

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**“EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE LA HARINA DE CHIA (*Salvia hispánica L.*) EN EL CONTENIDO DE ACIDO GRASO (OMEGA 3) EN LA CARNE DE CUY (*Cavia porcellus L.*)”**

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias ANDREA ARIAS QUISPE para optar al Título Profesional de Ingeniero Zootecnista.

**ASESORES:**

**Ing. Zoot. DAVID LUCIANO CASTRO CÁCERES**

**Ing. Zoot. Mgt. JESUS CAMERO DE LA CUBA**

**CUSCO – 2019**

## DEDICATORIA

Quiero dedicar esta investigación a las personas más importantes de mi vida: A mi Mamá María, ángel que me cuida, a quien tantas veces prometí sin cumplir, por fin estás viendo como este sueño se hace realidad, por ser el pilar fundamental de mi vida. A mi padre por su formación que me dio.

A mis hermanos: Ernesto, Josefina y Juan Carlos por el apoyo que me brindaron día a día con sus consejos y orientaciones.

A mis sobrinos: Beckan y Sharmely, para que cuando crezcan entiendan que todo sacrificio y todo esfuerzo con voluntad tiene su recompensa.

## AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios, por la vida, por mi familia, por mis amigos, por las capacidades.

Gracias a mi familia por apoyo incondicional.

Gracias amigos por caminar como compañeros, colegas, formando amistad a lo largo de estos años.

Gracias a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, alma mater cuyas paredes forjan esfuerzo y sacrificio, que me acogió académicamente, siempre te recordaré.

Gracias a mis asesores de mi investigación de tesis: Ing. Zoot. DAVID LUCIANO CASTRO CÁCERES Ing. Zoot y Mgt. JESÚS CAMERO DE LA CUBA, por su esfuerzo y dedicación que me brindaron, quien, con sus conocimientos, experiencia me impulsaron con la realización de esta investigación, muchas gracias por el apoyo brindado.

Gracias a todas las personas que estuvieron siempre apoyándome día a día en el desarrollo de mi investigación de mi tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
I. INTRODUCCION .....	2
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Identificación del problema objeto de investigación .....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	3
3.1. OBJETIVOS .....	4
3.1.1. Objetivo general .....	4
3.1.2. Objetivo específico .....	4
3.2. JUSTIFICACIÓN.....	5
IV. HIPÓTESIS.....	6
4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	6
4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICO .....	6
V. MARCO TEÓRICO .....	7
5. Bases teóricas.....	7
5.1. Cuy.....	7
5.2. Fisiología del cuy.....	7
5.3. Generalidades de ácidos grasos esenciales (AGE) .....	7
5.2. Ácidos grasos .....	8
5.3. Ácidos grasos esenciales (AGE).....	8
5.4. Los beneficios de la omega 3.....	9
5.5. Fuentes de ácidos grasos omega-3.....	10
5.6. Mecanismo de acción de los ácidos grasos ( $\omega$ -3) .....	10
5.7. Efectos benéficos de los ácidos grasos ( $\omega$ -3).....	11
5.7.1. La diabetes y los ácidos grasos .....	11
5.7.2. Sobre el sistema cardiovascular .....	11
5.7.3. Sobre el sistema nervioso.....	12
5.8. Semilla de chía .....	12
5.9. Origen y antecedentes históricos de la Chía (Salvia hispánica L.).....	13
5.10. Composición química de las semillas de chía .....	13
5.11. Clasificación taxonómica de la semilla de chía .....	14
5.12. Semillas de chía blanca y negra .....	14
5.13. Antecedentes de la investigación.....	15
VI. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
6.1. Lugar de ejecución y duración .....	16
6.2. Ubicación política.....	16
6.3. Ubicación Geográfica .....	16
6.4. Ubicación Hidrográfica.....	16

6.5.	Materiales y Equipos.....	16
6.5.1.-	Materiales biológicos.....	16
6.5.2.-	Equipo de Trabajo.....	16
6.5.3.-	Equipo de gabinete.....	17
6.6.	Métodos de investigación.....	17
6.6.1.	Enfoque de la investigación.....	17
6.6.2.	Tipo de investigación.....	17
6.7.	Instalaciones.....	17
6.8.	Materiales de estudio.....	18
6.8.1.	Animales experimentales.....	18
6.9.	Métodos.....	19
6.9.1.	Duración.....	19
6.10.	Tratamientos.....	19
6.7.	Preparación de dietas experimentales.....	20
6.8.	Metodología de trabajo.....	22
6.8.1.	Alimentación del cuy.....	22
6.8.2.	Preparación de harina de chía.....	22
6.8.4.	Suministro de Agua.....	23
6.8.5.	Sanidad.....	23
6.8.6.	Análisis cromatográficos de los ácidos grasos.....	23
6.8.7.	Análisis de ácidos grasos en la semilla de chía.....	23
6.8.8.	Análisis de ácidos grasos de las dietas preparadas por tratamientos.....	24
6.9.	Variables en estudio.....	25
6.9.1.	Variable independiente.....	25
6.9.2.	Variable dependiente.....	25
6.10.	Diseño Estadístico.....	27
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
7.1	Contenido de ácidos grasos (omega -3) en la carne de cuy.....	28
7.2.	Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI).....	29
7.3.	Ácidos grasos saturados (AGS).....	30
7.4.	Ácidos grasos mono insaturados (AGMI).....	30
7.5.	PARÁMETROS PRODUCTIVOS.....	32
7.5.1.	Peso vivo y ganancia de peso.....	32
7.5.2.	Consumo de alimento.....	35
7.5.3.	Conversión alimenticia.....	36
7.5.4.	Evaluación del rendimiento de carcasa.....	38
VIII.	CONCLUSIONES.....	40
VIII.	RECOMENDACIONES.....	41
X.	REFERENCIAS.....	42

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.-Energía y composición centesimal correspondiente a diversos granos ..... 14

Tabla 2.-Tratamientos y repeticiones ..... 20

Tabla 3.-Composición de las dietas experimentales (%)..... 21

Tabla 4.-Contenido nutricional de las dietas experimentales ..... 21

Tabla 5.-Cromatografía de ácidos grasos de la semilla de chía (%) ..... 24

Tabla 6.-Cromatografía de ácidos grasos de las dietas preparadas por tratamientos por ambos colores (harina de chía blanca y negra) .... 24

Tabla 7. Ácidos grasos polinsaturados (%) en la carne de cuyes alimentados con harina de chía ..... 29

Tabla 8.-Ácidos grasos saturados (%) en la carne de cuyes alimentados con harina de chía ..... 30

Tabla 9.-Ácidos grasos mono insaturados (%) en la carne de cuy alimentados con harina de chía ..... 30

Tabla 10. Pesos de los cuyes por semana y por tratamiento con harina de chía blanca en gramos ..... 32

Tabla 11.-Control de peso de los cuyes por semana y por tratamiento Harina de chía negra en gramos ..... 32

Tabla 12.-Control de ganancia de peso de cuyes por semanas y por tratamiento (g/cuy) color de chía blanca ..... 33

Tabla 13.-Control de ganancia de peso semanal y por tratamiento (g/cuy) color de chía negra. .... 33

Tabla 14.-Control de consumo de alimento semanal y por tratamiento (g/cuy) chía blanca ..... 35

Tabla 15.-Control de consumo de alimento semanal y por tratamiento (g/cuy) chía negra..... 35

Tabla 16.-Conversión alimenticia semanal y por tratamiento chía blanca..... 36

Tabla 17.-Conversión alimenticia semanal y por tratamiento chía negra ..... 37

Tabla 18.-Rendimiento de carcasa por tratamientos chía blanca..... 38

Tabla 19.-Rendimiento de carcasa por tratamientos chía negra ..... 38

**INDICE DE FOTOGRAFIA**

FOTOGAFIA 1.-Instalaciones de la crianza ..... 18

FOTOGAFIA 2.-Comederos y platos metálicos..... 18

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.-Registro de pesos semanal por tratamientos y repetición Harina de Chía de color blanco (g / cuy) .....	45
Anexo 2.-Registro de pesos semanal por tratamientos y repetición Harina de Chía de color negro (g / cuy) .....	46
Anexo 3.-Registro de ganancia de peso semanal por tratamientos con sus respectivas repeticiones Harina de Chía de color blanco (g).....	47
Anexo 4.-Registro de ganancia de peso semanal por tratamientos con sus respectivas repeticiones Harina de Chía de color negro (g). .....	48
Anexo 5.-Registro de consumo de alimento semanal por tratamientos y repeticiones Harina de Chía de color Blanco (g) .....	49
Anexo 6.-Registro de consumo de alimento semanal por tratamientos y repeticiones harina de chía de color negro (g).....	49
Anexo 7.-Registro de conversión alimenticia semanal por tratamientos y repeticiones Harina de Chía de color Blanco.....	50
Anexo 8.-Registro de conversión alimenticia semanal por tratamientos y repeticiones Harina de Chía de color Negro .....	50
Anexo 9.-Rendimiento de carcasa por tratamientos Harina de Chía de color blanco	51
Anexo 10.-Rendimiento de carcasa por tratamientos harina de chía de color negro.	51
Anexo 11.-Análisis de varianza y prueba de tukey para peso final.....	52
Anexo 12.-Análisis de varianza y prueba de Tukey para ganancia de peso.....	53
Anexo 13.-Análisis de varianza y prueba de Tukey para consumo de alimento. ....	54
Anexo 14.-Análisis de varianza y prueba de tukey para conversión alimenticia. ....	55
Anexo 15.-Análisis de varianza y prueba de tukey para rendimiento de carcasa .....	56
Anexo 16.-Semillas de chía .....	57
Anexo 17.-Cromatografía de gases .....	58
Anexo 18.-Pesado de los cuyes.....	58
Anexo 19.-Faenado de los cuyes.....	59
Anexo 20.-Muestras para el análisis del laboratorio .....	59
Anexo 21.- Análisis de ácidos grasos de la carne de cuy en el laboratorio .....	60
Anexo 22.-Análisis Proximal de la semilla de chía .....	61
Anexo 23.-Análisis de perfil de ácidos grasos .....	62
Anexo 24.-contenido de ácidos grasos en la carne de cuy por método de cromatografía de gases (UNSAAC) .....	63

## RESUMEN

El presente estudio titulado “Evaluación del contenido de ácido graso alfa linolénico ( $\omega$ -3) en la carne de cuy (*Cavia porcellus*) mediante la suplementación de harina de chía (*Salvia hispánica* L) en la dieta”, se realizó en las instalaciones del Centro Agronómico K’ayra, del Distrito de San Jerónimo, Provincia y Región Cusco. Se utilizaron 48 cuyes machos mejorados con peso promedio de 820 g. Los tratamientos fueron (T1: dieta control, Tratamiento T2 con 5 % harina de chía; tratamiento T3 con 10 % de harina de chía y tratamiento T4 con 15 % de harina de chía); se utilizó un diseño estadístico DCA simple (comparación entre niveles de chía blanca y negra más el testigo) y DCA con arreglo factorial (comparación entre color de semilla y porcentaje de inclusión de chía). Se hizo análisis de la carne de seis cuyes por tratamiento en el Laboratorio Química (UNSAAC) para cuantificar el contenido de ácidos grasos por el método de cromatografía de gases. En el contenido de ácido graso ( $\omega$ -3) se observó que el tratamiento T4 reportó mayor porcentaje con 62,3 % con harina de chía negra y 43,6 % de harina de chía blanca; en los resultados no se observó diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ) para los parámetros productivos de ganancia de peso, conversión alimenticia para ambos colores de Chía; sin embargo, para el caso de consumo de alimento los tratamientos T4 (chía blanca con 1349,57 g) y T3 (chía negra con 1332,24 g) los mayores consumos totales, el T4 obtuvieron en cuanto al rendimiento de carcasa, el tratamiento T4 reportó el mayor porcentaje (chía blanca y negra con 71,33 %) siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. Se concluye que la inclusión de harina de chía enriquece la carne en la dieta del cuy con ácido graso alfa linolénico en comparación con la dieta control de ácidos grasos ( $\omega$ -3).

Palabras claves: Harina de chía, *Salvia hispánica*, ácidos grasos, omega 3, cuy, *Cavia porcellus* L.

## I. INTRODUCCION

El cuy (*Cavia Porcellus L.*) es un animal que se viene criando con éxito en la actualidad, la producción de cuyes es una alternativa de solución a los problemas alimentarios y una oportunidad de negocio para los productores, ya que el consumo de esta carne aporta, proteína, grasas y ácidos grasos esenciales (AGE), los cuales son importantes para mejorar la salud del consumidor, en este contexto el estudio de estos ácidos se centra en los efectos benéficos sobre la salud y en que no pueden ser sintetizados por el hombre.

Por tal motivo la inclusión de fuentes ricas en ácidos grasos poliinsaturados en la dieta de los humanos es generalmente deficiente en ácidos grasos (AGs) de la familia omega-3 y rica en AGs de la familia omega-6, de allí el interés de diversos grupos de investigación con la finalidad de fortificar los alimentos con estos nutrientes. Son muchos los estudios que se han realizado en distintas especies animales de interés zootécnico para fortificar la carne, leche o huevo con AGs n-3 (Guevara J, 2009). En este contexto, nuestra región posee, diferentes semillas oleaginosas, que contienen buena calidad de ácidos grasos insaturados como es el caso de la chía (*Salvia hispania. L.*), la cual se viene utilizando, como insumo en la elaboración de alimentos energéticos de uso humano y también se realizó trabajos de investigación en el enriquecimiento de carne y huevos en pollos.

En tal sentido, y teniendo los antecedentes satisfactorios del uso de esta semilla en dietas de otras especies, se genera la importancia de enriquecer la carne de cuy, a través de la incorporación harina de chía en la dieta, generando la información necesaria para futuros trabajos de investigación y mejorar la salud del consumidor final. Por tal motivo se realizó la evaluación del ácido grasos alfa linolenico ( $\omega 3$ ) en la carne de cuy (*Cavia Porcellus L.*) mediante la suplementación de harina de chía (*Salvia hispánica L.*).

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Identificación del problema objeto de investigación

En estos últimos años la tendencia del consumidor es así los productos con diferentes aportes de nutrientes como es el caso de los ácidos grasos, en este contexto los ácidos grasos aportan muchos beneficios a la salud de la población ya que mejora los problemas cardiovasculares y previene el crecimiento de ciertas formas de cáncer. Por otro lado, en nuestra región se tiene semillas oleaginosas, las cuales aportan diferentes ácidos grasos esenciales como es el caso de la chía que tiene un alto contenido de los ácidos grasos saludables alfa linolenico. Por tal sentido, se trata de determinar el efecto de la harina de la semilla chía por su alto contenido en ácidos grasos en la dieta de los cuyes y su efecto en la carne por lo tanto se plantea las siguientes interrogantes.

### 1.2. Planteamiento del problema

Es importante buscar fuentes alternativas en la producción de cuyes que contribuyan a una producción de carne más eficiente, con alta calidad nutritiva, sin alterar su aceptación por parte del consumidor. Para lo cual, el uso de harina de chía es una alternativa de solución, debido a que su producción es muy alta y no es aprovechado en su totalidad y por ser una excelente opción como fuente de energía y ácidos grasos omega 3 en la alimentación de los cuyes.

#### **Problema general**

¿Evaluar la suplementación de la harina de chía (*salvia hispánica* L.) en el contenido de ácido graso (omega 3) en la carne de cuy (*cavia porcellus*)?

#### **Problemas específicos**

¿Habrà efecto de la incorporación de harina de chía (*Salvia hispánica* L.) sobre el contenido de ácido graso alfa linolenico ( $\omega$ -3) en la carne de cuy?

¿Los parámetros productivos afectaran (consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia) y rendimiento de carcasa por efecto de la inclusión de harina de chía de variedad (blanco y negro)?

### III. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

#### 3.1. OBJETIVOS

##### 3.1.1. Objetivo general

Evaluar la suplementación de la harina de chía (*salvia hispánica l.*) en el contenido de ácido graso (omega 3) en la carne de cuy (*cavia porcellus*).

##### 3.1.2. Objetivo específico

- Determinar el efecto de la incorporación de harina de chía (*Salvia hispánica L.*) de variedad (Blanco y Negro) sobre el contenido de ácido graso alfa linolénico ( $\omega$ -3) en la carne de cuy.
- Evaluar los parámetros productivos (consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia) y rendimiento de carcasa por efecto de la inclusión de harina de chía de variedad (blanco y negro).

### **3.2. JUSTIFICACIÓN**

La tendencia en los últimos años el consumo de carne se ve limitada por diferentes aspectos nutricionales, por lo cual se inclina al consumo de carnes que contengan niveles de grasas menores como es caso la carne de cuy por su perfil de ácidos grasos, aporta una calidad diferente en otros animales.

Los ácidos grasos son favorables para el desarrollo del cerebro y muy eficaces en la prevención de problemas cardiovasculares, dichos ácidos grasos omega-3 también participan en la reducción del crecimiento de ciertas formas de cáncer (Guevara, 2009)

Recientemente, la semilla de chía (*Salvia hispanica L.*) ha sido redescubierta como una importante fuente de ácidos grasos omega-3, proteínas, fibra dietética y antioxidantes, a partir de la cual puede obtenerse aceite con una elevada proporción de ácidos grasos esenciales. Su incorporación en la dieta permite disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares, coronarias, refuerza el sistema nervioso (Guiotto, 2014). Estos atributos muestran características nutricionales la convierten en una buena opción al incluir en la dieta de cuyes.

Por tal sentido siendo la carne de cuy una fuente proteínica consumida en nuestra región por diferentes extractos sociales de bajo costo, se trata de investigar la incorporación de esta semilla para el enriquecimiento de la carne, para darle un valor agregado a la carne de cuy que a pesar de tener varios beneficios en la salud podríamos enriquecer mucho más la carne.

## **IV. HIPÓTESIS**

### **4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Dado las características nutricionales de ácidos grasos esenciales de la semilla de chía, su suplementación en la dieta de cuyes enriquecerá la carne con ácido graso alfa linolenico omega 3 y mejorará sus parámetros productivos.

### **4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICO**

- El enriquecimiento de carne de cuy con ácido graso alfa linolenico, está determinado por el nivel de inclusión de harina de chía en la dieta.
- La inclusión de harina de chía en las dietas mejora los parámetros productivos de los cuyes machos mejorados en las etapas de acabado.

## **V. MARCO TEÓRICO**

### **5. Bases teóricas**

#### **5.1. Cuy**

El cuy es originario de Sudamérica específicamente de la zona andina de Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia. Hace por lo menos 3 000 años se estableció como la principal fuente de alimentación de los aborígenes que lo domesticaron, posterior a la conquista los españoles y mestizos continuaron con su crianza y cuidado del cuy es un animal conocido con varios nombres según la región (cuye, curi, conejillo de indias, rata de América, guinea pig), se considera nocturno, inofensivo, nervioso y sensible al frío (Castro, 2002).

#### **5.2. Fisiología del cuy**

Los cuyes desde su domesticación han sido sometidos a una selección natural y han mantenido una mayor variabilidad genética, habiendo sufrido una serie de cambios y mutaciones, lo cual a su vez le ha permitido sobrevivir y perpetuarse como especie productiva (Chauca y Muscari, 2001) citado por (Chilon, 2017). El cuy, especie herbívora mono gástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína. El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 por ciento del peso total (Gomez y Vergara, 1993) citado por (Chilon, 2017).

#### **5.3. Generalidades de ácidos grasos esenciales (AGE)**

La noción de ácidos grasos esenciales (AGE) apareció en 1929 y sólo en la década del 80 se comenzaron a dilucidar sus funciones específicas, muchas de las cuales continúan siendo desconocidas, antes de ser descubiertos por la ciencia, las civilizaciones ancestrales hacían uso de estos

ácidos poliinsaturados a través del consumo de pescados de mar, vegetales verdes, semillas y algas, asegurando su presencia en la dieta, como factor de salud (Guevara J. 2009).

Siscovick et al. (1996) señalan que “Los Ácidos Grasos Esenciales sufren varias transformaciones a nivel hepático, estas reacciones (desaturación y elongación de la cadena de carbono) dependen de la presencia de enzimas que son inhibidas por las hormonas secretadas bajo estrés, y son bloqueadas por el alcohol, la sacarosa, ciertos virus, radiaciones, ácidos grasos saturados y ácidos grasos producidos artificialmente en el proceso de refinación de los aceites. Por el contrario, estas reacciones son favorecidas por la presencia de otros nutrientes” (Guevara J. 2009). Una vez transformados los ácidos grasos poliinsaturados quedan listos para formar moléculas complejas, sobre todo del cerebro, las membranas celulares y los sistemas nervioso, inmune y hormonal (Guevara J. 2009)

## **5.2. Ácidos grasos**

Los ácidos grasos son nutrientes necesarias para la salud, junto con los azúcares es la principal fuente de energía para el organismo, los que no se utilizan de inmediato se almacenan en forma de grasa; su exceso produce obesidad (Lord, 2002). Los ácidos grasos se dividen, según sus características estructurales, en dos grandes grupos: ácidos grasos saturados (AGS) y ácidos grasos insaturados (AGI), éstos últimos, dependiendo del grado de insaturación que posean se pueden clasificar como ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), estos ácidos grasos insaturados dependiendo de la posición del doble enlace, pueden clasificarse en tres series principales: Familia de los ácidos grasos omega-3 o serie linolénica, familia de los ácidos grasos omega-6 ó serie linoleica y familia de los ácidos grasos omega-9 ó serie oleica (Crawford, 2000).

## **5.3. Ácidos grasos esenciales (AGE)**

Se llaman AGE a los que no pueden ser sintetizados en el organismo, por lo que se les tiene que obtener por medio de la dieta, existen dos ácidos grasos esenciales: el ácido alfa linolénico que forma parte de la familia de

ácidos grasos omega 3 y linoleico que forma parte de la familia de ácidos grasos omega 6. Ambos son necesarios para la estructura de la membrana celular y dado que son insaturados, ayudan a mantener las membranas flexibles. Son precursores de los eicosanoides que afectan varios procesos biológicos, incluyendo la agregación o coagulación de plaquetas de sangre y la contracción de vasos sanguíneos; también ayudan a conservar las capas de la piel e intervienen en el metabolismo del colesterol (Carrero, 2005) citado por (Cruz, 2015).

El ácido graso omega 9 o ácido oleico tiene sólo un doble enlace en su estructura y está presente en el aceite de oliva, canola, aceitunas, almendras, avellanas, nueces, paltas y en grasas de origen animal, este ácido graso tiende a disminuir niveles de LDL sin afectar el HDL; se estima que un consumo adecuado de grasa omega 9 junto a una disminución de las grasas saturadas tiene un efecto beneficioso en la salud (Suzuki *et al* , 2001)

El ácido graso omega 9 o ácido oleico no es esencial, los humanos pueden sintetizarlo, no requiere estar presente en la dieta, no ocurre lo mismo con los ácidos grasos omega 6 y omega 3, ya que el organismo no los sintetiza, de esta forma, los ácidos grasos como el ácido linoleico y el ácido alfa linolenico son esenciales, por cuanto la dieta debe contenerlos en proporciones adecuadas ya que su carencia en la ingesta produce serias alteraciones metabólicas en el organismo (politi *et al*, 2001) citado por (Cruz, 2015).

#### **5.4. Los beneficios de la omega 3**

Los múltiples beneficios que ofrece el omega 3 menciona según (Arvindakshan *et al*, 2003) citado por (Cruz, 2015).

- Sistema nervioso en perfectas condiciones.
- Mejora la visión.
- Previene y trata la depresión.
- Ayuda al completo desarrollo del cerebro y sistema nervios de los recién nacidos y de bebés lactantes.
- Sistema cardiovascular más sano.

- Disminuye los niveles de los triglicéridos.
- Disminuye la inflamación en todo el cuerpo.
- Reduce la artritis.

### **5.5. Fuentes de ácidos grasos omega-3**

Las fuentes más importantes son los pescados azules, como la sardina, que tiene omega-6 y omega-3, las mejores alternativas en el mundo vegetal son la chía o salvia hispánica, el lino y las semillas de calabaza, en general, desequilibran menos proporción las carnes de animales criados con pasto que los criados con grano (Sprecher *et al*, 1995) citado por (Guevara J, 2009). Hay otras fuentes de omega 3 que no resultan útiles por tener también mucho omega 6, como las nueces o el aceite de colza (Suzuki *et al*, 2001)

Los ácidos grasos omega 3 denominados eicosapentanoico y docosahexanoico abundan en los pescados de agua fría, como caballa, salmón, atún albacora, sardinas y trucha de lago entre otros, los que tienen altos niveles de grasas saludables (Valenzuela y Nieto, 2001) citado por (Cruz, 2015).

Entre los vegetales, la linaza con 58 % de aceite es considerada como la fuente más rica de ácido alfa linolénico (omega 3) y sigue en orden de importancia el sacha inchi con 54 % de aceite, la semilla de colza, la soya, el germen de trigo y las nueces contienen entre un 7 y un 13 % de ácido alfa linolénico. Algunos autores consideran a las verduras como una buena fuente de ácido alfa linolénico (por ejemplo, espinaca, lechuga), aunque su contenido graso es bastante bajo, la carne de origen animal, particularmente la de rumiantes, y los productos lácteos también proporcionan ácido alfa linolénico en menores cantidades (Peet, 2006).

### **5.6. Mecanismo de acción de los ácidos grasos ( $\omega$ -3)**

Aún no está claro el mecanismo mediante el cual los ácidos grasos omega 3 ejercen su efecto protector. Se han propuesto varios posibles mecanismos, entre ellos se ha descrito la capacidad que tienen estos ácidos grasos para influenciar en la coagulación sanguínea y la trombosis, el perfil

de los lípidos plasmáticos, la presión sanguínea, la arritmia y la inflamación (Romero, 2000) citado por (Cruz, 2015).

Los efectos ateroprotectores derivados de la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) omega 3 provienen principalmente de su incorporación a los fosfolípidos de las membranas de las células, sustituyendo parcialmente el AA como sustrato inicial para la producción de eicosanoides (Chapman y Hall, 1999).

La intensidad de esta respuesta también se considera un factor de riesgo de enfermedades cardiovasculares (ECV) y está relacionada con el tipo de grasa ingerida, algunos estudios indican que la ingesta de DHA y EPA reduce el aumento postprandial de los triglicéridos (TG) y por tanto, produce un efecto beneficioso (Zampelas *et al*, 1998).

## **5.7. Efectos benéficos de los ácidos grasos ( $\omega$ -3)**

### **5.7.1. La diabetes y los ácidos grasos**

Se ha demostrado que el porcentaje de calorías de la grasa en la dieta, especialmente la grasa saturada está asociado con la diabetes tipo II, lo mismo que para predecir la conversión de una intolerancia a la glucosa a la diabetes tipo II (Marshall *et al*, 1991).

En un estudio clínico se encontró que los ácidos grasos esenciales (AGE) como el EPA y el DHA ayudan mucho a los pacientes diabéticos que sufren de la complicación crónica conocida como neuropatía diabética (Keen y Payan, 1993). Por otro lado, hay suficiente evidencia que demuestra que un exceso de  $\omega$ -6 con una deficiencia de  $\omega$ -3 puede producir una resistencia a la insulina, demostrándose que la sensibilidad a la insulina disminuye cuando los niveles de ácidos grasos  $\omega$ -3 están disminuidos. Esto significa que una de las claves del problema es la relación entre los niveles de  $\omega$ -3 y los niveles de  $\omega$ -6 (Borkman, 1993).

### **5.7.2. Sobre el sistema cardiovascular**

Los ácidos grasos (AG) omega 3 tienen efectos antitrombóticos y antiarrítmicos, son útiles en pacientes hipertensos, ya que contribuyen a bajar

la presión sanguínea y reducen la concentración de TG en plasma, así como disminuyen el colesterol total (Sprecher *et al*, 1995)

### **5.7.3. Sobre el sistema nervioso**

Los ácidos grasos (AG) omega 3 son esenciales para un adecuado desarrollo y funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso, se concentran en la retina y la corteza cerebral, y tienen la capacidad de corregir problemas visuales y cerebrales en pacientes con deficiencia demostrada, dos terceras partes de los ácidos grasos (AG) de las membranas de foto receptores de la retina son omega 3, principalmente DHA, muchos aspectos de ubicación, ansiedad, habilidad en el aprendizaje, memoria y función retinal se ven favorecidos con el consumo de los ácidos grasos (AG) omega 3 (Higaonna, *et al*, 1992).

Los ácidos grasos (AG) omega 3 están relacionados con problemas de depresión y violencia, demostrándose que el DHA dietario tiene efectos protectores contra un aumento en la hostilidad en estudiantes bajo condiciones de estrés (Cunname, 1999). Bajas concentraciones de DHA son un indicador útil para predecir problemas de conducta en niños a quienes se les ha diagnosticado el síndrome de déficit de atención con hiperactividad (TDAH), estos problemas pueden ser un reflejo en parte de los problemas en la neurotransmisión serotoninérgica (Cunname, 1999).

### **5.8. Semilla de chía**

la semilla de chía se ha convertido en fuente de gran interés gracias a su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, en especial el ácido alfa linolénico, la fibra, la proteína y los antioxidantes. El consumo de ácidos grasos poliinsaturados, en especial el  $\alpha$ -linolénico (C18:3n3), de mayor abundancia en la semilla de chía, se ha caracterizado por sus grandes efectos nutricionales. Debido a la composición que presenta la semilla de chía, ha sido posible que tanto la semilla como los subproductos derivados de ella (aceite, harina, aceite microencapsulado) puedan ser incorporados a diferentes matrices alimentarias, para dar un valor agregado (Jaramillo, 2013).

### **5.9. Origen y antecedentes históricos de la Chía (*Salvia hispánica* L.).**

*Salvia hispánica* L. es una especie originaria de Mesoamérica cuya mayor diversidad genética se presenta en la vertiente del Océano Pacífico (Beltran y Romero, 2003), siendo nativa de las áreas montañosas del oeste y centro de México. *Salvia hispánica* L., es comúnmente conocida como chía, siendo esta palabra una adaptación española al término nahua chían o chien (plural), término que en náhuatl significa “semilla de la que se obtiene aceite” (Watson, 1938).

La chía era utilizada como materia prima para la elaboración de medicinas, alimentos y pinturas, así como en ofrendas a los dioses durante las ceremonias religiosas (Sahagun, 1579), con la llegada de los españoles, las tradiciones de los nativos fueron suprimidas y la mayor parte de su agricultura intensiva y su sistema de comercialización destruidos, muchos cultivos que habían tenido preponderancia en las dietas precolombinas fueron prohibidos por los españoles debido a su estrecha asociación con los cultos religiosos, siendo reemplazados por especies exóticas como el trigo, cebada, arroz, entre otras, demandadas por los conquistadores (Cahill, 2004).

El término chía se refiere a un pequeño grupo de plantas anuales pertenecientes a la familia Lamiaceae, nativas del suroeste de México y América central, crecen en suelos arcillosos o arenosos que estén bien drenados, no toleran las heladas ni crecen en la sombra. La variedad nativa de la República Mexicana (Beltran y Romero, 2003).

### **5.10. Composición química de las semillas de chía**

La Tabla 1. Muestra la composición de las semillas de chía y la correspondiente a los cinco cereales de mayor importancia a nivel mundial (arroz, cebada, avena, trigo, maíz), en la misma, puede observarse que el contenido de proteínas, lípidos y fibra, así como la energía aportada por la semilla de chía son mayores que los presentes en los demás granos. La chía es conocida principalmente como una importante fuente de ácidos grasos esenciales  $\omega$ -3, además aporta

elevados niveles de fibra dietética, compuestos fenólicos, proteínas, minerales y vitaminas liposolubles como A, D, E y K (Tosco, 2004).

**Tabla 1.-Energía y composición centesimal correspondiente a diversos granos**

	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
	%				
Arroz	6,5	0,5	79,1	2,8	0,5
Cebada	12,5	2,3	73,5	17,3	2,3
Avena	16,9	6,9	66,3	10,6	1,7
Trigo	13,7	2,5	71,1	12,2	1,8
Maíz	9,4	4,7	74,3	3,3	1,2
Chía	19-23	30-35	9-41	18-30	4-6

United States Department of Agriculture (2002); 2 (Ayerza y Coates, 2005).

### 5.11. Clasificación taxonómica de la semilla de chía

Reino: Vegetal o Plantae  
 División: Magnoliophyta o Angiospermae  
 Clase: Magnoliopsida o Dicotyledoneae  
 Orden: Lamiales  
 Familia: Lamiaceae  
 Subfamilia: Nepetoideae  
 Tribu: Mentheae  
 Género: Salvia  
 Especie: hispanica

### 5.12. Semillas de chía blanca y negra

#### Contenido de ácidos grasos

El contenido de ácidos grasos entre semillas blancas y negras, los valores fueron: ácido oleico 7,5 y 7,65%; ácido linoleico 20,9 y 21,71%; ácido linolénico 61,9 y 61,1% para semillas blancas y negras respectivamente (Bueno et al, 2016).

### 5.13. Antecedentes de la investigación

El cuy alimentado exclusivamente con pasto natural tiene en su grasa un contenido de 21 % de ALA y 15% de AL y no tiene EPA ni DHA. En un ensayo de producción de carne de cuy conteniendo AG  $\omega$ -3 Encontró (Antunez de Mayolo, 1999).

Estudió de enriquecimiento de la carne de cuy con ácidos grasos omega-3 mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado, semillas de sachá inchi o la combinación de ambos con los siguientes tratamientos (t1: dieta control; t2: dieta suplementada con 1.0% de aceite de pescado + 4.0% de semilla de sachá inchi ) los cuales utilizó el sachá inchi al 4 % kg de alimento, con este nivel no hubo deposición de AGPI-CL n-3, solo hubo deposición de ALA Según **(Guevara J, 2009)**.

Evaluación del efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa en cuyes con los siguientes tratamientos: T1, Solo alfalfa verde; T2, Alimentación mixta (Alimento balanceado “Cuy Mixto La Molina” + alfalfa verde (10 % del PV)); y T3, Alimentación integral (Solo alimento balanceado “Cuy Integral La Molina”).Según a (Huamani, 2015).

## **VI. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **6.1. Lugar de ejecución y duración**

El presente estudio se realizó en el Centro Agronómico K'ayra de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ubicada en el distrito de San Jerónimo del departamento de Cusco, a una altitud de 3220 m.s.n.m con una temperatura promedio anual de 15° C.

### **6.2. Ubicación política**

Región: Cusco

Provincia: Cusco

Distrito: San Jerónimo

Lugar: Centro Agronómico Kayra-Unsaac

### **6.3. Ubicación Geográfica**

Longitud: 71°52' Oeste

Latitud: 13°25' Sur

Altitud: 3 220 m

### **6.4. Ubicación Hidrográfica**

Cuenca: Vilcanota

Sub cuenca: Huatanay

Microcuenca: Huanacaure

### **6.5. Materiales y Equipos**

#### **6.5.1.- Materiales biológicos**

- Cuyes machos
- Harina de chía (5 ,10 y 15 %)

#### **6.5.2.- Equipo de Trabajo**

- Mochila fumigadora de 20 ml

- Comederos y bebederos.
- Lanza llamas
- Medicamentos (antibióticos y preventivos)
- Mascarilla y guantes.
- Termómetro digital
- Balanza electrónica de 30 Kg (dahongying)
- Tamiz N° 25

### **6.5.3.- Equipo de gabinete**

- Cámara fotográfica digital Panasonic 8.1 Mega Pixels
- USB
- Laptop HP 14"
- Materiales de oficina.
- Cuaderno de campo

## **6.6. Métodos de investigación**

### **6.6.1. Enfoque de la investigación**

**Cuantitativo**, porque se utiliza la recolección de datos para probar la hipótesis con base a la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías, por tal motivo se ha planteado un problema de estudio delimitado y concreto, cual es evaluar el contenido de ácido graso alfa linolénico en la carne de cuy mediante la suplementación de harina de chía.

### **6.6.2. Tipo de investigación**

**Experimental**, porque analiza el comportamiento productivo (variable dependiente) de cuyes, suplementados con harina de chía en la dieta (variable independientes) en condiciones del Centro Agronómico K'ayra.

## **6.7. Instalaciones**

Se utilizaron 16 pozas, con una área por poza de 1 m<sup>2</sup> (1.00 m x 1.00 m) y una altura de 0.40 m, albergando en cada una de ellas a 3 animales. El

área por animal fue de 0.25 m<sup>2</sup>, el piso fue de tierra, usando viruta como material de cama, dado que la estación y condiciones climáticas lo requerían. Para la alimentación de los cuyes se utilizaron 16 comederos de material de cerámica, también se ha utilizado platos metálicos de forma cuadrangular para poder recolectar los desperdicios y 16 bebederos tipo chupón, acondicionados a botellas descartables. Para el transporte de agua se contó con un balde plástico de 10 litros de capacidad.



FOTOGAFIA 1.-Distribución de las pozas para crianza de cuyes



FOTOGAFIA 2.-Poza para cuyes con comederos y platos metálicos

## **6.8. Materiales de estudio**

### **6.8.1. Animales experimentales**

Se utilizaron un total de 48 cuyes machos mejorados del tipo 1 procedentes de la Dirección Regional de agricultura Cusco (DRAC), Huallapampa, con un peso promedio de 820 g con una edad de 60 días . Los cuales fueron identificados con aretes de aluminio en las orejas, para sus

controles durante la evaluación. Estos fueron pesados individualmente para luego distribuirlos al azar formando grupos homogéneos de tres cuyes por poza. Dichos cuyes durante los primeros días de vida y hasta la fecha en que se empezó la evaluación, consumieron alimento balanceado en forma física de harina con suministro de forraje verde (alfalfa).

Se utilizaron semillas de chíá para procesar en harina obtenida mediante un proceso natural para el presente trabajo de investigación.

## **6.9. Métodos**

### **6.9.1. Duración**

- **Etapas pre experimental**

Esta etapa tuvo una duración de 7 días preparándose las instalaciones y dietas experimentales dentro de ellas se consideró el periodo de adaptación se distribuyó a los cuyes en las pozas, para su acostumbramiento a las nuevas condiciones de manejo y alimentación.

- **Etapas experimental**

Esta etapa tuvo una duración de 30 días, donde se evaluó los tratamientos de estudios.

### **6.10. Tratamientos**

En la presente investigación se evaluaron 4 tratamientos (% de inclusión de harina de semilla de chíá) de los cuales uno de ellos fue considerado como dieta control (alimento balanceado). Cada tratamiento conto con 4 repeticiones y cada repetición estuvieron conformados por 3 cuyes, como se aprecia en la tabla 2.

**Tabla 2.-Tratamientos y repeticiones**

<b>Tratamientos</b>	<b>Dieta</b>	<b>Repeticiones</b>
<b>T1</b>	Dieta control	R1: 3 cuyes R2:3 cuyes R3:3 cuyes R4:3 cuyes
<b>T2</b>	5 % de harina de chía	R1:3 cuyes R2:3 cuyes R3:3 cuyes R4:3 cuyes
<b>T3</b>	10 % de harina de chía	R1:3 cuyes R2: 3 cuyes R3: 3 cuyes R4:3 cuyes
<b>T4</b>	15 % de harina de chía	R1:3 cuyes R2: 3 cuyes R3: 3 cuyes R4: 3 cuyes

### **6.7. Preparación de dietas experimentales**

Los cuyes fueron alimentados bajo un sistema de alimentación mixta, en los cuatro tratamientos considerando suministro de forraje verde restringido y suministro *ad libitum* de alimento balanceado. Las dietas experimentales fueron determinadas usando el programa informático Maximizador (Guevara V. , 2004), de acuerdo a las recomendaciones de (Remegio, 2006), con algunas modificaciones utilizando insumos disponibles en el mercado, esta mantuvo el contenido nutricional para los cuyes de todos los tratamientos con la diferencia de la inclusión de harina de chía.

**Tabla 3.-Composición de las dietas experimentales (%)**

<b>Insumos</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Maíz grano amarillo duro	32,00	35,00	34,50	35,00
Torta de soya 44%	16,89	16,58	16,89	15,03
Afrecho trigo	10,45	8,00	5,00	5,00
Cebada cervecera	36,00	30,01	28,00	25,00
Carbonato de calcio	1,68	1,68	1,68	1,63
Fosfato dicálcico	1,34	1,42	1,45	1,50
Sal (ClNa)	0,23	0,23	0,23	0,23
Metionina	0,48	0,51	0,51	0,51
Lisina	0,33	0,38	0,41	0,49
Bicarbonato de sodio	0,31	0,31	0,31	0,31
Premix	0,20	0,20	0,20	0,20
Colina 60%	0,10	0,10	0,10	0,10
Harina de chia	0,00	5,00	10,00	15,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 4.-Contenido nutricional de las dietas experimentales**

<b>Nutrientes</b>	<b>Contenido nutricional (%)</b>
Materia seca	90,29
Proteína	17,78
Fibra cruda	6,06
Energía metabolizable (kcal /kg)	2,70
Lisina,	1,06
Metionina	0,71
Metionina-cisteína	0,94
Fosforo disponible	0,40
Calcio	0,80
Sodio	0,17
Potasio	0,60
Cloro	0,19

Fuente: Maximizador (Guevara 2004)

## **6.8. Metodología de trabajo**

### **6.8.1. Alimentación del cuy**

Los tratamientos fueron conducidos siguiendo por el mismo sistema de alimentación, los cuales se suministraron en las mañanas y tardes, el sistema de alimentación fue con uso de forraje verde alfalfa en los cuatro tratamientos con suministro diario de 50 g por cuy. El suministro de alimento balanceado en la forma física de harina fue del 6% del peso vivo de los cuyes, administrada la cantidad total para cada poza dichas dietas fueron ofrecidas en comederos de arcilla diariamente y en las mañanas.

El suministro de alimento en los cuyes fue realizada diariamente a partir de las 8: 00 de la mañana, el sistema de alimentación fue mixto para todos los tratamientos, semilla de chía molido al 5 %, 10 % y 15 % dentro del alimento balanceado. Diariamente el residuo del alimento del comedero se pesó cada día para obtener por diferencia del consumo por poza.

### **6.8.2. Preparación de harina de chía.**

Por lo tanto, para la preparación de la harina de chía se obtuvo la semilla comercial la cual tuvo una procedencia del Distrito de Limatambo. Los pasos para la obtención de la harina de chía fueron los siguientes:

- Se procedió a la selección de la semilla de acuerdo al color blanco y negro.
- Se realizó la molienda con un molino de granos manual.
- Se procedió a cernir el material con la ayuda de tamiz N° 25.
- Fue guardada en bolsas de plásticos herméticas, para evitar la oxidación de las grasas.
- Se mezcló los insumos en forma manual por la poca cantidad.
- La mezcla se conservó en baldes convenientemente identificadas por tratamiento
- Se almacenó en ambiente seco.
- Los residuos de alimentos después de ser ofrecido al cuy se pesó al final de cada semana para obtener el consumo semanal por peso.

#### **6.8.4. Suministro de agua**

Se suministró agua limpia a todos los tratamientos en todo el periodo experimental, en bebederos de plástico utilizando botellas descartables. Efectuándose el cambio de agua dos veces al día, una en las mañanas (08:00 horas) y otra en las tardes (15:00 horas). Los bebederos eran lavados antes del aporte de agua.

#### **6.8.5. Sanidad**

Antes de comenzar el trabajo experimental, las pozas fueron limpiadas y flameadas y desinfectadas con productos como son (Vanodine), el cual es un potente desinfectante viricida y bactericida de amplio espectro, preparado con una solución de 100 g del producto en 10 litros de agua la cual se aplicó con la ayuda de una mochila fumigadora, dejándola secar por tres días; para luego tratarlas con una capa de cal.

#### **6.8.6. Análisis cromatográficos de los ácidos grasos**

Una vez terminada el trabajo de investigación se tomaron 6 cuyes al azar de cada tratamiento, al momento de hacer el beneficio se hicieron cortes tanto en el brazo y en la pierna (músculo + piel) de los cuyes se colocaron en recipientes plásticos, previamente identificados y rotulados, para su posterior análisis se congelaron las muestras, luego remitidas al laboratorio de Química por el método de cromatografía de gases (UNSAAC), para la determinación de perfil de Ácidos Grasos omega 3.

#### **6.8.7. Análisis de ácidos grasos en la semilla de chía**

Para el análisis del contenido de ácidos grasos de la semilla de chía se tomó una muestra de 50 g, por el método de cromatografía de gases en el Laboratorio de Química, como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5.-Cromatografía de ácidos grasos de la variedad de chía (%)**

Nombre	chía blanca	chía negra
Ácido linolénico (omega 3)	64	65
Ácido linolénico (omega 6)	19	19
Ácido oleico (omega 9)	6	7
Ácido palmítico	6	6
Ácido esteárico	3	3

Fuente: Laboratorio de Química (UNSAAC, 2018)

#### 6.8.8. Análisis de ácidos grasos de las dietas preparadas por tratamientos

Para el análisis del contenido de ácidos grasos de las dietas preparadas por tratamiento se tomó una muestra de 50 g de cada tratamiento, se utilizó el método de cromatografía de gases se observa en la Tabla 6.

**Tabla 6.-Cromatografía de ácidos grasos de las dietas preparadas por tratamientos por ambos colores (harina de chía blanca y negra)**

Acidos grasos	Testigo	chía blanca			chía negra		
		5%	10%	15%	5%	10%	15%
	T1	T2	T3	T4	T2	T3	T4
Ácido linolenico (omega 3)	0,2	3,2	6,9	11,2	5	10,9	16,2
Ácido linoleico (omega 6)	3,4	4,8	5,9	7	5	7	7,7
Ácido oleico (omega 9)	2,1	2,9	3,1	0,2	0,1	4,2	4,1
Ácido elaidico	0,4	0,7	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2
Ácido palmítico	0,9	1,3	1,6	1,9	1,3	0	0
Ácido esteárico	0,1	0,3	0,4	0,7	0,3	0,6	0,8
Ácido araquídico	0	0	0,1	0,1	0	0,1	0,1
Ácido eicosenoico	1,5	0,9	0,5	1,1	0,6	1,4	0,9
Ácido erúxico	0,6	0,8	0,6	0,3	0,5	0,4	0,6

Fuente: Laboratorio de Química (UNSAAC)

## **6.9. Variables en estudio**

### **6.9.1. Variable independiente**

$X_1$  = Cuyes

- Machos mejorados del Tipo 1

$X_2$  = Chía

- Harina de variedad de chía
- Niveles de chía

$X_{2.1}$  = Harina de chía al 5 %

$X_{2.2}$  = Harina de chía al 10 %

$X_{2.3}$  = Harina de chía al 15 %

### **6.9.2. Variable dependiente.**

#### **6.9.2.1. Contenido de ácidos grasos omega 3**

##### **6.9.2.1 $Y_1$ = Productivos**

##### **6.9.2.2 $Y_{1.1}$ = Peso vivo**

Los cuyes fueron pesados individualmente al inicio del experimento y semanalmente a la misma hora (09:00 horas) antes del suministro de alimento.

##### **6.9.2.3 $Y_{1.2}$ = Ganancia de peso**

Para la evaluación de ganancia de peso se realizó el pesaje semanal la cual se obtuvo por diferencia entre el peso final de la semana menos el peso inicial; consideradas en el trabajo de investigación para luego ser procesadas a la culminación de la etapa experimental.

##### **6.9.2.4 $Y_{1.3}$ = Consumo de alimento**

El alimento ofrecido a los cuyes fue de manera ad-libitum y para obtener los datos de consumo se realizó el control de peso de todas las cantidades de alimento suministrado. Para evaluar el consumo de alimento se realizó la siguiente fórmula.

$$\text{Consumo de alimento g/cuy} = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Número de cuyes}}$$

#### **6.9.2.5 Y<sub>1.4</sub> = Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia se calculó de acuerdo al consumo de alimento dividido con la ganancia de peso.

$$\text{Conversion alimenticia} = \frac{\text{consumo total de alimento en MS}}{\text{Ganancia total de peso}} \quad g$$

#### **6.9.2.6 Y<sub>1.5</sub> = Rendimiento de la carcasa**

El rendimiento de carcasa se determinó en 24 cuyes (seis por tratamiento) elegidos al azar. Todos los cuyes estaban en ayuno antes del beneficio. La carcasa incluyó: piel, cabeza, miembros anteriores y posteriores y vísceras rojas (corazón, pulmones, hígado y riñones).

$$\text{Rendimiento de carcasa (\%)} = \frac{\text{Peso de carcasa}}{\text{Peso vivo}}$$

## 6.10. Diseño Estadístico

Para las variables de parámetros productivos. Se utilizó un diseño estadístico DCA simple (comparación entre niveles de chíá blanca y negra más el testigo) y DCA con arreglo factorial (comparación entre color de semilla y porcentaje de inclusión de chíá), con 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento. Se realizó el análisis de variancia para determinar las diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y la prueba de Tukey, para comparar las medias de los tratamientos en los parámetros evaluados. Se trabajó con un nivel de significancia de ( $p= 0,05$ ).

El modelo aditivo lineal será el siguiente para (DCA):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ijk}.$$

Modelo aditivo DCR con arreglo factorial

$$y_{ij} = \mu + A_i + \beta_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Observación en el tratamiento  $i$ -ésimo de un Diseño Completo al Azar.

$\mu$ : Media general de las observaciones.

$A_i$ : Efecto del factor A  $B_j$ : Efecto del factor B

$AB_{ij}$ : Efecto de la interacción A y B

$e_{ijk}$ : Error aleatorio.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Contenido de ácidos grasos (omega -3) en la carne de cuy

El tratamiento T4 (15 % harina de chía) reportó el mayor nivel de ácidos grasos omega 3 en la carne de cuy conteniendo alcanzando 62,3 % con chía negra y 43,6 % con chía blanca. Seguido por tratamiento T3 (10 % harina de chía) con 25,6 % chía blanca y 18,3 % ácidos grasos chía negra y tratamiento T2 (5 % harina de chía) con 23,3% ácidos grasos chía blanca, 9,9 % ácidos grasos chía negra.

**Tabla 7.-Perfil de ácidos grasos en la carne de cuy (%)**

Ácidos Grasos	T1	T2		T3		T4	
	Dieta control	chía blanca	chía negra	chía blanca	chía negra	chía blanca	chía negra
Ácidolinolenico ( $\omega$ -3)	10,8	23,3	9,9	25,6	18,3	<b>43,6</b>	<b>62,3</b>
Ácido linoleico ( $\omega$ -6)	34,6	20,1	18,7	15	23,4	35,3	59
Ácido oleico ( $\omega$ -9)	24,8	20,7	5,4	18,1	23,6	30,8	50
Ácido elaidico	3,2	3,7	3,1	4,7	3,1	4,2	3,7
Ácido mirístico	1,6	1,8	0,5	1,2	31	1,8	2,8
Ácido pentadecanoico	0,4	0,5	0,1	0,2	0,6	0,6	0,9
Ácido palmítico	20,6	26,9	10,4	17	26,2	28	38,5
Ácido palmitoleico	1,8	2,1	0,8	1,4	1,7	1,8	2,8
Ácido heptadecanoico	0,6	0,6	0,1	0,5	4,1	0,8	1,1
Ácido esteárico	3,9	4,7	1,8	3,0	7,7	5,9	9,7
Ácido eicosenoico	8	8,3	6,1	8,6	7,7	8,1	6,4
Ácido erúxico	6,1	5,8	6	5,9	8,1	6,4	6,3

Fuente: laboratorio Química (UNSAAC)

En el resultado encontrado respecto al contenido de ácido graso omega 3 en los cuyes, el T4 ha logrado mejor resultado, este resultado es mayor a lo reportado por Guevara (2009), quien enriqueció la carne de cuy con ácidos grasos omega 3 mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado y semillas de sacha inchi, observó que los cuyes alimentados con la dieta de aceite de pescado lograron obtener 1,36 % de ácidos grasos, seguido por el T4 con aceite de pescado y semilla de sacha inchi con 0,99 % de ácidos grasos ( $\omega$ -3). Por consiguiente el enriquecimiento con fuentes de aceite mejoran en nivel de ácido alfa linolénico para el caso de aceite y semilla de

sacha inchi enriquece por lo tanto repercuten sobre la calidad de la carne de cuy.

Los resultados encontrados son superiores a lo reportado por Huamani (2015) quien al determinar el perfil del ácido grasos con tres sistemas de alimentación observó que la mayor cantidad de ácidos grasos fue tratamiento T1 (alfalfa) con 25,38 %; seguido con el T2 con alimentación mixta con 9,6% de ácidos grasos alfa linolénico ( $\omega$ -3) y por último el T3 con alimentación integral con 6,64 % de ácidos grasos alfa linolénico ( $\omega$ -3).

De acuerdo a los antecedentes presentados de diferentes autores en comparación con el trabajo de investigación se determina que la inclusión de esta fuente de ácidos grasos poliinsaturados como es caso del alfa linolenico reporta buenos resultados en cuanto a ácidos grasos esto indica una manera de enriquecer la carne de cuy seria mediante la semilla de chía ya que contamos con mayor cantidad en nuestra zona.

## 7.2. Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI)

El mayor contenido de AGPI es el tratamiento T4 (15 % harina de chía) con 98,9 % (chía blanca) y 92,2 % (chía negra), seguido por los tratamientos T3 (10 % harina de chía) con 50,6% con chía blanca y 61,7% con chía negra y para el T2 (5 % harina de chía) con 63,4 % de chía blanca y 28,6 % de chía negra.

**Tabla 7. Ácidos grasos poliinsaturados (%) en la carne de cuyes alimentados con harina de chía**

Acido	T1	T2		T3		T4	
		chía blanca	chía negra	chía blanca	chía negra	chía blanca	chía negra
<b>Poliinsaturado</b>	45,4	63,4	28,6	50,6	61,7	98,9	92,2

Leyenda: T1 = 0 %; T2 = 5%; T3 = 10 %, T4 = 15 % de harina de chía

### 7.3. Ácidos grasos saturados (AGS)

El mayor contenido de AGS se observa en la Tabla 8, donde el tratamiento T4 (15 % harina de chía), reporta 45,2 %, (chía blanca) y 59,4 % (chía negra), seguido por los tratamientos T3 (10 % harina de chía) con 30,5 % con chía blanca y 49,4% con chía negra y para el T2 (5 % harina de chía) con 42,8 % de chía blanca y 19 % de chía negra.

**Tabla 8.-Ácidos grasos saturados (%) en la carne de cuyes alimentados con harina de chía**

Acido	T1	T2		T3		T4	
		chía blanca	chía negra	chía blanca	chía negra	chía blanca	chía negra
<b>Saturado</b>	35,1	42,8	19	30,5	49,4	45,2	59,4

Dónde: T1 = 0 %; T2 = 5%; T3 = 10%, T4= 15% de harina de chía

### 7.4. Ácidos grasos mono insaturados (AGMI)

El mayor contenido de AGMI reporto el tratamiento T4 (15 % harina de chía), con 39 %, (chía blanca) y 59,1% (chía negra), seguido por los tratamientos T3 (10% harina de chía) con 25,4 % con chía blanca y 53,4% con chía negra y para el tratamiento T2 (5% harina de chía) con 28,6 % de chía blanca y 12,2 % de chía negra.

**Tabla 9.-Ácidos grasos mono insaturados (%) en la carne de cuy alimentados con harina de chía**

ACIDOS	T1	T2		T3		T4	
		Chía blanca	Chía negra	Chía blanca	Chía negra	Chía blanca	Chía negra
<b>Mono insaturados</b>	32,7	28,6	12,2	25,4	53,4	39	59,1

Dónde: T1 = 0 %; T2 = 5%; T3 = 10%, T4= 15% de harina de chía

Estos datos corroboran lo citado por Guevara (2009), quien enriqueció la carne de cuy con ácidos grasos omega 3 mediante la suplementación con aceite de pescado y semillas de sachá inchi, reportó que la carne de cuy que recibió sachá inchi tiene el mayor nivel de ácidos grasos poliinsaturados (51,35%), el menor nivel de ácidos monoinsaturados (2,97 %) y también el menor contenido de ácidos grasos saturados (25,49 %). Los datos reportados por la presente investigación son superiores en ácidos grasos poliinsaturados con (98,9 %), ácidos monoinsaturados con (59,1 %) y ácidos saturados con (59,4).

Los datos de la presente trabajo de investigación son superiores a lo reportado por Antúnez de Mayolo (1999) que evaluó la carne de cuy alimentada exclusivamente con pasto natural reportó los siguientes resultados de ácidos grasos poliinsaturados (38,79); seguido de los saturados (34,56) y finalmente monoinsaturados (22,46 mg/100 g de grasa).

Los datos reportados por la presente investigación son superiores a lo reportado por Huamani (2015), evaluó el efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa en cuyes, siendo la alimentación mixta quien obtuvo la mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados con T3 (61,9), saturados con T1 (36 %) y los ácidos grasos monoinsaturados con EL T2 (20,1%).

## 7.5. PARÁMETROS PRODUCTIVOS

### 7.5.1. Peso vivo y Ganancia de peso

Los resultados de los pesos semanales en los diferentes tratamientos de inclusión de niveles de harina de Chía (5 %, 10 %, 15 %) para variedades (blanco y negro) de manera independiente, se muestran en las tablas 10 y 11. Asimismo, se detallan en los Anexos 1 y 2.

**Tabla 10. Pesos de los cuyes por semana y por tratamiento con harina de chía blanca en gramos**

Tratamientos	Peso inicial	SEMANAS			
		1	2	3	4
T-1	796,5	846,17	912,17	954,5	1006,33
T-2	869,5	962	1068,5	1107,83	1194,33
T-3	821	908,67	962,33	1014,83	1077,83
T-4	858,17	936,33	1051,5	1091,33	1157,17
Promedio	836,29	913,29	998,63	1042,12	1108,92
C.V		9,27			

T1 = (Testigo), T2: 5% Harina de chía; T3: 10 % Harina de chía; T4: 15% Harina de chía.  
C.V = Coeficiente de Variación

**Tabla 11.-Control de peso de los cuyes por semana y por tratamiento Harina de chía negra en gramos**

Tratamientos	Peso inicial	SEMANAS			
		1	2	3	4
T-1	832,5	910,5	975,33	1020,17	1075,5
T-2	853,83	931,33	1019	1039	1075
T-3	785,83	863,5	962,17	972	1038,33
T-4	820,17	913,33	992,17	1061,33	1128
Promedio	823,08	904,67	987,17	1023,13	1079,21
C.V		9,63			

T1= (Testigo), T2: 5% Harina de chía, T3: 10 % Harina de chía, T4: 15% Harina de chía  
C.V= Coeficiente de Variación

Al realizar el análisis de variancia a los pesos semanales, para el color de chía blanca se observa que existe diferencias estadísticas entre tratamientos (Anexo 11,3), donde el T2 (5 % harina de chía) reporto el mayor peso final con 1194,33 g , seguido de los tratamientos T4 (15 % harina de chía) con 1157,17 g , T3 (10 % harina de chía) con 1077,83g y el menor peso final lo obtuvo el T1 (dieta control) con 1006,33 g, siendo este último promedio

de peso final diferente e inferior al resto. Para el caso de la harina chía negra, no se reportaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados frente al control (Anexo 11.2).

Para el caso de interacción de los tratamientos por el color de harina de chía (Anexo 11.1), no se reportaron diferencia estadística.

Respecto a la ganancia semanal y total de peso vivo se pueden observar los resultados en g/cuy, promedio por tratamiento en los siguientes (tablas 12-13 y anexos 3 y 4) según color de Chía y el nivel de inclusión.

**Tabla 12.-Control de ganancia de peso de cuyes por semanas y por tratamiento (g/cuy) color de chía blanca**

Tratamientos	SEMANAS				SUMA DE GANANCIA
	1	2	3	4	
T-1	49,67	66	42,33	51,83	209,83
T-2	92,5	106,5	39,33	86,5	324,83
T-3	87,67	71	52,5	63	274,17
T-4	78,17	115,17	39,83	65,83	299
<b>Promedio</b>	77,00	89,67	43,50	66,79	276,96
<b>C.V</b>	10,8				

T1= (Testigo), T2: 5% Harina de chía, T3: 10 % Harina de chía, T4: 15% Harina de chía.  
C.V= Coeficiente de Variación

**Tabla 13.-Control de ganancia de peso semanal y por tratamiento (g/cuy) color de chía negra.**

Tratamientos	SEMANAS				SUMA DE GANANCIA
	1	2	3	4	
T-1	78	64,83	44,83	55,33	243
T-2	77,5	87,67	26	48,83	240
T-3	77,67	98,67	42,17	66,33	284,83
T-4	93,17	78,83	69,17	66,67	307,83
<b>Promedio</b>	81,59	82,50	45,54	59,29	268,92
<b>C.V</b>	9,63				

T1= (Testigo); T2: 5 % Harina de chía; T3: 10 % Harina de chía y T4: 15 % Harina de chía.  
C.V= Coeficiente de Variación en porcentaje

Al realizar el análisis de varianza (Anexo 12) correspondientes para los niveles de harina de Chía, frente al tipo de color, no se reportaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre los tratamientos.

Para el caso de interacción de los tratamientos por el color de harina de chía y niveles de inclusión (Anexo 12.1), no se reportaron diferencia estadística.

Los datos reportados no corroboran los citados por Guevara (2009) quien enriqueció la carne de cuy con ácidos grasos omega 3 mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado y semillas de sachá inchi, observando una tendencia que los cuyes con la dieta de semilla de sachá inchi lograron la mayor ganancia y de peso a las cuatro semanas (983 g), seguido de los tratamientos con aceite de pescado y semilla de sachá inchi con 955 y 935,7 g respectivamente. En este contexto la utilización de fuentes de ácidos grasos, como es el caso de la harina de chía tienen mejores resultados tanto en la ganancia y peso total como se muestra en los datos del presente trabajo de investigación.

Según Huamani (2015), evaluó el efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa en cuyes, donde reportó que existe diferencias estadísticas para la ganancia de peso entre los tratamientos, siendo la alimentación mixta quien obtuvo la mayor ganancia con 678,3g . Estos datos son similares a los resultados del presente trabajo de investigación (Tratamiento 1 con 661,00 g, tratamiento 2 con 659,00 g, tratamiento 3 con 676,17 g y tratamiento 4 con 717,17 g) y no se registraron diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ).

De acuerdo a los datos reportados para las variables de peso final y ganancia de peso observamos que la harina de chía al ser utilizada como un insumo para la preparación de dietas de cuyes obtiene una misma respuesta productiva que el tratamiento control ya que este insumo contiene niveles de proteína (17,10 a 20,20 %) superiores a otros insumos tradicionales para la alimentación de cuyes. Por otro lado los niveles de gasa y fibra hacen que sea mejor biodisponible para esta especie por el tipo de digestión post gástrica que el cuy posee .

### 7.5.2. Consumo de alimento.

Los resultados muestran los promedios de consumo semanal de alimento en los diferentes tratamientos, de inclusión de niveles de harina de chíá (5%, 10%, 15%) para los colores de la semilla (blanco y negro) de manera independiente, se muestran en las siguientes (tablas 14-15 y anexos 5 y 6) según color de Chíá y el nivel de inclusión.

**Tabla 14.-Control de consumo de alimento semanal y por tratamiento (g/cuy) chíá blanca**

Tratamientos	SEMANAS				SUMA DE CONSUMO
	1	2	3	4	
T-1	313,73	269,89	224,06	238,56	946,245
T-2	366,39	400,56	396,56	394,06	1257,575
T-3	302,73	337,89	327,73	336,73	1155,08
T-4	365,56	393,06	448,89	442,06	1349,57
<b>Promedio</b>	337,10	350,35	349,31	352,85	1177,12
<b>C.V</b>	14,18				

T1= (Testigo), T2: 5% Harina de chíá, T3: 10 % Harina de chíá, T4: 15% Harina de chíá.

C.V= Coeficiente de Variación

**Tabla 15.-Control de consumo de alimento semanal y por tratamiento (g/cuy) chíá negra**

Tratamientos	SEMANAS				SUMA DE CONSUMO
	1	2	3	4	
T-1	372,23	382,56	305,23	281,56	1241,57
T-2	390,23	697,39	428,23	407,89	1173,73
T-3	321,39	359,89	385,89	365,06	1332,24
T-4	357,73	376,06	337,56	341,23	1212,57
<b>Promedio</b>	360,40	453,98	364,23	348,94	1240,03
<b>C.V</b>	9,19				

T1= (Testigo); T2: 5% Harina de chíá; T3: 10 % Harina de chíá, T4: 15% Harina de chíá.

C.V= Coeficiente de Variación

Al realizar el análisis de varianza y prueba de Tukey se muestra en el (Anexo 13.2), en donde se observa que utilizando chíá de color negro no se encontró diferencia estadística entre tratamientos. Para el caso de chíá blanca no se reportaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados frente al control (Anexo 13.3).

Para el caso de interacción de los tratamientos por el color de harina de chía y niveles de inclusión (Anexo 13.1), no se reportaron diferencia estadística.

Los datos de la presente investigación son similares a lo reportado por Guevara (2009), al evaluar ácidos grasos omega 3 mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado y semillas de sachá inchi no reporto diferencias significativas entre los tratamientos. Además reporto el mayor consumo con el T3 con 1223,3 g a las cuatro semanas, este dato es superior a lo reportado por la presente investigación con el T4 con 1412,35 g.

El presente trabajo muestra lo más altos consumos de materia seca en el tratamiento que tuvo el más alto nivel de inclusión de harina de chía (T2) en ambos colores de chía a lo reportado por Huamani (2015) determinó el efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos, obteniendo el mayor consumo con el tratamiento 2 (alimentación mixta con 2 478,3 g) de materia seca seguido del tratamiento 3 (alimentación integral con 2166,5 g) y el menor consumo fue reportado con en tratamiento 1 (alfalfa verde con 1953,5g).

### 7.5.3. Conversión alimenticia

Los resultados obtenidos para conversión alimenticia semanal comparando los diferentes tratamientos, de inclusión de niveles de harina de Chía (5%, 10%, 15%) para los colores de la semilla (blanco y negro) de manera independiente, se muestran en las en las siguientes (tablas 16-17 y anexos 7 y 8) según color de Chía y el nivel de inclusión.

**Tabla 16.-Conversión alimenticia semanal y por tratamiento chía blanca**

TRATAMIENTOS	SEMANAS				CONVERSION ACUMULADA
	1	2	3	4	
T-1	5,34	3,46	5,10	4,58	4,48
T-2	3,40	2,86	6,24	4,81	3,93
T-3	3,21	5,31	6,00	4,63	4,30
T-4	4,71	3,44	6,26	5,04	4,52
<b>Promedio</b>	4,17	3,77	5,90	4,76	4,31
<b>C.V</b>	12,87				

T1= (Testigo), T2: 5% Harina de chía, T3: 10 % Harina de chía, T4: 5% Harina de chía.

C.V= Coeficiente de Variación

**Tabla 17.-Conversión alimenticia semanal y por tratamiento chíá negra**

TRATAMIENTOS	SEMANAS				CONVERSION ACUMULADA
	1	2	3	4	
T-1	4,78	4,29	6,87	5,28	5,13
T-2	5,03	2,95	9,20	7,05	5,00
T-3	4,14	3,23	9,71	4,75	4,68
T-4	2,76	3,53	4,97	5,12	3,94
Promedio	4,18	3,50	7,69	5,55	4,69
C.V	13,58				

T1= (Testigo), T2: 5% Harina de chíá, T3: 10 % Harina de chíá, T4: 15% Harina de chíá.

C.V= Coeficiente de Variación

La tendencia es que los cuyes con un mayor nivel de inclusión de harina de chíá obtienen menores conversiones alimenticias en comparación a las dietas con un nivel de inclusión menor (T2 y T3). Sin embargo, al realizar el análisis de varianza y la prueba de Tukey (anexo 14) para los colores de chíá (blanca, negra) no se observaron diferencias estadísticas entre los factores (niveles de inclusión y colores) es decir los tratamientos evaluados reportaron conversiones alimenticia con similar eficiencia.

Para el caso de interacción de los tratamientos por el color de harina de chíá y niveles de inclusión (Anexo 14.1), no se reportaron diferencia estadística.

Los datos de la presente investigación son superiores a los encontrados con la utilización de harina de chíá. Estos datos reportados no corroboran lo citado por Guevara (2009), quien al enriquecer la carne de cuy con ácidos grasos omega 3 mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado y semillas de sachá inchi, reporto diferencias estadísticas en los cuyes que recibieron la dieta con semilla de sachá inchi (3,47 )seguido de los cuyes alimentados con la dieta de aceite de pescado (3,53), luego los cuyes de la dieta control (3,73) y finalmente los cuyes de dieta con aceite de pescado y semilla de sachá inchi (3,72).

Lo reportado por la presente investigación son datos similares a lo reportado por Huamani (2015), encontró diferencia significativas al evaluar el efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos, reportando la menor conversión de 3,7 con los

sistemas de alimentación mixta e integral en comparación con el sistema de alimentación a base de alfalfa verde con una conversión mayor de 4,7.

Las ganancias de peso y las conversiones alimenticias alcanzadas en este experimento muestran un comportamiento productivo, eficiente y comparable a lo que se logra en las granjas comerciales de cuyes con la ventaja de que la carne de cuy contiene ácidos graso omega 3 para beneficio de la salud del consumidor final.

#### 7.5.4. Evaluación del rendimiento de carcasa

El resultado obtenido para rendimiento de carcasa por niveles de harina de Chía independientemente del color de semillas se observa en la Tabla 18 y 19.

**Tabla 18.-Rendimiento de carcasa por tratamientos chíá blanca**

Tratamiento	peso vivo	peso carcasa	Rendimiento de carcasa	
			%	Covarianza arcoseno
T1 (0%)	853,33	562,67	66,00	54,33
T2 (5%)	1055,33	731,67	69,33	56,38
T3 (10%)	927,00	616,67	66,33	54,53
T4 (15%)	1100,33	784,00	71,33	57,65

T1= (Testigo), T2: 5% Harina de chíá, T3: 10 % Harina de chíá, T4: 15% Harina de chíá.

**Tabla 19.-Rendimiento de carcasa por tratamientos chíá negra**

Tratamiento	peso vivo	peso carcasa	Rendimiento de carcasa	
			%	Covarianza arcoseno
T1 (0%)	820,33	548,00	67,00	54,94
T2 (5%)	1059,00	742,33	70,33	57,00
T3 (10%)	892,67	573,00	64,33	53,35
T4 (15%)	962,00	685,33	71,33	57,67

T1= (Testigo), T2: 5% Harina de chíá, T3: 10 % Harina de chíá, T4: 15% Harina de chíá.

Utilizando el color de chíá blanca al análisis de varianza encontramos diferencias estadísticas ( $P=0,0294$ ) al comparar los promedios de porcentaje

de rendimiento de carcasa (Anexo15.3) entre los tratamientos (tukey  $X = 0,05$ ) se encontraron que el tratamiento 4 (71,33 %) reporto el mayor porcentaje de rendimiento de carcasa seguido del tratamiento 2 (69,33 %) y tratamiento 3 (66,33 %). Por otro lado, utilizando el color de chíá negra al realizar el análisis de varianza (Anexo 15.2) no se observó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados.

Los cuyes alimentados con niveles de inclusión de harina de chíá en las dietas experimentales (T2, T3 y T4) presentaron un rendimiento de carcasa similar a los del testigo con una alimentación mixta.

Al analizar los datos de color de semilla de chíá en un Anva factorial 2 x 3 se encuentran diferencias estadísticas significativas, para la interacción de los tratamientos por el color de harina de chíá y niveles de inclusión (Anexo 15.1), donde se reportó diferencia estadística que el tratamiento 4 (71.33%) es igual al tratamiento 2 (69.83%) y esta a su vez superior al tratamiento 3 (65.33%).

Los datos de la presente investigación son similares por lo reporta por Huamani (2015), quien reporto un rendimiento de carcasa de 72,7% para los sistemas de alimentación mixta e integral en comparación al sistema de alimentación con alfalfa verde con 69,8%. De igual forma Ayvar (2011), reporto rendimientos de carcasa de 67,8% y 71% para cuyes alimentados con alfalfa verde y alimentación mixta.

Del mismo modo Guevara (2009), reporto 70,7% para cuyes criados con alimentación mixta, dichos valores concuerdan con el presente trabajo de investigación, observa un ligero mayor rendimiento de carcasa en los cuyes que recibieron dieta con semilla de sachá inchi, seguido con los alimentados con la dieta de aceite de pescado y semilla d sachá inchi, luego los cuyes de la dieta control y los de la dieta de aceite de pescado. Es decir con los cuatro tratamientos se logó un rendimiento de carcasa satisfactorio cuyo promedio está en el rango de 69,45 y 71,65%.

## VIII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

**1.- a.-** la mayor concentración de ácido alfa linolénico (62,3 % -chía blanca y 43,6 % -chía negra) entre los ácidos grasos de la carne de cuy fue con el T4 (15 % harina de chía)

**b.-** La mayor concentración de ácidos grasos poliinsaturados e insaturados se obtuvo con el T4 (15 % harina de chía) y con una cantidad mínima de ácidos grasos saturados.

**c.-** A mayor inclusión de harina de chía en la dieta del cuy se logra mayor cantidad de omega 3 en su carne.

**d.-** Las semillas blancas y negras no presentan diferencias en cuanto al contenido porcentual de ácidos grasos esenciales.

**2.- a)** La mayor ganancia de peso y consumo de alimento lo obtuvo el T2 (5 % harina de chía) y T4 (15 % harina de chía) con (755,33 g chía blanca y 717,17g chía negra) y (3210,63 g chía negra y 2887,47 g chía blanca).

b) El mayor rendimiento de carcasa lo obtuvo el T4 (15 %) (Chía blanca y negra con 71,33 %) y conversión alimenticia lo obtuvo el T2 (5 % harina de chía) con (3,51 chía negra) T1 (dieta control) con 2,55 respectivamente.

## VIII. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó la investigación y en base a los resultados obtenidos, se recomienda:

1. Realizar más trabajos de investigación con la inclusión de harina de chía en otras especies, por sus bondades en la nutrición humana.
2. Buscar alternativas con otras semillas oleaginosas que se encuentra en nuestra región.
3. Realizar otros trabajos de investigación sobre colores de la semilla de chía respecto a los ácidos grasos
4. Se recomienda la utilización de la harina de chía en los alimentos balanceados para cuyes

## X. REFERENCIAS

- Antunez de Mayolo, S. (1999). El cuy excelente nutriente. Una latente contribucion del Incato. Lima: El comercio.
- Arvindakshan, M., Ghate, M., Ranjekar, P., Evans, R., & Mahadik, S. (2003). La suplementación con una combinación de ácidos grasos omega 3 y antioxidantes mejora el resultado de la esquizofrenia.
- Ayerza, R., & Coates, W. (2005). Semillas de chía molidas y efectos del aceite de chía sobre los lípidos plasmáticos y los ácidos grasos en la rata. Mexico: Investigación nutricional.
- Beltran, O., & Romero, M. (2003). La chia alimento milenario. revista industria alimentaria (México, D.F.).
- Borkman, M. (1993). La relación entre la sensibilidad a la insulina y la composición de ácidos grasos de los fosfolípidos del músculo esquelético. NEJM 328: 238-244.
- Bueno, M., Gonzales, M., Quiroga, M., Severin, C., & Busilachi, H. (2016). Caracterización de semillas blancas y negras de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). AGROMENSAJES.
- Cahill, P. (2004). Diversidad genética entre variedades de chia (*salvia hispanica* L.) Mexico. CHAPINGO SERIE HORTICULTURA.
- Carrero, j. (2005). efectos cardiovasculares de los acidos grasos omega 3 y alternativas para incrementar su ingesta. págs. 63-69. España: nutricion hospitalaria.
- Castro, H. P. (2002). Sistema de crianza de cuyes a nivel familiar comercial en el sector rural. . Retrieved from Instituto Benson de Agricultura y Alimentación Universidad Brigham Young EE. UU: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000203.pdf>
- Chapman, & Hall. (1999). Informe del grupo de trabajo de la Fundación Británica de Nutrición: n 3 ácidos grasos y salud. The British Nutrition Foundation .. Nueva York y Londres.
- Chauca, F. L., & Muscari, G. J. (2001). Mejoramiento por seleccion del o cobayo peruano. Informe programa de investigacion en crianzas familiares 45 págs. Lima-Peru: Proyecto cuyes del INIA.
- Chilon, W. J. (2017). Efecto de la adición de butirato, ácido propionico y butirato más ácido propionico en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento sobre los parámetros productivos. Retrieved from Universidad Nacional de Cajamarca: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1927/Efecto%20de%20la%20adici%C3%B3n%20de%20butirato%2C%20%C3%A1cido%20propionico%20y%20butirato%20m%C3%A1s%20%C3%A1cido%20propionico%20en%20la%20dieta%20de.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Crawford, M. (2000). suministro de ácidos araquidónico y docosahexaenoico:implicaciones para la nutrición lipídica de los recién nacidos prematuros. A.m. J. Clin. Nutr. 71: 275 Del Instituto de Química Cerebral y Nutrición Humana, Universidad del Norte de Londres.
- Cruz, J. (2015). EVALUACION DE DIFERENTES NIVELES DE BIOESTIMULANTE Y RECONSTITUYENTE ORGÁNICO NATURAL EN *Cavia porcellus* (CUYES) EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO Y

- ENGORDE. Riobamba-Ecuador: Escuela superior Politecnica de Chimborazo.
- Cunname, J. (1999). Perfiles de acidos grasos del tejido adiposo materno en relacion con el desarrolllo infantil British Nutricion .
- Gomez, C., & Vergara, V. (1993). Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares. Págs; 38-50. INIA-EELM-EEBI. . I Curso Nacional de capacitacion en crianzas familiares.
- Guevara, J. (2009). ENRIQUECIMIENTO DE LA CARNE DE CUY CON ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 MEDIANTE LA SUPLEMENTACIÓN DE LAS DIETAS CON ACEITE DE PESCADO Y SEMILLAS DE SACHA INCHI. Retrieved from Universidad Nacional Agraria la Molina Lima - Peru:  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1634/DCA%2039-04-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guevara, V. (2004). Formulación de raciones balanceadas para monogastricos, con el uso del Software Maximizador. Retrieved from UNALM.
- Guiotto, E. (2014). APLICACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE CHÍA (Salvia hispanica L.) Y GIRASOL (Helianthus annuus L.) en alimentos. Retrieved from Universidad Nacional de la plata:  
[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34268/Documento\\_completo.pdf?sequence=3](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34268/Documento_completo.pdf?sequence=3)
- Higaonna, R., Chauca, L., & Gamarra, M. (1992). Efecto del consumo de agua en el crecimiento de cuyes. XII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APP A). Pucallpa. Perú.
- Huamani, G. (2015). RESPUESTA PRODUCTIVA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE CARCASA DE CUYES (Cavia porcellus) CRIADOS BAJO TRES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN. Retrieved from  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2137>
- Jaramillo Garces, Y. (2013). La chía (salvia hispanica L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables. Caldas-Antioquia.
- Keen, H., & Payan, J. (1993). Tratamiento de la neuropatía diabética con gamma-linolénico ácido. Diabetes Care 16 (1): 8-15. .
- Lord, R. (2002). Insuficiencia antioxidante inducida por acidos grasos poliinsaturados medicina integrativa.
- Marshall, J., Hamman, R., & Baxter, J. (1991). Dieta alta en grasas y baja en carbohidratos y La etiología de la diabetes mellitus no insulino dependiente: el valle de San Luis Estudio de diabetes. A.m. J. Epidemial. 134, 590-603. Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado, Denver .
- Peet, M. (2006). El síndrome metabólico, ácidos grasos omega-3 e inflamatorios. procesos en relación con la esquizofrenia. Prostaglandinas Leukot. Essent Graso.
- politi, L., Rotstein, N., & Carri, N. (2001). Efectos del ácido docosaheptaenoico en Desarrollo de la retina: aspectos celulares y moleculares. Lípidos 36: 927-935. Universidad Nacional del Sur, Buenos Aires, Argentina.
- Remegio, R. (2006). Evaluación de tres niveles de Lisina y aminoácidos azufrados en las dietas de crecimiento para cuyes (Cavia porcellus) mejorados. Retrieved from Tesis para obtener el Título de Magíster Scientiae UNALM. Lima- Perú. .

- Rojas, S., & Barboza, V. (1995). Inclusion de aceite de pescado acidulado estabilizado. Lima - Peru.
- Romero, P. (2000). Composición en ácidos grasos y proximales de siete especies de pescado de isla de Pascua. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile.
- Sahagun, B. (1579). Historia general de las cosas de nueva España. Mexico.
- Simopoulos, A. (2000). El papel de los productos avícolas en el enriquecimiento de la dieta humana con m-3 pufa. Mexico.
- Siscovick, D., Raghunathan, T., King, I., & Weinman, S. (1996). Ingesta dietética y los niveles de membrana celular de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena n-3 y el riesgo de paro cardíaco primario Mermelada. Medicina. Asoc. 274: Departamento de Medicina, Universidad de Washington, Seattle, Estados Unidos.
- Sprecher, H., Luthria, D., Mohamed, B., & Baykousheva, S. (1995). Reevaluación de las vías para la biosíntesis de poliinsaturados. Departamento de Bioquímica Médica, Ohio State University, Columbus 43210, EE. UU.
- Suzuki, H., Morikawa, Y., & Takahashi, H. (2001). Efecto del aceite DHA suplementación Dieta. Faculty of Medicine, University of Toronto, Toronto, Ont. , Canada. pag.43.
- Tosco, G. (2004). Los beneficios de la chia en humanos y animales . Nutrientes de la semilla de chia y su relación con los requerimientos humanos diarios. Recuperado el 29 de octubre de 2014 <http://www.solaztecasda.com.ar/uploads/Los20%Beneficios20%de20%>.
- Valenzuela, A., & Nieto, S. (2001). Ácido docosahexanoico en el desarrollo fetal y en la nutrición materno-infantil. Rev. Méd. Chile. 129: 1203-11.
- Watson, G. (1938). Palabra nahuatl en inglés americano. Mexico.
- Zampelas, A., Roche, H., & Knapper, J. (1998). Diferencias en la lipémica posprandial respuesta entre europeos del norte y del sur. La aterosclerosis. 139: 83 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Surrey, Guildford, Reino Unido.

## XI. ANEXOS

### Anexo 1.-Registro de pesos semanal por tratamientos y repetición Harina de Chía de color blanco (g / cuy)

TRATAMIENTO/ REPETICIONES	P.I	SEMANAS			
		1	2	3	4
T1-R1	790	843	895	935	995
T1-R1	825	911	978	1028	1071
T1-R1	799	823	879	940	995
T1-R2	795	815	880	912	940
T1-R2	790	875	956	1002	1087
T1-R2	780	810	885	910	950
<b>PROMEDIO</b>	<b>796,5</b>	<b>846,17</b>	<b>912,17</b>	<b>954,5</b>	<b>1006,33</b>
T2-R1	869	928	1031	1050	1095
T2-R1	890	969	1066	1128	1216
T2-R1	812	910	1016	1072	1134
T2-R2	833	926	1034	1060	1145
T2-R2	944	1049	1175	1192	1282
T2-R2	869	990	1089	1145	1294
<b>PROMEDIO</b>	<b>869,5</b>	<b>962</b>	<b>1068,5</b>	<b>1107,83</b>	<b>1194,33</b>
T3-R1	752	875	951	1037	1101
T3-R1	831	870	856	887	926
T3-R1	790	812	774	865	925
T3-R2	748	855	962	997	1067
T3-R2	910	1027	1127	1187	1295
T3-R2	895	1013	1104	1116	1153
<b>PROMEDIO</b>	<b>821</b>	<b>908,67</b>	<b>962,33</b>	<b>1014,83</b>	<b>1077,83</b>
T4-R1	941	1052	1143	1180	1213
T4-R1	767	816	984	1045	1127
T4-R1	849	938	1051	1075	1122
T4-R2	800	872	983	1016	1103
T4-R2	987	1080	1214	1255	1345
T4-R2	805	860	934	977	1033
<b>PROMEDIO</b>	<b>858,17</b>	<b>936,33</b>	<b>1051,5</b>	<b>1091,33</b>	<b>1157,17</b>

**Anexo 2.-Registro de pesos semanal por tratamientos y repetición Harina de Chía de color negro (g / cuy)**

TRATAMIENTO/ REPETICIONES	P.I	SEMANAS			
		1	2	3	4
T1-R3	823	936	1001	1081	1164
T1-R3	845	934	997	1030	1080
T1-R3	862	882	969	995	1044
T1-R4	761	870	980	1020	1090
T1-R4	789	830	880	910	965
T1-R4	915	1011	1025	1085	1110
<b>PROMEDIO</b>	<b>832,5</b>	<b>910,5</b>	<b>975,33</b>	<b>1020,17</b>	<b>1075,5</b>
T2-R3	759	822	930	950	1014
T2-R3	854	937	1025	1069	1109
T2-R3	945	1034	1140	1167	1251
T2-R4	840	907	974	991	968
T2-R4	780	806	875	905	909
T2-R4	945	1082	1170	1152	1199
<b>PROMEDIO</b>	<b>853,83</b>	<b>931,33</b>	<b>1019</b>	<b>1039</b>	<b>1075</b>
T3-R3	762	852	934	972	1033
T3-R3	894	977	1067	1069	1118
T3-R3	708	766	855	847	935
T3-R4	768	801	918	936	1032
T3-R4	821	909	1014	1057	1106
T3-R4	762	876	985	951	1006
<b>PROMEDIO</b>	<b>785,83</b>	<b>863,5</b>	<b>962,17</b>	<b>972</b>	<b>1038,33</b>
T4-R3	902	1019	1144	1193	1276
T4-R3	784	843	906	962	984
T4-R3	777	879	936	1020	1115
T4-R4	904	994	1110	1203	1280
T4-R4	789	890	910	980	1010
T4-R4	765	855	947	1010	1103
<b>PROMEDIO</b>	<b>820,17</b>	<b>913,33</b>	<b>992,17</b>	<b>1061,33</b>	<b>1128</b>

**Anexo 3.-Registro de ganancia de peso semanal por tratamientos con sus respectivas repeticiones Harina de Chía de color blanco (g).**

TRATAMIENTO/ REPETICIONES	SEMANAS				GANANCIA TOTAL
	1	2	3	4	
T1-R1	53	52	40	60	205
T1-R1	86	67	50	43	246
T1-R1	24	56	61	55	196
T1-R2	20	65	32	28	145
T1-R2	85	81	46	85	297
T1-R2	30	75	25	40	170
<b>PROMEDIO</b>	<b>49,67</b>	<b>66</b>	<b>42,33</b>	<b>51,83</b>	<b>209,83</b>
T2-R1	59	103	19	45	226
T2-R1	79	97	62	88	326
T2-R1	98	106	56	62	322
T2-R2	93	108	26	85	312
T2-R2	105	126	17	90	338
T2-R2	121	99	56	149	425
<b>PROMEDIO</b>	<b>92,5</b>	<b>106,5</b>	<b>39,33</b>	<b>86,5</b>	<b>324,83</b>
T3-R1	123	76	86	64	349
T3-R1	39	14	31	39	123
T3-R1	22	38	91	60	211
T3-R2	107	107	35	70	319
T3-R2	117	100	60	108	385
T3-R2	118	91	12	37	258
<b>PROMEDIO</b>	<b>87,67</b>	<b>71</b>	<b>52,5</b>	<b>63</b>	<b>274,17</b>
T4-R1	111	91	37	33	272
T4-R1	49	168	61	82	360
T4-R1	89	113	24	47	273
T4-R2	72	111	33	87	303
T4-R2	93	134	41	90	358
T4-R2	55	74	43	56	228
<b>PROMEDIO</b>	<b>78,17</b>	<b>115,17</b>	<b>39,83</b>	<b>65,83</b>	<b>299</b>

**Anexo 4.-Registro de ganancia de peso semanal por tratamientos con sus respectivas repeticiones Harina de Chía de color negro (g).**

TRATAMIENTO/ REPETECIONES	SEMANAS				GANANCIA TOTAL
	1	2	3	4	
T1-R3	113	65	80	83	341
T1-R3	89	63	33	50	235
T1-R3	20	87	26	49	182
T1-R4	109	110	40	70	329
T1-R4	41	50	30	55	176
T1-R4	96	14	60	25	195
<b>PROMEDIO</b>	<b>78</b>	<b>64,83</b>	<b>44,83</b>	<b>55,33</b>	<b>243</b>
T2-R3	63	108	20	64	255
T2-R3	83	88	44	40	255
T2-R3	89	106	27	84	306
T2-R4	67	67	17	23	174
T2-R4	26	69	30	35	160
T2-R4	137	88	18	47	290
<b>PROMEDIO</b>	<b>77,5</b>	<b>87,67</b>	<b>26</b>	<b>48,83</b>	<b>240</b>
T3-R3	90	82	38	61	271
T3-R3	83	90	40	49	262
T3-R3	58	89	80	88	315
T3-R4	33	117	18	96	264
T3-R4	88	105	43	49	285
T3-R4	114	109	34	55	312
<b>PROMEDIO</b>	<b>77,67</b>	<b>98,67</b>	<b>42,17</b>	<b>66,33</b>	<b>284,83</b>
T4-R3	117	125	49	83	374
T4-R3	59	63	56	22	200
T4-R3	102	57	84	95	338
T4-R4	90	116	93	77	376
T4-R4	101	20	70	30	221
T4-R4	90	92	63	93	338
<b>PROMEDIO</b>	<b>93,17</b>	<b>78,83</b>	<b>69,17</b>	<b>66,67</b>	<b>307,83</b>

**Anexo 5.-Registro de consumo de alimento semanal por tratamientos y repeticiones Harina de Chía de color Blanco (g)**

TRATAMIENTO/REPETICIONES	SEMANAS				CONSUMO TOTAL
	1	2	3	4	
T1-R1	271,73	267,06	308,73	313,39	1160,91
T1-R2	255,73	172,73	139,39	163,73	731,58
<b>PROMEDIO</b>	<b>313,73</b>	<b>269,89</b>	<b>224,06</b>	<b>238,56</b>	<b>946,245</b>
T2-R1	258,06	370,73	292,39	378,39	1299,57
T2-R2	374,73	230,39	200,73	409,73	1215,58
<b>PROMEDIO</b>	<b>366,39</b>	<b>400,56</b>	<b>396,56</b>	<b>394,06</b>	<b>1257,575</b>
T3-R1	262,39	285,06	262,73	282,73	1092,91
T3-R2	243,06	390,73	292,73	290,73	1217,25
<b>PROMEDIO</b>	<b>302,73</b>	<b>337,89</b>	<b>327,73</b>	<b>336,73</b>	<b>1155,08</b>
T4-R1	341,73	383,39	235,39	223,73	1184,24
T4-R2	389,39	402,73	262,39	460,39	1514,9
<b>PROMEDIO</b>	<b>365,56</b>	<b>393,06</b>	<b>448,89</b>	<b>442,06</b>	<b>1349,57</b>

**Anexo 6.-Registro de consumo de alimento semanal por tratamientos y repeticiones harina de chía de color negro (g)**

TRATAMIENTOS/REPETICIONES	SEMANAS				CONSUMO TOTAL
	1	2	3	4	
T1-R3	372,06	354,39	234,39	197,06	1157,9
T1-R4	372,39	210,73	376,06	366,06	1325,24
<b>PROMEDIO</b>	<b>372,23</b>	<b>382,56</b>	<b>305,23</b>	<b>281,56</b>	<b>1241,57</b>
T2-R3	459,06	207,39	202,06	276,39	1144,9
T2-R4	321,39	287,39	254,39	339,39	1202,56
<b>PROMEDIO</b>	<b>390,23</b>	<b>697,39</b>	<b>428,23</b>	<b>407,89</b>	<b>1173,73</b>
T3-R3	294,39	348,06	394,06	279,06	1315,57
T3-R4	348,39	271,73	377,73	351,06	1348,91
<b>PROMEDIO</b>	<b>321,39</b>	<b>359,89</b>	<b>385,89</b>	<b>365,06</b>	<b>1332,24</b>
T4-R3	210,39	217,73	379,73	373,39	1181,24
T4-R4	305,06	334,39	295,39	309,06	1243,9
<b>PROMEDIO</b>	<b>357,73</b>	<b>376,06</b>	<b>337,56</b>	<b>341,23</b>	<b>1212,57</b>

**Anexo 7.-Registro de conversión alimenticia semanal por tratamientos y repeticiones Harina de Chía de color Blanco**

TRATAMIENTO Y REPETECIONES	SEMANAS				CONVERSION ACUMULADA
	1	2	3	4	
T1-R1	5,00	4,58	6,13	5,95	5,38
T1-R2	5,68	2,34	4,06	3,21	3,59
<b>PROMEDIO</b>	<b>5,34</b>	<b>3,46</b>	<b>5,10</b>	<b>4,58</b>	<b>4,48</b>
T2-R1	3,28	3,63	6,40	5,82	4,46
T2-R2	3,52	2,08	6,08	3,79	3,39
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,40</b>	<b>2,86</b>	<b>6,24</b>	<b>4,81</b>	<b>3,93</b>
T3-R1	4,28	6,68	3,79	5,20	4,80
T3-R2	2,13	3,93	8,21	4,06	3,80
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,21</b>	<b>5,31</b>	<b>6,00</b>	<b>4,63</b>	<b>4,30</b>
T4-R1	4,12	3,09	5,79	4,14	3,93
T4-R2	5,31	3,79	6,73	5,93	5,11
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,71</b>	<b>3,44</b>	<b>6,26</b>	<b>5,04</b>	<b>4,52</b>

**Anexo 8.-Registro de conversión alimenticia semanal por tratamientos y repeticiones Harina de Chía de color Negro**

TRATAMIENTO Y REPITICIONES	SEMANAS				CONVERSION ACUMULADA
	1	2	3	4	
T1-R3	5,03	4,94	5,06	3,25	4,58
T1-R4	4,54	3,63	8,68	7,32	5,68
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,78</b>	<b>4,29</b>	<b>6,87</b>	<b>5,28</b>	<b>5,13</b>
T2-R3	5,86	2,06	6,66	4,41	4,21
T2-R4	4,19	3,85	11,74	9,70	5,78
<b>PROMEDIO</b>	<b>5,03</b>	<b>2,95</b>	<b>9,20</b>	<b>7,05</b>	<b>5,00</b>
T3-R3	3,82	4,00	7,48	4,23	4,65
T3-R4	4,45	2,46	11,93	5,27	4,70
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,14</b>	<b>3,23</b>	<b>9,71</b>	<b>4,75</b>	<b>4,68</b>
T4-R3	2,27	2,67	6,03	5,60	3,89
T4-R4	3,26	4,40	3,92	4,64	3,99
<b>PROMEDIO</b>	<b>2,76</b>	<b>3,53</b>	<b>4,97</b>	<b>5,12</b>	<b>3,94</b>

**Anexo 9.-Rendimiento de carcasa por tratamientos Harina de Chía de color blanco**

TRATAMIENTOS	PESO VIVO (g)	PESO CARCASA (g)	RENDIMIENTO DE CARCASA	
			COVARIANZA	%
T1	825	550	54,94	67
T1	890	578	53,73	65
T1	845	560	54,33	66
<b>PROMEDIO</b>	<b>853,33</b>	<b>562,67</b>	<b>54,33</b>	<b>66</b>
T2	1072	725	55,55	68
T2	963	675	56,79	70
T2	1131	795	56,79	70
<b>PROMEDIO</b>	<b>1055,33</b>	<b>731,67</b>	<b>56,38</b>	<b>69,33</b>
T3	867	575	54,33	66
T3	968	652	54,94	67
T3	946	623	54,33	66
<b>PROMEDIO</b>	<b>927</b>	<b>616,67</b>	<b>54,53</b>	<b>66,33</b>
T4	1202	841	56,79	70
T4	1066	732	56,17	69
T4	1033	779	60	75
<b>PROMEDIO</b>	<b>1100,33</b>	<b>784</b>	<b>57,65</b>	<b>71,33</b>

**Anexo 10.-Rendimiento de carcasa por tratamientos harina de chía de color negro**

TRATAMIENTOS	PESO VIVO (g)	PESO CARCASA (g)	RENDIMIENTO DE CARCASA	
			COVARIANZA	%
T1	766	506	54,33	66
T1	892	595	54,94	67
T1	803	543	55,55	68
<b>PROMEDIO</b>	<b>820,33</b>	<b>548</b>	<b>54,94</b>	<b>67</b>
T2	1035	724	56,79	70
T2	1108	772	56,79	70
T2	1034	731	57,42	71
<b>PROMEDIO</b>	<b>1059</b>	<b>742,33</b>	<b>57</b>	<b>70,33</b>
T3	869	532	51,35	61
T3	868	597	56,17	69
T3	941	590	52,54	63
<b>PROMEDIO</b>	<b>892,67</b>	<b>573</b>	<b>53,35</b>	<b>64,33</b>
T4	952	646	55,55	68
T4	1011	710	56,79	70
T4	923	700	60,67	76
<b>PROMEDIO</b>	<b>962</b>	<b>685,33</b>	<b>57,67</b>	<b>71,33</b>

## Anexo 11.-Análisis de varianza y prueba de tukey para peso final.

### ANEXO 11.1.- Análisis de varianza para la interacción de colores

<b>Fuente de varianza</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>p-valor</b>
<b>tratamientos</b>					
Niveles	2	52271,72	26135,86	2,03	0,149
Color	1	35344	35344	2,75	0,108
niveles * color	2	14610,17	7305,08	0,57	0,5729
Error	30	386216,33	12873,88		
Total	35	488442,22			

### ANEXO 11.2.-Análisis de varianza para el color negro

<b>Fuente de varianza</b>	<b>Gados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	3	24497,13	8165,71	0,76	0,5316
Error	20	215868,83	10793,44		
Total	23	240365,96			

### ANEXO 11.3.- Análisis de varianza para el color blanco

<b>Fuente de varianza</b>	<b>Gados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>p-valor</b>
tratamiento	3	126681,5	42227,17	4	0,0221
Error	20	211322,33	10566,12		
Total	23	338003,83			

### Prueba de Tukey 0.05 % de color blanco

Tratamientos	Estadística tukey	Tukey p-valor	Tukey inferencia
A-B	45.749	0,0199235	* p <0.05
A-C	25.609	0.2977474	NS
A-D	40.826	0.0417396	* p <0.05
B-C	20.139	0.4996365	NS
B-D	0,4923	0.8999947	NS
C-D	15.216	0.6895750	NS

### Anexo 12.-Análisis de varianza y prueba de Tukey para ganancia de peso.

#### ANEXO 12.1.- Análisis de varianza para la interacción de colores

Fuente de varianza	Gados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
<b>Tratamientos</b>					
Niveles	2	14551,39	7275,69	1,33	0,2803
Color	1	9834,03	9834,03	1,79	0,1905
niveles * color	2	22696,72	11348,36	2,07	0,1438
Error	30	164450,83	5481,69		
Total	35	21532,97			

#### ANEXO 12.2.-Análisis de varianza para el color negro

Fuente de varianza	Gados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
tratamiento	3	24487,46	8162,49	1,85	0,1712
Error	20	88395,17	4419,76		
Total	23	112882,63			

ANEXO 12.3.- Análisis de varianza para el color blanco

Fuente de varianza	Gados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
tratamiento	3	45681,13	15227,04	2,57	0,083
Error	20	118544,5	5927,23		
Total	23	164225,63			

**Anexo 13.-Análisis de varianza y prueba de Tukey para consumo de alimento.**

ANEXO 13.1.- Análisis de varianza para la interacción de colores

Fuente de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
<b>Tratamientos</b>					
Niveles	2	35911,17	17955,58	2,44	0,1679
Color	1	225,33	225,33	0,03	0,8669
niveles * color	2	56253,17	28126,58	3,82	0,0852
Error	6	44194	7365,67		
Total	11	136583,67			

ANEXO 13.2.- Análisis de varianza para el color negro

Fuente de varianza	Gados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Tratamiento	3	86323	28774,33	7,58	0,2398
Error	4	15177	3794,25		
Total	7	101500			

ANEXO 13.3 análisis de varianza para el color blanco

<b>Fuente de varianza</b>	<b>Gados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	3	66986	22328,67	2,61	0,18
Error	4	34282	8570,5		
Total	7	101268			

**Anexo 14.-Análisis de varianza y prueba de tukey para conversión alimenticia.**

ANEXO 14.1 Análisis de varianza para la interacción de colores

<b>Fuente de varianza</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>p-valor</b>
<b>tratamientos</b>					
niveles	2	1,32	0,66	1,83	0,2395
Color	1	0,67	0,67	1,85	0,223
niveles * color	2	3,32	1,66	4,59	0,0618
Error	6	2,17	0,36		
Total	11	7,47			

ANEXO 14.2 Análisis de varianza para el color negro

<b>Fuente de varianza</b>	<b>Gados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	3	4,75	31,58	3,24	0,1429
Error	4	1,96	40,49		
Total	7	9,71			

ANEXO 14.3 Análisis de varianza para el color blanco

Fuente de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
tratamiento	3	0,26	0,09	0,88	0,5219
error	4	0,39	0,1		
total	7	0,65			

**Anexo 15.-Análisis de varianza y prueba de tukey para rendimiento de carcasa**

ANEXO 15.1 Análisis de varianza para la interacción de colores

Fuente de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
tratamientos					
niveles	2	117	58,5	7,47	0,0078
Color	1	0,5	0,5	0,06	0,8048
niveles * color	2	7	3,5	0,45	0,6499
Error	12	94	7,83		
Total	17	218,5			

Prueba de tukey para la interacción de colores

tratamient	Promedio	Significan
t4	71,33	A
t2	69,83	A
t3	65,33	B

ANEXO 15.2 Análisis de varianza para el color negro

Fuente de varianza	Grados de	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
tratamiento	3	92,25	30,75	3,42	0,0731
Error	8	729			
Total	11	164,25			

### ANEXO 15.3 Análisis de varianza para el color blanco

Fuente de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	p-valor
Tratamientos	3	58,25	19,42	5,97	0,0294
Error	8	26	3,25		
Total	11	84,25			

### Prueba de tukey para el color blanco

tratamiento	promedio	Significancia
t4	71,33	A
t2	69,33	AB
t3	66,33	B
t1	66,00	B

### Anexo 16.-Semillas de chía



**Chía blanca**



**chía negra**

## Anexo 17.-Cromatografía de gases



## Anexo 18.-Pesado de los cuyes



### **Anexo 19.-Faenado de los cuyes**



### **Anexo 20.-Muestras para el análisis del laboratorio**



**Anexo 21.- Análisis de ácidos grasos de la carne de cuy en el laboratorio**



## Anexo 22.-Análisis Proximal de la semilla de chía



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

#### INFORME DE ANÁLISIS

N00453-17-LAQ

SOLICITANTE: ANDREA ARIAS QUISPE

NUESTRA : SEMILLAS DE CHIA  
1.- CHIA BLANCA  
2.- CHIA NEGRA

FECHA : 07/08/2017

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	CHIA BLANCA	CHIA NEGRA
Humedad %	6.36	6.52
Proteína %	17.10	20.20
Grasa %	27.72	32.55
Ceniza %	4.62	5.20
Fibra %	28.24	23.90
Carbohidratos %	44.20	35.53

\* Normas; Humedad NTP 206.011, Proteína AOAC 935.39C, Grasa NTP 206.017, Ceniza AOAC 935.39B, Fibra FAO 14/7.

Cusco, 08 de Agosto 2017

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
Unidad de Prestación de Servicios de Análisis  
  
Melquiades Herrera Arrieta  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
DE ANÁLISIS QUÍMICO

## Anexo 23.-Análisis de perfil de ácidos grasos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA - Pabellón de Control de Calidad  
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto: 973868855

### CONSTANCIA DE ANÁLISIS

El que suscribe, analista responsable del Laboratorio de Cromatografía de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, deja Constancia.

Que la Bachiller Andrea Arias Quispe de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ha presentado al laboratorio 24 muestras denominado "carne de Cuy" para la determinación de Acidos Grasos como parte de su trabajo de investigación titulado: "EVALUACION DEL CONTENIDO DE ACIDO GRASO ALFA LINOLENICO ( $\omega$ -3) EN LA CARNE DE CUY (*Cavia porcellus*) MEDIANTE LA SUPLEMENTACION DE HARINA DE CHIA (*Salvia hispánica L.*) EN LA DIETA" Para tal fin se ha utilizado el Cromatógrafo de Gases Agilent 6890N, acoplado a un Espectrómetro de Masas Agilent 6890N, para la caracterización de los ácidos grasos se basó en la comparación de las señales del espectro de masas de la muestra con los datos compilados en la librería FAME-DB23 y NIST v011 Wiley.

Se expide la siguiente constancia a solicitud de la interesada para los fines que viera por conveniente.

Cusco 29 de Octubre del 2018



  
Quimi. Jorge Choquenava Parí  
Analista del Laboratorio de Cromatografía y  
Espectrometría - UNSAAC.  
CGP - 914

**Anexo 24.-contenido de ácidos grasos en la carne de cuy por método de cromatografía de gases (UNSAAC)**

ACIDOS GRASOS	T1	T2		T3		T4	
	Dieta control	chía blanca	chía negra	chía blanca	chía negra	chía blanca	chía negra
Ácidolinolenico ( $\omega$ -3)	10,8	23,3	9,9	25,6	18,3	43,6	62,3
Ácido linoleico ( $\omega$ -6)	34,6	20,1	18,7	15	23,4	35,3	59
Ácido oleico ( $\omega$ -9)	24,8	20,7	5,4	18,1	23,6	30,8	50
Ácido elaidico	3,2	3,7	3,1	4,7	3,1	4,2	3,7
Ácido caprílico	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido caprico	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido laurico	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido tridecanoico	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido mirístico	1,6	1,8	0,5	1,2	31	1,8	2,8
Ácido miristoleico	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido pentadecanoico	0,4	0,5	0,1	0,2	0,6	0,6	0,9
Ácido palmítico	20,6	26,9	10,4	17	26,2	28	38,5
Ácido palmitoleico	1,8	2,1	0,8	1,4	1,7	1,8	2,8
Ácido heptadecanoico	0,6	0,6	0,1	0,5	4,1	0,8	1,1
Ácido esteárico	3,9	4,7	1,8	3	7,7	5,9	9,7
Ácido araquídico	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido eicosenoico	8	8,3	6,1	8,6	7,7	8,1	6,4
Ácido behenico	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido erúcico	6,1	5,8	6	5,9	8,1	6,4	6,3

Laboratorio de química UNSAAC

ND: no detectado