónde se observa que en el TT15 a pesar de producir menos ganancia de peso, llega a ser el tratamiento más rentable. Pero por otro lado teniendo en cuenta únicamente el precio en canal que es lo que finalmente le interesa al pequeño productor el tratamiento con más ingresos es el TT0 en donde hay una diferencia de \$188,72 por animal con el TT5, una diferencia de \$405,28 por animal contra el TT10 y una diferencia de \$542,95 con el TT15.

## 9. Conclusiones

- Teniendo en cuenta los resultados se concluye que a mayores niveles de inclusión de afrecho de quinua se obtiene una menor ganancia de peso en pollo de engorde.
- Se podría usar la inclusión del afrecho de quinua al 5% ya que su comportamiento en cuanto a ganancia de peso y conversión alimenticia es muy similar a la presentada usando alimento balanceado
- En el tratamiento con inclusión de 15% con el paso del tiempo tuvo una mejoría en la conversión alimenticia por lo que podría llegar a ser factible en semanas posteriores al día 49 de vida de los animales.
- Basado en el análisis económico de este estudio se nos presentan dos opciones de producción, la primera utilizando el TT0 donde se produce más biomasa a un precio mayor y la segunda en el TT15 donde se produce menos biomasa a un costo menor.
- Para un pequeño productor es más viable utilizar el 100% de alimento balanceado ya que a pesar de que se hace una inversión inicial más alta no se sacrifica productividad.

## 10. Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones planteadas se recomienda:

- Se recomienda hacer una inclusión paulatina de afrecho de quinua hasta llegar al 15% o más a partir de los 30 días de vida del animal, etapa en la que requiere menores niveles de proteína
- Se recomienda utilizar este tipo de alimento para hacer investigaciones en herbívoros monogástricos que requieran altas cantidades de fibra y no requieran altos niveles de proteína (cunicultura y cuyicultura).
- Es importante la socialización de este tipo de investigaciones para que productores interesados adopten nuevos sistemas de producción teniendo como base la alimentación con subproductos de cosechas de sus fincas sacando mayor provecho de estas.

## 11. Bibliografía

- Camara de comercio de Bogotá. (2008). Caracterización económica y empresarial de las provincias de cobertura de las CCB Ubaté. Boletín, Camara de comercio. Obtenido de [https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2889/6233\\_caracteriz\\_empresarial\\_ubate.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2889/6233_caracteriz_empresarial_ubate.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cárdenas, A. (2015). Evaluación de parámetros productivos en pollos de engorde de la línea Ross 308 suplementando aceites esenciales de orégano en la finca San Fernando municipio de Fusagasugá, Cundinamarca. Tesis de pregrado, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Colombia. Obtenido de <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/328/EVALUACION%20DE%20PARAMETROS%20PRODUCTIVOS%20EN%20POLLOS%20DE%20ENGORDE%20DE%20LA%20LINEA%20ROSS%20308%20SUPLEMENTANDO%20ACEITES%20ESENCIALES%20DE%20OREGANO%20EN%20LA%20FINCA%20SAN>
- Carrasco, A. M., y Serna, L. (2011). Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Scielo*, 31(1), 225-230. Obtenido de [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612011000100035](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612011000100035)
- Cipa. (2019). Cipa. Obtenido de Pollo de engorde. Plan de alimentación: <https://www.cipa.com.co/wp-content/uploads/2019/11/Plan-alimentacio%CC%81n-pollo-engorde.pdf>
- ClimateData.org. (s.f.). Guachetá clima (Colombia). Obtenido de Clima Guachetá: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cundinamarca/guacheta-49933/>
- Dane. (2015). El Pollo de engorde (*Gallus domesticus*), fuente proteica de excelente calidad en la alimentación y nutrición humana. Boletín mensual, DANE, Gobierno de Colombia. Obtenido de

[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos\\_jun\\_2015.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_jun_2015.pdf)

Díaz, M. (2018). Estandarización de los criterios de la calidad de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) como un avance para fomentar la cadena productiva en Cundinamarca. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/18770>

Fenavi. (2018). Caracterización económica del sector avícola Cundinamarca. Revista, Fenavi. Obtenido de <http://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/10/Cundinamarca.pdf>

Fenavi. (2019). Información estadística pública. Obtenido de Fenavi.org: <https://fenavi.org/estadisticas/informacion-estadistica-publica/>

Finagro. (2020). La quinua en Colombia es uno de los cultivos con gran potencial de crecimiento. Obtenido de <https://www.finagro.com.co/noticias/la-quinua-en-colombia-es-uno-de-los-cultivos-con-gran-potencial-de-crecimiento>

Gómez, L., y Aguilar, E. (2016). Guía de cultivo de la Quinua. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2 ed., Vol. 2). (U. n. Molina, Ed.) Perú: Biblioteca Nacional del Perú. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf>

Hernández, C. (2019). Incidencia y mortalidad causada por síndrome asfítico entre la cuarta y la sexta semana de producción en pollo de engorde de la estirpe Ross 308 ap y Cobb 500. Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga, Colombia. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13247/1/2019\\_incidencia\\_mortalidad\\_causada.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13247/1/2019_incidencia_mortalidad_causada.pdf)

- Huamán, M. (2017). Niveles de quinua (*Chenopodium quinoa*) en la dieta de pollos durante la etapa de crecimiento - *engorde*. Universidad nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2221/BC-TES-TMP-1094.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lopez, F., Portilla, S., y Mosquera, M. (2009). Evaluación del efecto nutricional de Quinua (*Chenopodium quinoa willdenow*) con diferentes niveles de inclusión en dietas para pollos de engorde. *Dialnet*, 7(1), 76-90. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117941>
- Martínez, M., Martínez, N., y Martínez, R. (2011). Diseño de experimentos en ciencias agropecuarias y biológicas con SAS, SPSS; R y STATISTIX. Scielo. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=tcn\\_link&ref=000097&pid=S0120-295220130002000400017&lng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=tcn_link&ref=000097&pid=S0120-295220130002000400017&lng=es)
- Ministerio de agricultura. (2018). En los últimos 4 años, la quinua ha tenido un crecimiento de más del 150% en áreas de producción. Minagricultura Colombia. Obtenido de <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/En-los-%C3%BAltimos-4-a%C3%B1os,-la-quinua-ha-tenido-un-crecimiento-de-m%C3%A1s-del-150-en-%C3%A1reas-de-producci%C3%B3n-.aspx>
- Montoya, L., Martínez, L., y Peralta, J. (2005). Anlisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia. (U. n. Colombia, Ed.) *Innovar*, 1(103), 23. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/34/47>
- Mujica, Á., y Jacobsen, S.-E. (2006). La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) y sus parientes silvestres. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San andres. Obtenido de <https://beisa.au.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2027.pdf>

- Muñoz, Y., Casso, G., y Meneses, O. (2007). Evaluación del rendimiento nutricional de la harina de quinua (*Chenopodium quinua* Willd.), como aporte de la proteína y energía en la elaboración de dietas para pollos en la fase de ceba en la vereda Tetilla, municipio de Popayan, Cauca. Tesis de pregrado, Universidad nacional y abierta a distancia UNAD, Popayan, Cauca. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/1438/2007-05-03P-0015.pdf?sequence=1>
- Orozco, L. (2017). Santander lidera la producción avícola . *Agronegocios*. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/ganaderia/santander-lidera-la-produccion-avicola-2622546>
- Revista Dinero. (2018). ¿Cómo va la producción de quinua en Colombia? Dinero. Obtenido de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/produccion-de-quinua-en-colombia-2018/260204>
- Rodríguez, I., y Ramírez, J. (2018). Efecto de un anticoccidial natural a base de saponinas de *Yucca schidigera* y *Trigonella foenum-graecum* sobre el control de la coccidiosis en pollo de carne. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 30(3). Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/16597>
- Ruiz, J. (2001). Evaluación del polvillo de arroz en reemplazo de afrecho de trigo en etapa de crecimiento - engorde en cuyes. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María - Perú. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/885/ZT-394.pdf?sequence=1&isAllowed=y>: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/885>
- Silva, M. (2015). Determinación de las pérdidas económicas de pollo de engorde partiendo de la eficiencia por conversión de alimento. Trabajo de pregrado, Universidad Santo

Tomas, Bucaramanga, Colombia. Recuperado el 12 de 05 de 2019, de  
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/1689>

Terrazas, K. (2015). Evaluación de tres niveles de jipi de Quinoa (*chenopodium quinoa willd*) en la ración alimenticia de pollos parrilleros de la línea Cobb-500 en la provincia Murillo del departamento de la Paz. Tesis de pregrado, Universidad mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5684>

Torres, O., González, Y., y Torres, E. (2016). Efecto de la inclusión de yuca (*Manihot esculenta*, crantz) y tallo de bore (*Colocasia esculenta*, linn) en la dieta de pollos de engorde. (F. u. Castellanos, Ed.) Referencias para consultorio MV, 44. Obtenido de <http://referenciasparaconsultoriosmv.com/wp-content/uploads/2018/06/REFERENCIAS-44-33-35.pdf>

Valencia, J., Sarria, E., y Rivera, D. (2007). Efecto de tres niveles de inclusión de nacedero (*Trichanthera gigantea*) y materias primas convencionales en la alimentación de pollos de engorde en el municipio de Popayan - Cauca. Tesis de pregrado, Universidad Nacional abierta a distancia UNAD, Popayan, Colombia. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/1448/2007-05-03P-0002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Velasco, C. (2018). Efecto de diferentes niveles de afrecho de quinua en la alimentación de cuyes mejorados en la etapa de crecimiento-engorde. Trabajo de pregrado, Escuela superior politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8521/1/17T1532.pdf>

## 12. Anexos

### Anexo 1. Análisis de varianza para ganancia de peso semanal.

Two Factor Anova with Repeated Measures

ANOVA				Alpha	0,05	
	SS	df	MS	F	P value	F crit
Between Subjects	223131,6	15				
Semana	217442,3	3	72480,8	152,879	7,9695E-10	3,4903
- Error	5689,3	12	474,1			
Within Subjects	56570,5	48				
Tratamientos	11831,6	3	3943,9	4,817	0,0064	2,8663
- Interaction	15262,1	9	1695,8	2,071	0,0591	2,1526
- Error	29476,7	36	818,8			
Total	279702,1	63	4439,7			

Greenhouse and Geisser				Alpha	0,05	
Sources	SS	df	MS	F	P value	F crit
Tratamientos	11831,6	2,04	5809,5	4,817	0,0168	3,38
Interaction	15262,1	6,11	2498,0	2,071	0,0932	2,49
Error	29476,7	24,44	1206,1			

### Anexo 2. Análisis de varianza para la conversión alimenticia por semana.

Two Factor Anova with Repeated Measures

ANOVA				Alpha	0,05	
	SS	df	MS	F	P value	F crit
Between Subjects	20,516	15				
Semana	19,941	3	6,6470	138,702	1,4052E-09	3,490
- Error	0,575	12	0,0479			
Within Subjects	2,604	48				
Tratamientos	0,591	3	0,1969	6,865	0,00089474	2,866
- Interaction	0,981	9	0,1091	3,803	0,00188724	2,153
- Error	1,032	36	0,0287			
Total	23,121	63	0,3670			

Greenhouse and Geisser

Alpha

0,05

Sources	SS	df	MS	F	P value	F crit
Tratamientos	0,591	2,424	0,244	6,865	0,00223	3,130
Interaction	0,981	7,271	0,135	3,803	0,00442	2,325
Error	1,032	29,083	0,035			

**Anexo 3.** Análisis de varianza de ganancia de peso semana 1

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	9725,5117	3	3241,8372	5,1417033	0,016255	3,4902948
Dentro de los grupos	7565,9844	12	630,4987			
Total	17291,496	15				

**Anexo 4.** Análisis de varianza de ganancia de peso semana 2

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	10286,939	3	3428,9797	4,261782	0,0288546	3,4902948
Dentro de los grupos	9655,059	12	804,58825			
Total	19941,998	15				

**Anexo 5.** Análisis de varianza de ganancia de peso semana 3

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3302,2969	3	1100,7656	1,8075605	0,1993907	3,4902948
Dentro de los grupos	7307,7431	12	608,97859			
Total	10610,04	15				

**Anexo 6.** Análisis de varianza de ganancia de peso semana 4

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3779,0048	3	1259,6683	1,4210497	0,2849296	3,4902948
Dentro de los grupos	10637,22	12	886,43504			
Total	14416,225	15				

**Anexo 7.** Análisis de varianza de ganancia de peso acumulado en toda la fase experimental.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	47326,516	3	15775,505	11,472875	0,0007722	3,490294819
Dentro de los grupos	16500,316	12	1375,0263			
Total	63826,832	15				

**Anexo 8.** Análisis de varianza de conversión alimenticia semana 1

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,170322	3	0,056774	4,5169792	0,0242975	3,4902948
Dentro de los grupos	0,150828	12	0,012569			
Total	0,32115	15				

**Anexo 9.** Análisis de varianza de conversión alimenticia semana 2

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,2810702	3	0,4270234	4,434098	0,0256794	3,4902948
Dentro de los grupos	1,1556535	12	0,0963045			
Total	2,4367237	15				

**Anexo 10.** Análisis de varianza de conversión alimenticia semana 3

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,0355672	3	0,0118557	1,0116923	0,4365397	4,0661806
Dentro de los grupos	0,0937496	8	0,0117187			
Total	0,1293168	11				

**Anexo 11.** Análisis de varianza de conversión alimenticia semana 4

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,0770916	3	0,0256972	1,5874126	0,2439281	3,4902948
Dentro de los grupos	0,1942572	12	0,0161881			
Total	0,2713487	15				

**Anexo 12.** Análisis de varianza de conversión alimenticia acumulada para toda la fase experimental.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,0833374	3	0,0277791	12,02038	0,0006298	3,4902948
Dentro de los grupos	0,027732	12	0,002311			
Total	0,1110694	15				

**Anexo 13.** Prueba de Tukey de ganancia de peso semana 1

TUKEY

HSD/KRAME

SEMAN

R

A 1

alpha

0,05

group	mean	n	ss	df	q-crit
TT0	404,0	4	3166,25		
TT5	356,6	4	1558,8125		
			149,04687		
TT10	359,4	4	5		
TT15	336,5	4	2691,875		
			7565,9843		
		16	8	12	4,199

Q

TEST

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d
TT0	TT5	47,375	12,55	3,773	-5,343	100,09	0,084	52,71	1,887
TT0	TT10	44,5625	12,55	3,549	-8,155	97,280	0,109	52,71	1,775
<b>TT0</b>	<b>TT15</b>	67,5	12,55	5,376	14,78	120,21	<b>0,012</b>	52,71	2,688
TT5	TT10	2,8125	12,55	0,224	-	49,90	0,999	52,71	0,112
TT5	TT15	20,125	12,55	1,603	32,59	55,530	0,677	52,71	0,801
TT10	TT15	22,9375	12,55	1,827	29,78	72,843	0,585	52,71	0,913
					0	75,655		8	

**Anexo 14.** Prueba de Tukey de ganancia de peso semana 2

TUKEY HSD/KRAMER		semana 2	alpha	0,05		
<i>group</i>	<i>mean</i>	<i>n</i>	<i>ss</i>	<i>df</i>	<i>q-crit</i>	
TT0	272,5	4	4468,075			
TT5	222,3	4	2140,375			
TT10	232,1	4	1598,188			
TT15	203,1	4	1448,422			
		16	9655,059	12	4,199	

Q TEST

<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>mean</i>	<i>std err</i>	<i>q-stat</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>p-value</i>	<i>mean-crit</i>	<i>Cohen d</i>
TT0	TT5	50,188	14,183	3,539	-9,365	109,740	0,110	59,553	1,769
TT0	TT10	40,396	14,183	2,848	-19,157	99,949	0,236	59,553	1,424
TT0	TT15	69,458	14,183	4,897	9,905	129,011	0,021	59,553	2,449
TT5	TT10	9,792	14,183	0,690	-49,761	69,345	0,960	59,553	0,345
TT5	TT15	19,271	14,183	1,359	-40,282	78,824	0,773	59,553	0,679
TT10	TT15	29,063	14,183	2,049	-30,490	88,615	0,495	59,553	1,025

**Anexo 15.** Prueba de Tukey de ganancia de peso acumulada durante toda la fase experimental.

TUKEY HSD/KRAMER		Peso acumulado	alpha	0,05		
<i>group</i>	<i>mean</i>	<i>n</i>	<i>ss</i>	<i>df</i>	<i>q-crit</i>	
TT0	348,9	16	58221,4			
TT5	337,5	16	82190,43			
TT10	323,0	16	50697,28			
TT15	313,3	16	76761,36			
		64	267870,5	60	3,737	

Q TEST

<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>mean</i>	<i>std err</i>	<i>q-stat</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>p-value</i>	<i>mean-crit</i>	<i>Cohen d</i>
TT0	TT5	11,422	16,704	0,684	-51,002	73,846	0,962	62,424	0,171
TT0	TT10	25,859	16,704	1,548	-36,564	88,283	0,694	62,424	0,387
TT0	TT15	35,625	16,704	2,133	-26,799	98,049	0,439	62,424	0,533
TT5	TT10	14,437	16,704	0,864	-47,986	76,861	0,928	62,424	0,216
TT5	TT15	24,203	16,704	1,449	-38,221	86,627	0,736	62,424	0,362
TT10	TT15	9,766	16,704	0,585	-52,658	72,189	0,976	62,424	0,146

**Anexo 16.** Prueba de Tukey de conversión alimenticia semana 1

TUKEY HSD/KRAMER		semana 1		alpha 0,05	
<i>group</i>	<i>mean</i>	<i>n</i>	<i>ss</i>	<i>df</i>	<i>q-crit</i>
TT0	1,42	4	0,042		
TT5	1,61	4	0,031		
TT10	1,59	4	0,003		
TT15	1,71	4	0,075		
		16	0,151	12	4,199

Q TEST									
<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>mean</i>	<i>std err</i>	<i>q-stat</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>p-value</i>	<i>mean-crit</i>	<i>Cohen d</i>
TT0	TT5	0,186	0,056	3,315	-0,050	0,421	0,142	0,235	1,657
TT0	TT10	0,169	0,056	3,012	-0,067	0,404	0,199	0,235	1,506
TT0	TT15	0,287	0,056	5,127	0,052	0,523	0,016	0,235	2,564
TT5	TT10	0,017	0,056	0,302	-0,218	0,252	0,996	0,235	0,151
TT5	TT15	0,102	0,056	1,813	-0,134	0,337	0,591	0,235	0,906
TT10	TT15	0,119	0,056	2,115	-0,117	0,354	0,469	0,235	1,058

**Anexo 17.** Prueba de Tukey de conversión alimenticia semana 2

TUKEY HSD/KRAMER		semana 2		alpha 0,05	
<i>group</i>	<i>mean</i>	<i>n</i>	<i>ss</i>	<i>df</i>	<i>q-crit</i>
TT0	2,33	4	0,252947		
TT5	2,85	4	0,2815		
TT10	2,72	4	0,22145		
TT15	3,12	4	0,399757		
		16	1,155654	12	4,199

Q TEST									
<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>mean</i>	<i>std err</i>	<i>q-stat</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>p-value</i>	<i>mean-crit</i>	<i>Cohen d</i>
TT0	TT5	0,52	0,16	3,33	-0,14	1,17	0,14	0,65	1,66
TT0	TT10	0,39	0,16	2,51	-0,26	1,04	0,33	0,65	1,26
TT0	TT15	0,79	0,16	5,06	0,13	1,44	0,02	0,65	2,53
TT5	TT10	0,13	0,16	0,81	-0,53	0,78	0,94	0,65	0,41
TT5	TT15	0,27	0,16	1,74	-0,38	0,92	0,62	0,65	0,87
TT10	TT15	0,40	0,16	2,55	-0,26	1,05	0,32	0,65	1,28

**Anexo 18.** Prueba de Tukey de conversión alimenticia acumulada durante la fase experimental.

TUKEY HSD/KRAMER		alpha 0,05			
<i>group</i>	<i>mean</i>	<i>n</i>	<i>ss</i>	<i>df</i>	<i>q-crit</i>
TT0	1,68	4	0,013		

TT5	1,74	4	0,008		
TT10	1,81	4	0,002		
TT15	1,87	4	0,004		
		16	0,027	12	4,199

Q TEST

<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>mean</i>	<i>std err</i>	<i>q-stat</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>p-value</i>	<i>mean-crit</i>	<i>Cohen d</i>
TT0	TT5	0,060	0,024	2,516	-0,040	0,160	0,329	0,100	1,258
TT0	TT10	0,135	0,024	5,661	0,035	0,235	0,008	0,100	2,830
TT0	TT15	0,190	0,024	7,967	0,090	0,290	0,001	0,100	3,983
TT5	TT10	0,075	0,024	3,145	-0,025	0,175	0,172	0,100	1,572
TT5	TT15	0,130	0,024	5,451	0,030	0,230	0,011	0,100	2,726
TT10	TT15	0,055	0,024	2,306	-0,045	0,155	0,399	0,100	1,153

**Anexo 19.** Peletización de afrecho de quinua (*Chenopodium quinoa*)



**Anexo 20.** División interna del galpón



**Anexo 21.** Distribución aleatorizada de tratamientos y repeticiones en el galpón

PUERTA	T5R3	T0R4	T10R2	T10R1
	T0R3	T5R2	T15R4	T15R2
	T5R1	T15R1	T15R3	T0R1
	T0R2	T10R4	T10R3	T5R4

**Anexo 22.** Vacuna de New Castle utilizada por el proveedor previa a la compra de los animales



**Anexo 23.** Mortalidad de pollo con síntomas de ascitis



**Anexo 24.** Repetición de pollo de engorde durante la fase experimental



## Anexo 25. Resultados del análisis bromatológico del afrecho de quinua (*Chenopodium quinoa*)



### Reporte de Análisis Físicoquímico 20200420294

Página: 1 de 1

Razón Social: JUAN CARLOS VELASQUEZ Principal	C.C 79372392
Contacto: Sr. Juan Carlos Velasquez	Correo electrónico: juanvelasquezv@gmail.com
Dirección: Cra. 23 # 137-25 Apto. 203	
Ciudad: Bogotá	Teléfono: 3202819735 FAX: N.D
Observaciones: N.A.	
Fecha Recepción: 2020-04-15	Fecha Análisis: 2020-04-15 Fecha Reporte: 2020-04-21 09:28:32

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Proveedor	Cantidad	Presentación	Lugar Muestra	Lote	Vencimiento	Temp. °C	Condiciones específicas de la muestra
N.A	500g	BOLSA PLASTICA	ENVIADA AL LABORATORIO	N.A	N.A	N.A	F.P : 19-03-2020

#### PELLET DE AFRECHO DE QUINUA (C0294)

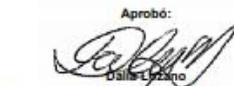
ANÁLISIS	RESULTADOS	PARÁMETRO	MÉTODO ANÁLISIS
CALORIAS	252.25 kcal/100 g	No aplica	NTC 512-2
CARBOHIDRATOS	41.39 g/100 g	No aplica	NTC 512-2
CENIZAS	12.82 g/100 g	No aplica	Calcificación
FIBRA CRUDA	15.72 g/100 g	No aplica	NTC 668
GRASA TOTAL	3.65 g/100 g	No aplica	NTC 668
HUMEDAD	12.96 g/100 g	No aplica	Secado en estufa
PROTEINA	13.46 g/100 g	No aplica	Kjeldahl
SOLIDOS TOTALES	87.04 g/100 g	No aplica	Cálculo

Información fisicoquímica en 100 g de muestra analizada.

Para emitir el concepto de cumplimiento se tuvo en cuenta la regla de decisión adoptada por el laboratorio, comunicada al cliente y descrita en el documento interno INMF-002.

FIN DEL REPORTE

Revisó:  
  
 Tereza Mantilla Ariza  
**FÍSICOQUÍMICA**

Aprobó:  
  
 Jairo Lizcano  
**DIRECTOR DE FÍSICOQUÍMICA**

VERIFIQUE LA AUTENTICIDAD DEL RESULTADO CON EL LABORATORIO. RESULTADO VÁLIDO DE LA MUESTRA ANALIZADA.  
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento. Todos los análisis son realizados en Nulab Ltda. a menos que se especifique lo contrario.

Carrera 16 No. 58 A-73 (Chapinero) • Teléfono: 745 2053 • Celular:(310) 625 2306  
 www.nulab.com.co • E-mail: info@nulab.com.co • Bogotá D.C., Colombia