



**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**

**Acción de la suplementación de ácido guanidinoacético sobre indicadores del
rendimiento de cuyes mejorados**

TESIS

**Para optar el título profesional de
INGENIERA ZOOTECNISTA**

Autora

Bach. Daniela Alejandra Díaz Chirinos

Asesor

Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc.
(ORCID id: 0000-0002-1526-8099)

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
(ORCID id: 0000-0002-0236-1593)

Lambayeque

PERÚ

15/10/2023

**Acción de la suplementación de ácido guanidinoacético sobre indicadores del
rendimiento de cuyes mejorados**

TESIS

**Presentada para
optar el título profesional de**

INGENIERA ZOOTECNISTA

Autora: Díaz Chirinos, Daniela Alejandra

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

**Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. C.
Presidente**



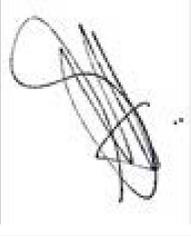
**Ing. Rogelio Acosta Vidaurre, M. Sc.
Secretario**



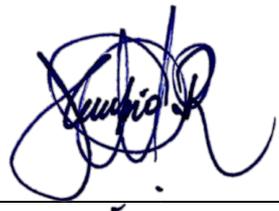
**Ing. Alejandro Flores Paiva, M. Sc.
Vocal**



**Ing. Sergio R. B. Del Carpio Hernández, M. Sc.
Asesor**



**Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C.
Asesor**



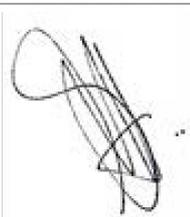
Acción de la suplementación de ácido guanidinoacético sobre indicadores del rendimiento en cuyes mejorados

INFORME DE ORIGINALIDAD

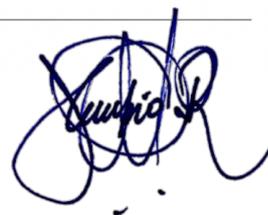


FUENTES PRIMARIAS

1	1library.co Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	4%
3	www2.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	revistas.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	researchonline.jcu.edu.au Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional de Educación a Distancia Trabajo del estudiante	<1%



M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández
Asesor



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Nosotros, Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc., e Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., asesores de tesis de la bachiller Daniela Alejandra Díaz Chirinos.

Titulada “**Acción de la suplementación de ácido guanidinoacético sobre indicadores del rendimiento de cuyes mejorados**”, luego de la revisión exhaustiva del documento he constatado que tiene un índice de similitud de 14%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

Los suscritos hemos analizado dicho reporte y hemos concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. Por lo que, a nuestro leal saber y entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

Lambayeque, 15 de octubre de 2023.



Dr. Pedro A. Del Carpio Ramos

DNI 16407252

Asesor

M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández

DNI 40158939

Asesor



Bach. Daniela Alejandra Díaz Chirinos

DNI 48621170

Autora



00402

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS DE LA BACHILLER EN INGENIERIA ZOOTECNIA DANIELA ALEXANDRA DIAZ CHIRIMOS

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA ZOOTECNISTA

Siendo los 11 días del mes de diciembre de 2023 en la sala de sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" de Lambayeque se reunieron los señores miembros de jurado de tesis designados mediante Resolución N° 159-2023-Virtual-FI2/D de fecha 3 de octubre de 2023: Ing. Napoleón Carrillo Rodríguez, Dr. (Presidente); Ing. Rafael Acosta Vidaurte, M.Sc. (Secretario); Ing. Alejandro Flores Pizarro, M.Sc. (Vocal) e Ingeniero Sergio Rafael Barrios Delgado, M.Sc. e Ing. Pedro Antonio Delgado Ramos, Dr. (Asesores) encargados de recibir y dictaminar sobre el trabajo de tesis titulado: Acción de la suplementación de ácido guanidinosuccínico sobre indicadores del rendimiento de cuyas preñados a cargo de la bachiller DANIELA ALEXANDRA DIAZ CHIRIMOS, habiéndose aprobado el proyecto con Resolución N° 163-2023-Virtual-FI2/D de fecha 13 de octubre de 2023.

Presentado y expuesto el trabajo de tesis, cuyo sustento ción fue otorgado con Resolución N° 207-2023-Virtual-FI2/D de fecha 13 de diciembre de 2023, formuladas las preguntas por los miembros del jurado, dadas las respuestas por la sustentante y declaraciones del/los patrocinadores, el jurado luego de haberse oído el trabajo de tesis con el calificativo de EXCELENTE debiendo consignarse en el presente final las sugerencias dadas por el jurado durante la sustentación.

Por lo tanto, la señorita bachiller Daniela Alexandra Díaz Chirimos se encuentra Apto para recibir el título profesional de Ingeniera Zootecnista de acuerdo a la normatividad vigente.

[Signature]

Ing. Napoleón Carrillo Rodríguez, Dr.
Presidente

[Signature]

Ing. Rafael Acosta Vidaurte, M.Sc.
Secretario

[Signature]

Ing. Alejandro Flores Pizarro, M.Sc.
Vocal

[Signature]

Ing. Sergio Rafael B. Delgado Ramos, M.Sc.
Patrocinador

[Signature]

Ing. Pedro Antonio Delgado Ramos, Jr.
Patrocinador

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Díaz Chirinos, Daniela Alejandra, investigador principal, y Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, asesores, del trabajo de investigación **Acción de la suplementación de ácido guanidinoacético sobre indicadores del rendimiento de cuyes mejorados**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso de que se demuestre lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, octubre de 2023.



Díaz Chirinos, Daniela Alejandra



Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo



Del Carpio Ramos, Pedro Antonio

DEDICATORIA

A Dios, quien me brindó sabiduría, fortaleza y paciencia para seguir adelante.

A mis padres, *Reinaldo* y *Rosana*, por brindarme amor, seguridad y autoconfianza para lograr mis sueños.

A mis padrinos, *David* y *Gabriela*, por todo el apoyo otorgado desde muy pequeña, necesario para convertirme en la persona que soy.

A mi hijo, *Adriano*, que se convirtió en mi fuerza para seguir luchando cada día.

A mi hermana, *Karla*, por ser mi compañera en cada paso importante que doy en mi vida.

A mi novio, *Lincor Alex*, por ser fuente de inspiración, motivación y ejemplo de perseverancia.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a todas las personas, naturales y jurídicas, que brindaron su apoyo para que se realizara la presente investigación; en especial:

Al *Ing. Régulo Vásquez*, propietario de la granja de cuyes Súper Cuy (La Victoria, Chiclayo), por todas las facilidades prestadas para realizar la fase de campo.

A la empresa *PHARTEC SAC*, por brindar el producto comercial evaluado en la alimentación de los cuyes.

A mis asesores, *Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc.*, e *Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.*, por el acertado proceso de asesoramiento que han hecho posible la presente investigación.

A la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en general, y a la Facultad de Ingeniería Zootecnia, en particular, por la formación científica y tecnológica para poder crecer como persona y competir en el mercado laboral.

RESUMEN

El cuy moderno ha sido especializado para la producción de carne por lo que se ensayan una serie de estrategias para lograr óptimos rendimientos, principalmente en lo que al peso corporal se refiere según las exigencias del mercado. El empleo de ácido guanidinoacético (AGA), para determinar su efecto sobre los indicadores del rendimiento, no ha sido evaluado en cuyes, por lo menos en el entorno de Lambayeque; por este motivo se implementó un ensayo con 45 machos mejorados, destetados, a los que se les suministró AGA en el concentrado, en los siguientes tratamientos: 0, 0.1 y 0.2%. La presencia de AGA propició mayor ($P < 0.05$) consumo acumulado de alimento (materia seca); sin embargo, sin efectos significativos ($P > 0.05$) sobre los incrementos de peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y % de grasa abdominal. Es necesario investigar si el AGA podría tener efectos significativos al utilizar dietas integrales en vez de suministrar forraje y concentrado por separado; así mismo, investigar el efecto sobre características de calidad de la carne.

Palabras clave: Ácido Guanidinoacético (AGA), Cuyes, Alimentación, Indicadores productivos.

ABSTRACT

The modern guinea pig has been specialized for meat production, so a series of strategies are tested to achieve optimal performance, mainly in terms of body weight according to market demands. The use of guanidinoacetic acid (AGA), to determine its effect on performance indicators, has not been evaluated in guinea pigs, at least in the Lambayeque area; For this reason, a trial was implemented with 45 improved, weaned males, to which AGA was supplied in the concentrate, in the following treatments: 0, 0.1 and 0.2%. The presence of AGA led to greater ($P < 0.05$) accumulated feed consumption (dry matter); however, without significant effects ($P > 0.05$) on weight increases, feed conversion, carcass yield and % abdominal fat. It is necessary to investigate whether AGA could have significant effects when using whole diets instead of feeding forage and concentrate separately; Likewise, investigate the effect on meat quality characteristics.

Keywords: Guanidinoacetic Acid (GAA), Guinea Pigs, Food, Productive indicators.

ÍNDICE

Nº Cap.	Título del Capítulo	Nº Pág.
	Resumen/ Abstract	ix
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	03
	1.2. Lugar y Duración	03
	1.3. Tratamientos Evaluados	03
	1.4. Animales Experimentales	04
	1.5. Alimento Experimental	04
	1.6. Instalaciones y Equipo	05
	1.7. Técnicas Experimentales	05
	1.8. Variables Evaluadas	06
	1.9. Evaluación de la Información	07
II.	MARCO TEÓRICO	
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	10
	2.1.1. Sobre el ácido guanidinoacético (AGA)	10
	2.1.2. Respuesta Productiva Animal a la Suplementación de AGA	13
	2.2. Bases Teóricas	18
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
	3.1. Consumo de Alimento	20
	3.2. Peso y Cambios en el Peso Corporal	22
	3.3. Conversión Alimenticia	25
	3.4. Rendimiento de Carcasa y Deposición de Grasa Abdominal	27
IV.	CONCLUSIONES	31
V.	RECOMENDACIONES	32
	BIBLIOGRAFÍA	33
	ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Composición porcentual del concentrado</i>	04
2	<i>Esquema del análisis de la varianza del diseño completamente al azar simple</i>	09
3	<i>Esquema del análisis de la varianza del diseño completamente al azar con arreglo factorial</i>	09
4	<i>Esquema del análisis de la varianza del diseño irrestrictamente al azar con sub muestreo</i>	09
5	<i>Consumo de alimento de cuyes que recibieron AGA en el concentrado</i>	20
6	<i>Peso inicial de cuyes que recibieron un suplemento de AGA a través del concentrado</i>	22
7	<i>Incremento de peso en Inicio de cuyes que recibieron un suplemento de AGA a través del concentrado</i>	23
8	<i>Incremento de peso en Crecimiento de cuyes que recibieron un suplemento de AGA a través del concentrado</i>	23
9	<i>Incremento de peso acumulado de cuyes que recibieron un suplemento de AGA a través del concentrado</i>	24
10	<i>Peso corporal final de cuyes que recibieron un suplemento de AGA a través del concentrado</i>	24
11	<i>Conversión alimenticia de cuyes en crecimiento que recibieron AGA en el concentrado</i>	26
12	<i>Rendimiento de carcasa y grasa abdominal de cuyes que recibieron AGA en el concentrado</i>	27

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Título	Pág. N°
1	<i>Tendencia del consumo de materia seca según tratamientos</i>	21
2	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia</i>	26
3	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo de carcasa (g/ 100 g de peso vivo)</i>	28
4	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo de grasa (g/ 100 g de peso de carcasa)</i>	29

ANEXOS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Análisis de varianza del consumo de alimento (materia seca) durante el Inicio</i>	37
2	<i>Análisis de varianza del consumo de alimento (materia seca) durante el Crecimiento</i>	37
3	<i>Análisis de varianza del consumo acumulado de alimento (materia seca)</i>	37
4	<i>Prueba de normalidad con el peso inicial</i>	37
5	<i>Prueba de normalidad con el incremento de peso del Inicio</i>	38
6	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso en el Inicio</i>	38
7	<i>Análisis de la varianza del incremento de peso corporal del Inicio</i>	39
8	<i>Prueba de normalidad con el incremento de peso del Crecimiento</i>	39
9	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso del Crecimiento</i>	39
10	<i>Análisis de la varianza del incremento de peso corporal del Crecimiento</i>	40
11	<i>Prueba de normalidad con el incremento acumulado de peso</i>	40
12	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento acumulado de peso</i>	40
13	<i>Análisis de varianza con el incremento acumulado de peso</i>	41
14	<i>Prueba de normalidad con el peso final</i>	41
15	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso final</i>	41
16	<i>Análisis de la varianza con la conversión alimenticia</i>	42
17	<i>Análisis de varianza con el peso de carcasa</i>	42
18	<i>Análisis de varianza con el rendimiento de carcasa (arco seno)</i>	42
19	<i>Análisis de varianza con el rendimiento de grasa abdominal (arco seno)</i>	42

INTRODUCCIÓN

El cuy moderno (razas productivas de carne) ha sido mejorado para producir apreciables cantidades de carne en, relativamente, poco tiempo en comparación con el nativo (mal llamado criollo); los productores desean ejemplares que puedan convertir el alimento con eficiencia, cada vez, mayor (es decir, comer menos para producir el mismo incremento de peso). Esto no es posible aún con dietas consideradas de máxima calidad, por lo que se requiere de complementos que ayuden al organismo a lograr una mayor tasa de síntesis de tejido (músculo).

Se ensayan una serie de estrategias innovadoras en la dieta para lograr mejores conversiones alimenticias, pero también tienen un límite; por lo que se evalúan principios que puedan actuar a nivel metabólico, como es el caso del ácido guanidinoacético que es precursor de creatina y que tiene un marcado accionar en la síntesis y funcionamiento del tejido muscular, este tejido requiere de apreciables cantidades de creatina, como fosfocreatina, para fosforilar al ADP y llevarlo hasta ATP y de esta manera poder abastecer con energía a los procesos musculares.

La necesidad de aplicar innovaciones que permitan mejores pesos corporales se sustenta en la exigencia del mercado por animales cuyo peso vivo no sea inferior a 1 kilo y, dada la edad de saca para camal, de diez a doce semanas, a veces es difícil lograr esa meta. El éxito de las crías de cuyes se sustenta en que se pueda lograr el peso referenciado.

Existiendo disponibilidad en el medio de productos comerciales aportantes de ácido guanidinoacético y no habiendo disponibilidad de información sobre su empleo como suplemento en las dietas de cuyes mejorados en crecimiento - acabado es pertinente considerar su empleo en la alimentación de esta importante especie proveedora de carne para los peruanos.

El **problema** de investigación se planteó de la siguiente manera: ¿permitirá la suplementación de un producto comercial, aportante de guanidinoacetato, a través del alimento lograr mejoras en los indicadores del rendimiento de cuyes mejorados en crecimiento – acabado?

Habiéndose considerado como **hipótesis**: La incorporación en la dieta de un producto comercial, aportante de guanidinoacetato, permitirá lograr mejores indicadores del rendimiento (incremento de peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, deposición de grasa abdominal) en cuyes mejorados en crecimiento.

En el rubro de objetivos se tuvo:

Objetivo General

Analizar la respuesta productiva de cuyes mejorados en crecimiento – acabado a través de la suplementación alimenticia de guanidinoacetato.

Objetivos Específicos

1. Evaluar el consumo de alimento.
2. Evaluar los cambios en el peso vivo.
3. Evaluar la conversión alimenticia.
4. Evaluar el rendimiento de carcasa.
5. Evaluar la deposición de grasa abdominal.

La justificación de la ejecución de la presente investigación se centró desde el aspecto práctico porque se propuso determinar el comportamiento de un suplemento cuyo efecto sobre el incremento de peso y conversión alimenticia se desconoce en los cuyes, si bien el principio contenido en el producto es típico de los vertebrados como un intermediario en la síntesis de creatina (De Groot et al., 2018, 2019) existe una brecha en el conocimiento con relación al cuy como especie sarcopoyética.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Tipo y Diseño de Estudio

De acuerdo a lo especificado por diferentes autores (Maletta, 2015; Muñoz, 2011; Hernández et al., 2010) un estudio es **de tipo experimental** cuando el investigador manipula una variable (independiente) y observa los efectos de esta manipulación sobre otra variable (dependiente); en el presente estudio la variable independiente fue la proporción de ácido guanidinoacético (AGA) en el concentrado de los cuyes (el investigador determinó tres proporciones: 0, 0.1 y 0.2%) y se determinó y evaluó el efecto sobre algunas variables dependientes (consumo de alimento, cambios en el peso vivo, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y deposición de grasa abdominal).

1.2. Lugar y Duración

La fase de campo del estudio se realizó en la empresa Súper Cuy SAC, ubicada en el distrito de La Victoria, Chiclayo, Lambayeque, y tuvo una duración efectiva de seis semanas en dos períodos de tres semanas cada uno (Crecimiento I y Crecimiento II).

El distrito de La Victoria está ubicado al sur de la ciudad de Chiclayo y tiene un clima típico de la costa norte del Perú, con escasa precipitación pluvial (a excepción de los años en que se presenta el fenómeno del niño – costero), la temperatura ambiental es 25 a 30 grados Celsius en el verano, pudiendo llegar a 34 en algunos momentos y la humedad relativa es de 60 a 70%, se encuentra a 27 msnm.

1.3. Tratamientos Evaluados

Se implementaron tres grupos experimentales (tratamientos), los que se detallan a continuación:

T₁: Testigo, dieta convencional sin AGA.

T₂: Dieta con 0.10% de AGA en el concentrado.

T₃: Dieta con 0.20% de AGA en el concentrado.

Dentro de cada tratamiento se consideraron 3 unidades (repeticiones) experimentales, cada una con 5 cuyes (machos); en consecuencia, en total se asignaron 15 cuyes por tratamiento, 45 en todo el ensayo.

1.4. Animales Experimentales

Como se indicó en el acápite 1.3., se trabajó con 45 cuyes (machos); estos fueron animales destetados, comerciales, con fuerte influencia de la raza Perú; procedentes del pie de cría de la granja.

1.5. Alimento Experimental

La dieta que recibieron los animales del experimento estuvo constituida por una fracción de forraje (chala chocleada de maíz) y concentrado (Tabla 1), en la proporción de 65: 35, en términos de materia seca. El concentrado permitió asegurar el abastecimiento de nutrientes para cuyes de rápido crecimiento.

Tabla 1.
Composición porcentual del concentrado

Insumos	%
Afrecho de trigo	18.00
Maíz amarillo, grano molido	37.00
Torta de soja	25.00
Polvillo de arroz	16.70
Pre-mezcla vitamínico-mineral	00.30
Sal común	00.50
Bicarbonato de sodio	00.05
Carbonato de calcio	01.70
Bio-Mos	00.10
Cloruro de colina	00.18
Fosfato di-cálcico	00.31
Mycosorb	00.10
Enzimas	00.06
Aporte estimado de*:	
Proteína Bruta (%)	18.47
E. M., Mcal/ Kg.	3.027

*Según McDOWELL *et al.* (1974)

El producto comercial, proveedor de AGA, se comercializa con la denominación de CreAMINO®, por la firma PHARTEC SAC, la que lo suministró para el presente ensayo.

La inclusión de CreAMINO® en la fórmula del concentrado se hizo reemplazando, en la misma cantidad o proporción, al maíz amarillo; debido a que son proporciones pequeñas (0.1 y 0.2%) se consideró que no alteró la proporción energía: proteína, ni hubo desbalance de otros nutrientes debido a la inclusión.

1.6. Instalaciones y Equipo

La granja Súper Cuy cuenta con todas las instalaciones necesarias para la explotación comercial de cuyes y ya tiene en el rubro varias décadas; no obstante, es necesario indicar que se empleó:

- jaulas de crianza, hechas de madera y malla metálica.
- comederos y bebederos de arcilla.
- balanza electrónica de precisión, con aproximación de 0.01 gramos.
- aretes de metal numerados.
- planillas para el registro de la información recopilada durante todo el ensayo.
- equipo para el proceso de sacrificio y obtención de las carcasas (aturdimiento, degüello, escaldado, depilado, eviscerado).

Además del equipo típico que se encuentra en toda granja de cuyes y que permiten adecuado manejo productivo de los animales.

1.7. Técnicas Experimentales

Las jaulas fueron limpiadas y desinfectadas antes de apartar los machos que participaron en el ensayo; para la desinfección se empleó un producto comercial con glutaraldehído y amonio cuaternario, asegurando efecto inmediato y residual; las jaulas utilizadas se ubicaron en un lugar determinado de la granja.

Los cuyes se pesaron e individualizaron mediante la aplicación de aretes al pabellón auricular y se asignaron aleatoriamente a cada uno de los tratamientos para garantizar la homogénea distribución de la componente residual de varianza entre los

grupos. El proceso de pesaje se realizó cada siete días, hasta completar las seis semanas experimentales, momento en que concluyó la fase de campo.

El suplemento energético-proteico se preparó con insumos procedentes del comercio de la ciudad de Chiclayo. El proceso de combinación de los insumos fue en forma progresiva para garantizar la homogeneidad de la mezcla. La incorporación del producto comercial se hizo reemplazando la misma proporción de maíz, debido a que la fracción fue muy pequeña no se alteró la proporción energía: proteína; el forraje se adquirió de un proveedor local que abastece a la granja. En promedio se suministraron 130 gramos de forraje verde y 20 gramos de concentrado por animal por día, en forma Tal Como Ofrecido (TCO).

Finalizada la crianza se sacrificaron tres cuyes, tomados en forma completamente al azar, de cada tratamiento y se determinó el peso y rendimiento de carcasa. Así mismo, se extrajo la grasa de la región abdominal, la que se pesó para determinar el grado de engrasamiento. El procedimiento de sacrificio fue el tradicional, con aturdimiento, degüello, desangrado, escaldado, eviscerado. En ningún momento los animales sacrificados sufrieron maltrato.

Durante toda la fase de campo se cuidó en mantener buenas condiciones higiénicas en el ambiente de crianza, se utilizó desinfectante para el calzado, se evitó el ingreso de personas ajenas a la investigación, se controló la presencia de otras especies animales.

1.8. Variables Evaluadas

La información recopilada en la fase experimental permitió generar y evaluar las siguientes variables:

- **Consumo de alimento:** diferencia entre las cantidades ofertadas y residuales, gramos.

- **Peso vivo e incrementos de peso:** pesadas y diferencia entre pesadas, gramos.
- **Peso y rendimiento de carcasa:** pesada y (peso de carcasa/ peso vivo x 100), gramos y porcentaje.
- **Peso y rendimiento de grasa abdominal:** pesada y (peso de grasa/ peso de carcasa x 100), gramos y %.
- **Conversión alimenticia (C. A.):** cantidad de alimento consumido por unidad incrementada de peso vivo, gramos/ gramo y %.

1.9. Evaluación de la Información

Se generaron las estadísticas descriptivas para cada una de las variables y en cada uno de los tratamientos implementados.

Para el trabajo estadístico se consideró el siguiente planteamiento de hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

H₁: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO

Estas fueron contrastadas mediante el diseño completamente al azar; para el caso de los cambios en el peso vivo se aplicó el sub muestreo, para la evaluación de la conversión alimenticia el arreglo factorial (3 x 3) y para el caso de las variables restantes el diseño simple.

Según Ostle (1979) el modelo lineal aditivo del diseño simple es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

En el que Y_{ij} , es la variable a evaluar; μ , es el efecto medio verdadero; τ_i , es el efecto verdadero del i -ésimo tratamiento; ε_{ij} , es el efecto verdadero de la j -ésima repetición sujeta a los efectos del i -ésimo tratamiento.

Para el diseño completamente al azar con arreglo factorial (3 momentos – incluido el acumulado – por 3 proporciones de AGA), el modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde μ es el verdadero efecto medio, A_i es el efecto verdadero del i -ésimo factor A (momentos), B_j es el efecto verdadero del j -ésimo nivel del factor B (proporción de AGA), $(AB)_{ij}$ es el efecto verdadero de la interacción de los factores A y B, ε_{ijk} es el error experimental.

La misma fuente indica para el submuestreo el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \xi_{ij} + \eta_{ijk}; \quad i = 1 \dots t, j = 1 \dots n, k = 1 \dots m.$$

Donde μ es el verdadero efecto medio, τ_i es el verdadero efecto del i -ésimo tratamiento, ξ_{ij} es el efecto verdadero de la j -ésima unidad experimental sujeta al i -ésimo tratamiento (error experimental), y η_{ijk} es el verdadero efecto de la k -ésima muestra tomada de la j -ésima unidad experimental sujeta al i -ésimo tratamiento (error de muestreo) (Ostle, 1979).

La aplicación del submuestreo para evaluar los incrementos de peso se debió a que se utilizaron tres aulas por tratamiento y con la modificación del diseño se controló la variación atribuida a la ubicación de las jaulas en el espacio experimental (Ostle, 1979).

Se tuvo la disposición a tolerar una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (Ostle, 1979; Scheffler, 1981).

Para aplicar el análisis de la varianza se procedió a determinar la normalidad y la homocedasticidad, condiciones necesarias previas (Ostle, 1979; Scheffler, 1981). En el caso de la información porcentual se aplicó la transformación arco-seno para aplicar el análisis de varianza.

Se aplicó el análisis de la varianza, los esquemas se presentan en las tablas 2, 3 y 4. Solo en el caso de valores significativos de F se procedió a aplicar la prueba de rango múltiple de Duncan.

Tabla 2.***Esquema del análisis de la varianza del diseño completamente al azar simple***

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	Myy	1	M	---	----
Tratamientos	Tyy	$t - 1 = 2$	T	T/E	$P < 0.05, P < 0.01$
Residual	Eyy	$t(n - 1) = 9$	E		
Total	ΣY^2	$tn = 12$			

Tabla 3.***Esquema del análisis de la varianza del diseño completamente al azar con arreglo factorial***

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	Myy	1	M	---	----
Tratamientos	Tyy	$t - 1 = 8$	T	T/E	
A	Ayy	$a - 1 = 2$	A	A/E	$P < 0.05, P < 0.01$
B	Byy	$b - 1 = 2$	B	B/E	$P < 0.05, P < 0.01$
AB	AByy	$(a-1)(b-1) = 4$	AB	AB/E	$P < 0.05, P < 0.01$
Residual	Eyy	$ab(n - 1) = 18$	E		
Total	ΣY^2	$abn = 27$			

Tabla 4.***Esquema del análisis de la varianza del diseño irrestrictamente al azar con sub muestreo***

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	Myy	1	M	---	----
Tratamientos	Tyy	$t - 1 = 2$	T	T/E	$P < 0.05, P < 0.01$
Error experimental	Eyy	$\sum (n_i - 1) = 6$	E		
Error de muestreo	S _{yy}	$\sum \sum (n_{ij} - 1) = 36$	S		
Total	ΣY^2	$N = 45$			

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

2.1.1. Sobre el ácido guanidinoacético (AGA)

De Groot et al. (2018, 2019) indicaron, a través de su revisión bibliográfica, que:

Todos los animales vertebrados generan ácido guanidinoacético (AGA) como intermediario en la síntesis de creatina (Cr), involucrando varios tejidos en la ruta metabólica. En el paso inicial, el AGA se sintetiza en el riñón a partir de Arginina (Arg) y glicina (Gly) mediante la enzima Arg: Gly amidinotransferasa (AGAT) y, posteriormente, el hígado importa AGA de la circulación y lo convierte en Cr. Este paso es catalizado por la metiltransferasa del ácido guanidinoacético (MTAG) que utiliza S-adenosil-metionina como donante de metilo, lo que produce S-adenosil homocisteína como producto secundario. Posteriormente, la Cr sintetizada se exporta desde el hígado y se transporta a los órganos diana, principalmente aquellos tejidos con demanda de energía alta y fluctuante (es decir, músculo esquelético, corazón, cerebro, retina, espermatozoides), donde se fosforila a fosfocreatina (PCr). La PCr cumple funciones fisiológicas críticas como reserva de grupos fosfato de alta energía para restaurar el adenosintrifosfato (ATP) a partir del adenosindifosfato (ADP) y como parte del sistema de transporte de energía celular. Debido a este papel central en la transferencia de energía celular, la Cr está presente en altas concentraciones en el tejido muscular. Sin embargo, los tejidos tienen una capacidad limitada de almacenamiento de Cr y no pueden sobrecargarse, por lo que los niveles altos de Cr circulante inducen un ciclo de retroalimentación negativa en la síntesis endógena de Cr al disminuir la expresión de AGAT y disminuyendo así la síntesis

de AGA, muy probablemente en un esfuerzo por conservar Arg y metionina (Met) como aminoácidos esenciales para la síntesis de proteínas.

Las mismas fuentes complementan la información indicando que:

La síntesis de creatina representa una proporción considerable del uso de Arg en todo el cuerpo; por lo tanto, proporcionar Cr en la dieta mediante el uso de ingredientes de proteínas animales es una estrategia para optimizar las reservas de Cr en los tejidos, independientemente de la síntesis endógena de Cr, y permitir la disponibilidad de Arg para otras funciones, a saber, la síntesis de proteínas. Sin embargo, los ingredientes de proteína animal procesada disponibles en la industria de piensos contienen bajas concentraciones de Cr, y la Cr cristalina no está disponible comercialmente ni es estable a través del proceso estándar de fabricación de alimentos. Por lo tanto, el AGA proporcionado como un aditivo alimentario cristalino puede ser importante no solo para ahorrar Arg, sino también como precursor metabólico inmediato de Cr, para mantener la homeostasis energética general en el [organismo] al apoyar la restauración de las concentraciones de ATP celular en condiciones de alto recambio de energía (es decir, la PCr mantiene la homeostasis de ATP en las miofibrillas).

Zanele (2021) indicó que el ácido guanidinoacético (AGA) también es conocido como glucoamina o glucoacetato, y fue descubierto en 1934 como un compuesto presente naturalmente en los seres humanos y que fue empleado como agente terapéutico para el tratamiento de desórdenes cardiovasculares y neuromusculares en la década de 1950. Con relación a la creatina y el AGA, como su precursor menciona que no están presentes en las plantas, por lo que los animales criados con dietas basadas en insumos de origen vegetal deben ser suplementados con estos sustratos para evitar, así, sus deficiencias y promocionar el crecimiento. No obstante, continúa la autora, la creatina no es un aditivo

alimenticio ideal debido a su inestabilidad en almacenamiento a altas temperaturas y bajo pH; así mismo, es más cara en comparación con el AGA. Considera que algunos insumos de origen animal, como la harina de pescado, podrían emplearse como fuentes de creatina, pero su contenido es inconsistente y limitado, además que las proporciones empleadas de estos insumos en las dietas tienden a ser bajas, porque se dan pérdidas debido al procesamiento y tratamiento térmico y, además, son insumos caros como los mismos suplementos de creatina en comparación con fuentes comerciales de AGA.

En consecuencia, es preferible suplementar AGA en lugar de creatina para los animales domésticos de interés zootécnico que son alimentados con dietas basadas en insumos de origen vegetal, toda vez que los insumos abastecedores de proteína animal han sido descartados de la alimentación de herbívoros debido al temor a que se desarrolle el “síndrome de la vaca loca”. Diferentes investigadores (Heger et al., 2014; Tossenberger et al., 2016; Córdova-Noboa et al., 2018; Kodambashi Emami et al., 2019; Mohebbifar et al., 2019; Yaghobfar et al., 2019; Boney et al., 2020; Reider et al., 2020; Majdeddin et al., 2020; Zarghi et al., 2020; Ceylan et al., 2021; Dao et al., 2021; Miri et al., 2022; Sharma et al., 2022; Zhang et al., 2022) han empleado la suplementación, principalmente de AGA, en aves (mayormente pollos de carne) con resultados interesantes pero, a veces sin efectos significativos; lo que también ha sucedido en las investigaciones en cerdos (Jayaraman et al., 2018; Li et al., 2018; Mendonca et al., 2019; Lu et al., 2020; Valini et al., 2020; Cui et al., 2022). Por lo que se puede asumir que podría suceder con los cuyes de rápido crecimiento, aun cuando no se ha podido encontrar antecedentes sobre el efecto de suplementación de AGA sobre el rendimiento en esta especie. Sin embargo, el sustento teórico para la presente propuesta de investigación está referido a lo manifestado por Borsook y Dubnoff (citados por Bryant-Angeloni, 2010) quienes encontraron que cortes de hígado y riñones de gato, perro, **cuy**, paloma, conejo y rata formaban creatina *in vitro*,

asumiendo que la creatina se formaba por la metilación del AGA en el hígado. Por otro lado, los modernos cuyes son animales de muy rápido crecimiento, por lo que la suplementación de AGA podría representar una alternativa interesante para lograr los pesos exigidos por el mercado.

Bampidis et al. (2022) reportaron las opiniones del Panel sobre Aditivos y Productos o Sustancias empleados en Alimentación Animal (FEEDAP, por sus siglas en inglés), buscando una opinión científica sobre la seguridad y eficacia del ácido guanidinoacético (AGA) cuando se emplea como aditivo nutricional en el alimento y agua de bebida de todas las especies animales. El panel concluyó que 1200 mg de AGA/ kilo de alimento completo fue seguro para pollos de carne, pollas reproductoras y de postura, lechones y cerdos de engorde. No habiéndose reportado toxicidad en las diferentes especies; incluso, no induce daño cromosómico estructural y numérico. Esta información es importante para garantizar que la posibilidad de producir daño en las personas es escasa.

2.1.2. Respuesta Productiva Animal a la Suplementación de AGA

Un estudio que tuvo como objetivo evaluar los efectos del ácido guanidinoacético (AGA) en la dieta sobre el rendimiento, las enzimas y las variables bioquímicas de pollos de carne con ascitis inducida por el frío fue realizado por Mohebbifar et al. (2022); indicando que “un total de 640 pollitos de engorde machos de un día de edad (Cobb 500) fueron asignados aleatoriamente a cuatro tratamientos (con 8 repeticiones de 20 aves), incluido un control y dietas suplementadas con 0,6, 1,2 y 1,8 g de AGA por kg de alimento. El día 14, la temperatura se redujo a 17°C durante el día y 14°C durante la noche. La inclusión en la dieta de 0,6 g/kg de AGA disminuyó la GPC en comparación con aquellos alimentados con otros niveles en el período de crecimiento ($P < 0,05$). La proporción entre el ventrículo derecho y el total, la mortalidad y los pesos relativos del hígado fueron

menores en las aves alimentadas con la dieta con 1,2 g/kg de GAA en comparación con las ofertas alimentadas con otros niveles ($P < 0,05$). La actividad plasmática de la creatina quinasa (CK) aumentó en las aves alimentadas con 1,2 y 1,8 g/kg de AGA en comparación con los pollitos alimentados con la dieta de control”. Concluyeron que “un suplemento dietético de 1,2 g/kg de AGA sería una forma beneficiosa de disminuir la tasa de mortalidad de los pollos de engorde criados en condiciones de estrés por frío. Además, los niveles sanguíneos de colesterol con lipoproteínas de alta densidad aumentaron en los pollos de engorde alimentados con la dieta de 1,2 g/kg de AGA”.

Maynard et al. (2023) indicaron que se han observado ventajas de rendimiento y procesamiento en la producción animal de carne cuando hay un exceso de arginina disponible en la dieta; además, la inclusión en la dieta de ácido guanidinoacético (AGA) ha proporcionado información sobre cómo ahorrar arginina en los pollos de engorde. Por lo tanto, se realizó un estudio para evaluar la inclusión dietética de AGA en la prevalencia de la miopatía de la pechuga de pollo de engorde. Los tratamientos dietéticos se establecieron utilizando una dieta basal de control suministrada durante cuatro fases de alimentación y los tratamientos se asignaron como una suplementación adicional de 0,06% (AGA 0,06) y 0,12 % (AGA 0,12) en forma de CreAMINO. Se calcularon el peso corporal (PC) quincenal, la ganancia de peso corporal (GPC), el consumo de alimento (IA) y la tasa de conversión alimenticia (CA) corregida por mortalidad durante la fase de crecimiento. Se procesaron pollos de engorde para determinar el rendimiento parcial, y se puntuaron las pechugas y los filetes en busca de miopatías. Ambos tratamientos con AGA mejoraron la CA ($P < 0,05$) en comparación con la dieta de control a los 55 días. No se observaron diferencias ($P > 0,05$) para PC o GPC durante todo el período de crecimiento. El día del procesamiento no se observaron diferencias en los rendimientos ($P > 0,05$). Para la pechuga callosa (WB) y la tierna parecida a la madera (WT), el control

produjo puntuaciones medias más altas ($P < 0,05$) en comparación con AGA 0,12. Para las rayas blancas (WS), el control y AGA 0,06 expresaron puntuaciones medias más altas ($P < 0,05$) que GAA 0,12. No se observaron diferencias en el plumaje tierno ($P > 0,05$). Los resultados de este experimento indican que la suplementación con AGA en dietas para pollos de engorde puede ser una herramienta eficaz para mejorar la calidad de la carne al reducir la gravedad de la miopatía, sin afectar negativamente el rendimiento del crecimiento.

Salgado et al. (2023) realizaron un estudio, para evaluar cómo la adición de ácido guanidinoacético (AGA) en dietas con diversos contenidos de energía metabolizable (EM) afecta el rendimiento de los pollos de carne. También, estimaron la equivalencia de AGA en EM. Los tratamientos se basaron en los niveles de EM (2.775-2.875-2.975; 2.850-2.950-3.050; 2.925-3.025-3.125; o 3.000-3.100-3.200 kcal/kg, de 1 a 7, 8 a 21 y de 22 a 42 días de edad) y la inclusión de AGA (0 o 600 mg/kg). La suplementación con AGA aumentó la ganancia de peso en los pollos de engorde a un nivel energético de 2908 kcal/kg y mejoró el índice de conversión alimenticia (CA) a niveles energéticos de 2908 y 2983 kcal/kg. Hubo una reducción lineal en el consumo de alimento y una mejora en la CA de los pollos con niveles crecientes de energía en las dietas, con y sin adición de AGA. Resolver la ecuación de equivalencia, aplicando cada uno de los niveles de energía promedio ponderados estudiados, indicó la equivalencia AGA de 133, 103, 74 y 44 kcal/kg de dieta. En conclusión, la suplementación con AGA mejora la eficiencia del uso de energía por parte de los pollos de engorde; la equivalencia promedio de EM de 600 mg/kg de AGA es 88,5 kcal/kg.

Con el fin de evaluar los efectos de la suplementación con fuentes de arginina (ARG) y ácido guanidinoacético (AGA) y fenilalanina (PHE) sobre el rendimiento, la susceptibilidad a la ascitis, la morfología intestinal y la digestibilidad de los nutrientes en

los pollos de engorde estresados por el frío alimentados con harina de canola (CM), Delfani et al. (2023) realizaron un experimento factorial 2×2 con cuatro tratamientos. Los tratamientos dietéticos incluyeron dieta basada en CM + 2,57 g ARG /kg, dieta basada en CM + 2,57 g ARG /kg + 1,5 g PHE /kg, dieta basada en CM + 1,8 g AGA /kg y dieta basada en CM + 1,8 g AGA /kg + 1,5 g PHE /kg. La dieta maíz-MC sin suplementación se utilizó como grupo de control negativo (CN) en el quinto tratamiento que excluyó el arreglo factorial. Los resultados mostraron que agregar ARG a las dietas sin suplemento de PHE aumentó ($p < 0,05$) el consumo de alimento. Además, las aves alimentadas con dietas que contenían ARG tuvieron una ganancia de peso corporal (GPC) mayor ($p < 0,05$) en comparación con aquellas alimentadas con dietas añadidas con AGA. La suplementación con PHE mejoró ($p < 0,05$) la conversión alimenticia en comparación con los grupos alimentados con dietas sin PHE añadida. Además, la adición de ARG aumentó ($p < 0,05$) la concentración plasmática de óxido nítrico (ON), el rendimiento de la carcasa, la pechuga y las piernas, la altura de las vellosidades duodenales, yeyunales e ileales (AV) hasta la profundidad de las criptas (PC) y la digestibilidad de la materia seca, a la vez que disminuyó ($p < 0,05$) la mortalidad por ascitis y la relación entre el ventrículo derecho (VD) y el ventrículo total (VT) en comparación con los grupos añadidos con AGA. La suplementación con PHE también disminuyó la susceptibilidad a la ascitis al reducir ($p < 0,01$) la relación VD/V mientras aumentaba ($p < 0,05$) el nivel plasmático de ON. La digestibilidad del extracto etéreo también aumentó ($p < 0,05$) en pollos alimentados con dietas suplementadas con AGA *versus* aquellos alimentados con dietas añadidas con ARG. Los hallazgos sugirieron que ARG puede mejorar la GPC y reducir la incidencia de ascitis en pollos de engorde alimentados con una dieta basada en CM bajo estrés por frío debido a sus efectos antihipertensivos. Además, los hallazgos del estudio demostraron la importancia de incluir la formulación de PHE en dietas deficientes en

ARG para atenuar los efectos adversos del estrés por frío en los pollos. También se concluyó que AGA podría usarse eficazmente en pollos estresados por el frío alimentados con una dieta deficiente en ARG.

Saremi y Millecam (2022) indicaron que “AGA es un prooxidante, un eliminador de grupos metilo y un precursor de la creatina. La aplicación de AGA como aditivo alimentario debe controlarse cuidadosamente porque su eficacia depende en gran medida de la disponibilidad de donantes de metilo”. Reportan los resultados de un ensayo en el que, “observamos un impacto negativo de AGA en los parámetros de rendimiento con una dosis superior al 0,18% cuando se agrega AGA a una dieta deficiente en Arginina (Arg)”. Dado que el AGA ha sido preconizado como un producto que genera Arginina en el organismo y podría funcionar en el rendimiento animal en función del aporte energético del alimento, los investigadores concluyeron que “el efecto ahorrador de Arg de AGA depende de la edad y del contenido de Arg de la dieta basal. Actualmente, se trata de soluciones de dos tamaños (77% y 149% ahorradores de Arg) para todas las especies animales en diferentes edades. Según nuestros hallazgos, AGA puede proporcionar un promedio de ahorro de Arg del 59,6 % en pollos de carne. Además, no se recomienda el uso de AGA en pollos jóvenes porque causó linealmente una reducción en su consumo de alimento. En general, una reducción o un aumento en los niveles de energía del alimento inferiores a 0,52-0,63 MJ EMAn/kg es un desafío que debe medirse en pollos de carne. En este estudio, el AGA no aportó ningún valor energético adicional al alimento. Por lo tanto, se recomienda utilizar el contenido energético de AGA como molécula (10,33 MJ/kg de AGA) en lugar de un valor ahorrador de energía”.

Como se ha evidenciado, el AGA se puede utilizar en diferentes especies de animales de interés zootécnico, pero ha sido evaluado preferentemente en pollos de carne, una especie con elevada tasa metabólica que se refleja en grandes incrementos de peso de

una manera muy rápida; aunque no siempre se han obtenido resultados positivos, en los peores casos los resultados han sido similares a los obtenidos con los tratamientos testigos. Así mismo, en el caso de los indicadores del rendimiento, su acción positiva se ha encontrado en la conversión alimenticia. Asumiendo que los actuales cuyes son de rápido crecimiento con altos incrementos de peso la presencia de AGA en el alimento podría permitir mejor desempeño productivo.

2.2. Bases Teóricas

Definitivamente, la investigación busca obtener el potencial de rendimiento en el crecimiento de los cuyes mejorados, para lo que es necesario brindar a los animales los recursos necesarios para lograr ese potencial productivo; es decir, alojamiento, alimentación, manejo, sanidad, etc., lo que encaja con la Teoría de la Asignación de Recursos en Ganadería que ha sido propuesta y desarrollada por diferentes autores (Cuevas, 2008; Rauw, 2009, 2012; Rauw y Gómez-Arraya, 2015) quienes sostienen que los animales domésticos de interés zootécnico son *bioartefactos* ya que el ser humano los domesticó para poder satisfacer con ellos sus necesidades más importantes de alimentación. La teoría se centra en que se pretende obtener la más eficiente utilización de estos sobre todo desde el punto de la energía, pretendiendo que cada vez se produzca más consumiendo la misma cantidad de alimento; es decir, más eficiente utilización de los alimentos ingeridos por los animales.

En otras palabras, que el input energético al sistema se mantenga pero que el output sea cada vez menor, lo que significa que el sistema retiene la mayor cantidad de energía (mayor y más eficiente incremento de peso). Lo que se logra no sólo con alimentos de mejor calidad sino también con animales de mayor capacidad genética para producir. No tendría sostenimiento lógico mejorar genéticamente la capacidad productiva de los animales sino se mejora el entorno ambiental (principalmente alimentación).

En el Perú se ha logrado obtener cuyes de elevada capacidad genética para incrementar peso, al punto que ya las mejores raciones para esta especie no logran satisfacer las exigencias de la mejora genética, por lo que se está recurriendo al empleo de raciones de muy alta proporción de concentrados en una especie que originalmente es herbívora. Es probable que haya insuficiencia en los sustratos que permiten la síntesis de músculo (como es el caso de creatina) y sea necesario implementar una estrategia para su mejor asignación, como es el caso de la suplementación de su precursor (ácido guanidinoacético – AGA).

Bryant-Angeloni (2010) y Zanele (2021), entre otros investigadores, han descrito con eficiencia la ruta de la síntesis de creatina a partir de AGA, permitiendo asumir que podría ser importante para lograr mejores indicadores productivos en los cuyes mejorados en crecimiento acabado, como ha sucedido en pollos de carne y en porcinos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de Alimento

Los resultados de consumo de alimento (materia seca) de cuyes que recibieron un producto comercial proveedor de ácido guanidinoacético a través del concentrado se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5.
Consumo de alimento de cuyes que recibieron AGA en el concentrado

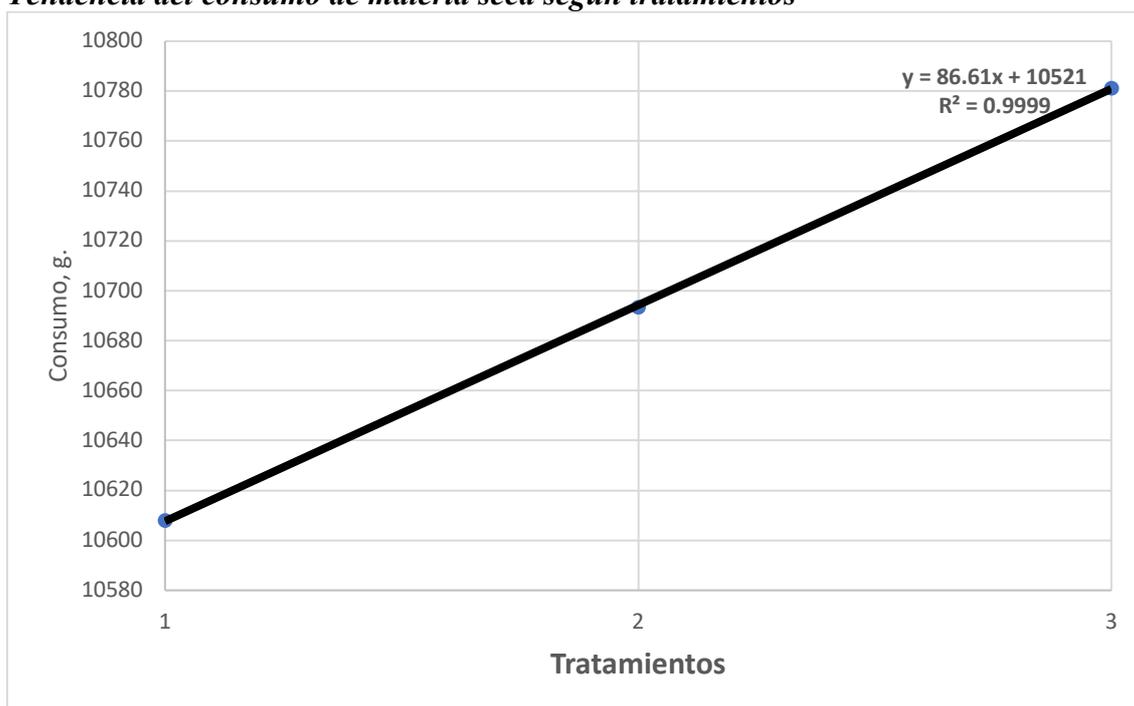
Ítem	Tratamientos		
	1	2	3
Cuyes por tratamiento	15	15	15
CreAMINO en el concentrado, %	0	0.1	0.2
Consumo en el inicio, gramos:			
Total de MS por repetición	4568.9 ^a	4650.9 ^a	4644.2 ^a
Total de MS por cuy	913.78	930.17	928.85
Diario de MS por cuy	43.51 ^a	44.29 ^a	44.23 ^a
Consumo en el crecimiento, gramos:			
Total de MS por repetición	6039.1 ^a	6042.7 ^a	6136.9 ^a
Total de MS por cuy	1207.8	1208.5	1227.4
Diario de MS por cuy	57.52	57.55	58.45
Consumo acumulado, gramos:			
Total de MS por repetición	10608.0 ^b	10693.6 ^{ab}	10781.2 ^a
Total de MS por cuy	2121.6	2138.7	2156.2
Diario de MS por cuy	50.52	50.92	51.34

^a Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas entre tratamientos ($P>0.05$)

Las diferencias en el consumo de alimento no alcanzaron significación estadística ($P>0.05$) cuando se analizaron dentro de cada período (inicio y crecimiento); sin embargo, cuando se evaluaron las cifras acumuladas se apreció que, si la hubo, así, el tratamiento 3 (con mayor proporción de AGA) superó al testigo más, no así, el tratamiento 2 (0.1% de AGA en el concentrado) que fue similar al testigo.

En la Figura 1 se muestra la tendencia, a partir de las medias de consumo total de materia seca por repetición, en la que se aprecia la fuerte tendencia de incremento del consumo conforme se incrementó la proporción del producto abastecedor de AGA. Una tendencia parecida, aunque no tan fuerte, se apreció en la fase de Crecimiento; así, sumados los efectos de ambos períodos se obtuvo la tendencia acumulada significativa.

Figura 1.
Tendencia del consumo de materia seca según tratamientos



La casi totalidad de información disponible del efecto del AGA sobre los animales de interés zootécnico está relacionado con los pollos de carne, tal que se propone una interpretación en base a la analogía ya que en cuyes la información es, prácticamente, inexistente. Saremi y Millecam (2022) reportaron que debe cuidarse suministrar suplementos de AGA en los pollos jóvenes debido a que se ocasionó una merma en el consumo de los animales, generando conversiones alimenticias menos eficientes. En el caso del presente ensayo, con los cuyes, en el período más joven no se apreció tal efecto ya que los tratamientos 2 y 3 registraron consumos por encima de los del testigo en 1.8 y 1.7%, respectivamente.

Así mismo, diferentes autores reportaron ligeras o marcadas reducciones en el consumo de alimento al evaluar la suplementación de AGA en el alimento de pollos de carne (Maynard et al., 2022; Saremi y Millecam, 2022; Delfani et al., 2023; Salgado et al., 2023). No obstante, Mohebbifar et al. (2022) encontraron un comportamiento variable en el consumo acumulado de alimento de pollos de carne relacionado con la proporción

suplementada de AGA; así, con 0.06% el consumo se redujo en comparación con el testigo, con 0.12% se incrementó y con 0.18% nuevamente se redujo. Al parecer, en pollos de carne la proporción más adecuada estaría alrededor de 0.1%. En el caso del presente ensayo, el suplemento de AGA se incluyó en el concentrado debido a la dificultad para suministrarlo a través del total de la dieta; pero, considerando la proporción de materia seca proveniente del forraje se estimó que la proporción del producto en el total de materia seca estuvo alrededor de 0.6%, promocionando en 1.6% el consumo acumulado de alimento.

3.2. Peso y Cambios en el Peso Corporal

Las cifras obtenidas con el peso inicial se presentan en la Tabla 6, para cuyes que recibieron un producto comercial proveedor de ácido guanidinoacético (AGA) en el concentrado.

Tabla 6.
Peso inicial de cuyes que recibieron un suplemento de AGA a través del concentrado

Tratamiento	N	Media	Media del Error estándar	Desv.Est.	Mínimo	Mediana	Máximo	Rango
1	15	443.3	20.3	78.7	320.0	440.0	600.0	280.0
2	15	425.7	15.8	61.1	340.0	430.0	530.0	190.0
3	15	433.3	19.0	73.6	330.0	430.0	540.0	210.0

La distribución de los pesos iniciales fue normal (anexo) y las varianzas homogéneas; indicando la adecuación de la muestra para el ensayo.

En la Tabla 7 se presentan las estadísticas descriptivas para los incrementos de peso logrados en el período de Inicio. Con distribución normal y varianzas homogéneas. La aplicación del análisis de la varianza indicó que las diferencias entre tratamientos no alcanzaron significación estadística, aun cuando en el tratamiento 2 la media estuvo 8.1% por debajo de la del tratamiento testigo, pero la del tratamiento 3 fue muy parecida, indicando que la suplementación de AGA en este período en la proporción ensayada en

el tratamiento 2 promovió menores incrementos de peso y que la proporción ensayada en el tratamiento 3 no permitió superar al testigo.

Tabla 7.

Incremento de peso en Inicio de cuyes que recibieron un suplemento de AGA a través del concentrado

Tratamiento	N	Media	Media del Error estándar	Desv.Est.	Mínimo	Mediana	Máximo	Rango
1	15	154.8 ^a	23.1	89.3	00.0*	132.0	390.0	390.0
2	15	142.3 ^a	16.6	64.3	46.0	132.0	294.0	248.0
3	15	154.7 ^a	8.3	32.3	92.0	160.0	214.0	122.0

^a Letras iguales sobre las medias indican diferencias no significativas ($P>0.05$) entre tratamientos

* Un cuy perdió peso en este periodo por lo que se consideró un incremento de 0.

En la Tabla 8 se presentan los resultados obtenidos con el incremento de peso correspondiente al período de Crecimiento. La variación registrada en el tratamiento 1, debida a la compensación del cuy que perdió peso en el período anterior ocasionó que el valor de P fuese alto en la prueba de Bartlett y no significativo en la de Levene. Sin embargo, la aplicación del análisis de varianza con el submuestreo, en el que se extrae el efecto de variación atribuido a las jaulas, indicó que las diferencias no alcanzaron significación estadística.

Tabla 8.

Incremento de peso en Crecimiento de cuyes que recibieron un suplemento de AGA a través del concentrado

Tratamiento	N	Media	Media del Error estándar	Desv.Est.	Mínimo	Mediana	Máximo	Rango
1	15	273.3 ^a	26.8	103.7	35.0	253.0	390.0	487.0
2	15	257.5 ^a	17.4	67.3	183.0	234.0	294.0	275.0
3	15	253.6 ^a	7.4	28.7	195.0	257.0	214.0	103.0

^a Letras iguales sobre las medias indican diferencias no significativas ($P>0.05$) entre tratamientos

En el período de crecimiento, los dos tratamientos que recibieron el suplemento de AGA perdieron peso; considerando las medias las mermas fueron de 5.78 y 7.2%, respectivamente para los tratamientos 2 y 3.

En la Tabla 9 se consigna la información obtenida con los valores acumulados.

Tabla 9.***Incremento de peso acumulado de cuyes que recibieron un suplemento de AGA a través del concentrado***

Tratamiento	N	Media	Media del Error estándar	Desv.Est.	Mínimo	Mediana	Máximo	Rango
1	15	420.7 ^a	10.4	40.2	369.0	410.0	491.0	122.0
2	15	399.7 ^a	17.6	68.3	307.0	390.0	554.0	247.0
3	15	408.3 ^a	9.5	36.8	361.0	410.0	498.0	137.0

^a Letras iguales sobre las medias indican diferencias no significativas ($P>0.05$) entre tratamientos

Los valores acumulados permitieron obtener información más homogénea por lo que se obtuvo homocedasticidad; al aplicar el análisis de la varianza se determinó que las diferencias entre los tratamientos no alcanzaron significación estadística ($P>0.05$), aun cuando los tratamientos 2 y 3 estuvieron 5 y 2.9% por debajo del testigo.

En la Tabla 10 se presentan los datos obtenidos con el peso final de los cuyes. La información se distribuyó en forma normal y hubo homocedasticidad.

Tabla 10.***Peso corporal final de cuyes que recibieron un suplemento de AGA a través del concentrado***

Tratamiento	N	Media	Media del Error estándar	Desv.Est.	Mínimo	Mediana	Máximo	Rango
1	15	864.0	22.3	86.3	730.0	896.0	1010.0	280.0
2	15	825.5	25.9	100.4	684.0	792.0	1024.0	340.0
3	15	841.7	23.1	89.3	691.0	859.0	998.0	307.0

Se puede observar que los pesos finales fueron adecuados, considerando que el ensayo sólo duró seis semanas y que se realizó en el verano, cuando se estaba consolidando la corriente ciclónica no organizada Yacu, que propició importantes variaciones climáticas (precipitación pluvial y elevación de la temperatura ambiental), que afectan negativamente a los cuyes, más que a otras especies. Se lograron pesos finales próximos a un kilo o superiores, lo que es importante porque el mercado exige animales cuyo peso sea de un kilo o superiores. Sin embargo, en aspectos de los incrementos de peso, el ácido guanidinoacético no mostró la efectividad esperada teniendo en

consideración lo logrado con pollos de carne; en los que, al ser precursor de creatina debía ejercer una acción importante sobre el metabolismo y síntesis muscular.

Como se indicó anteriormente, si bien el cuy es un animal sarcopoyético, la técnica de alimentación implica suministrar la dieta en dos fracciones (forraje y concentrado) y el suplemento no se puede suministrar al través del forraje por lo que debe hacerse en función del concentrado; así, si se varía la relación forraje: concentrado la cantidad ingerida del suplemento de AGA variará y los resultados serán diferentes. Es probable que utilizando una dieta integral (forraje y concentrado suministrados a la vez a través de pellets, por ejemplo) la respuesta sea mejor indicadora del efecto del suplemento.

Así mismo, es posible que el efecto, más que manifestarse a través de los cambios en el peso vivo, se evidencia a través de la calidad de la carne, como ha sido manifestado en pollos de carne (Maynard et al., 2023). Dado que se ha documentado que el hígado del cuy realiza procesos de síntesis de creatina (Bryant-Angeloni, 2010) y dado el rol de esta en la síntesis y mantenimiento muscular se espera que los cuyes mejorados respondan a la suplementación de AGA (precursor de creatina) para síntesis de músculo a una tasa mayor, por lo que no tendría sentido utilizarlo con animales de poco crecimiento.

Por otro lado, en la misma investigación de Maynard et al. (2023) se determinó que la inclusión de AGA en el alimento podría reflejar mejoras en aspectos cualitativos de la carne, como en el caso de la pechuga del pollo; sin embargo, tratándose de una especie distinta habría que realizar investigación complementaria al respecto.

3.3. Conversión Alimenticia

En la Tabla 11 se presentan los resultados obtenidos con la conversión alimenticia según períodos y proporciones de AGA en el concentrado; debiendo indicarse que para el análisis estadístico se consideró al valor acumulado como un período más.

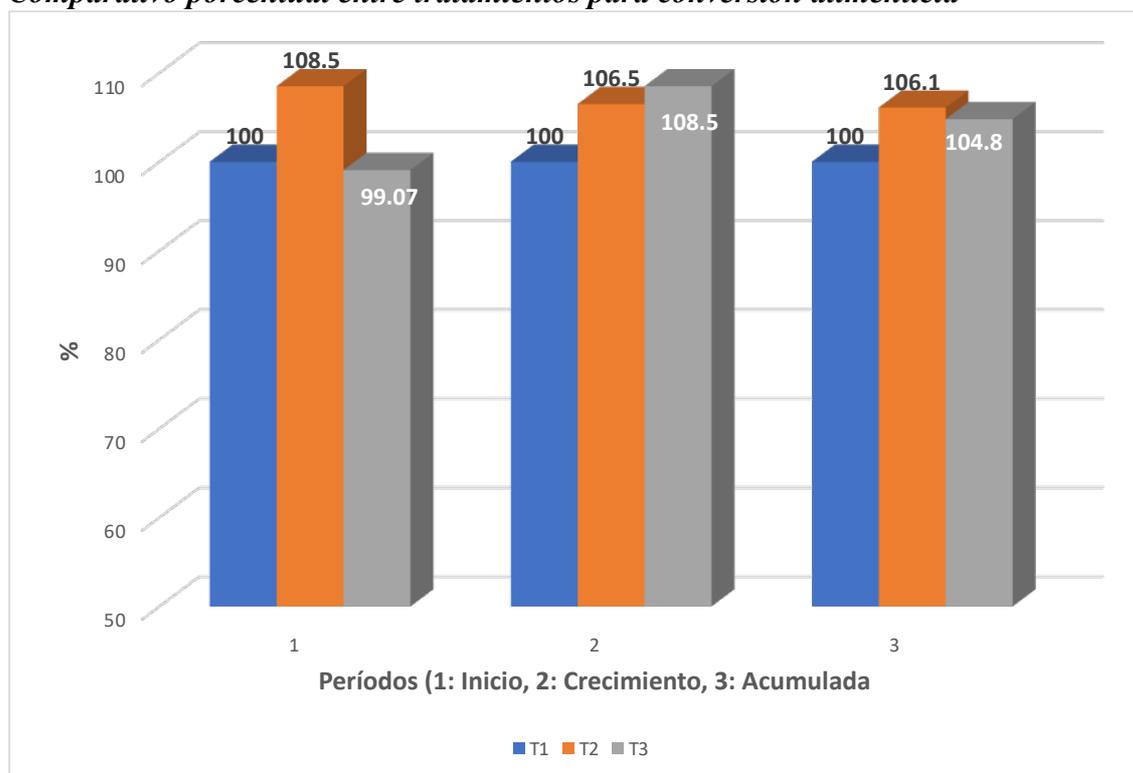
Tabla 11.***Conversión alimenticia de cuyes en crecimiento que recibieron AGA en el concentrado***

Período	Proporción de AGA			Media de períodos
	00	0.1	0.2	
Inicio	6.098	6.614	6.041	6.251 ^a
Crecimiento	4.472	4.762	4.852	4.695 ^b
Acumulada	5.053	5.359	5.295	5.236 ^b
Media de proporciones	5.207 ^a	5.578 ^a	5.396 ^a	5.394

^a Letras iguales sobre los promedios de proporciones indican diferencias no significativas ($P > 0.05$)

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios de períodos indican diferencias significativas ($P < 0.01$)

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las proporciones ensayadas de AGA en el concentrado; en el Inicio la conversión alimenticia del tratamiento 2 fue 8.5% menos eficiente que la del testigo; en tanto que la del tratamiento 3 fue muy parecida. En el Crecimiento, la conversión alimenticia del testigo fue más eficiente que la de los tratamientos 2 y 3 en 6.5 y 8.5%, respectivamente (Figura 2).

Figura 2.***Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia***

Si hubo diferencia significativa entre períodos, la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso fue menor ($P < 0.01$) en el período de Inicio que en el de Crecimiento; este comportamiento, aunque no insólito, podría explicitarse en función del

acostumbramiento a las condiciones del ensayo, no se puede atribuir al producto toda vez que el testigo manifestó el mismo comportamiento.

Con pollos de carne los efectos del AGA han sido más sólidos en beneficio de la eficiencia de utilización de los alimentos (Maynard et al., 2022; Salgado et al., 2023); no obstante, existen publicaciones en las que se aprecia que la eficiencia decreció o, en el mejor de los casos, se mantuvo igual (Heger et al., 2014; Tossenberger et al., 2016; Córdova-Noboa et al., 2018; Kodambashi Emami et al., 2019; Mohebbifar et al., 2019; Yaghobfar et al., 2019; Boney et al., 2020; Reider et al., 2020; Majdeddin et al., 2020; Zarghi et al., 2020; Ceylan et al., 2021; Dao et al., 2021; Miri et al., 2022; Sharma et al., 2022; Zhang et al., 2022; Mohebbifar et al., 2022; Saremi y Millecam, 2022; Delfani et al., 2023); por lo que se asume que los resultados obtenidos con esta variable en el presente ensayo son coherentes, pero, como en caso anterior, es aconsejable continuar con la investigación ya que, en pollos de carne, el AGA se ha evaluado contra la ascitis o procesos de autooxidación (Delfani et al., 2023) y para protegerlos del estrés hipotérmico (Mohebbifar et al., 2022).

3.4. Rendimiento de Carcasa y Deposición de Grasa Abdominal

Los resultados de rendimiento de carcasa y deposición de grasa abdominal de cuyes que recibieron AGA en el concentrado se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12.
Rendimiento de carcasa y grasa abdominal de cuyes que recibieron AGA en el concentrado

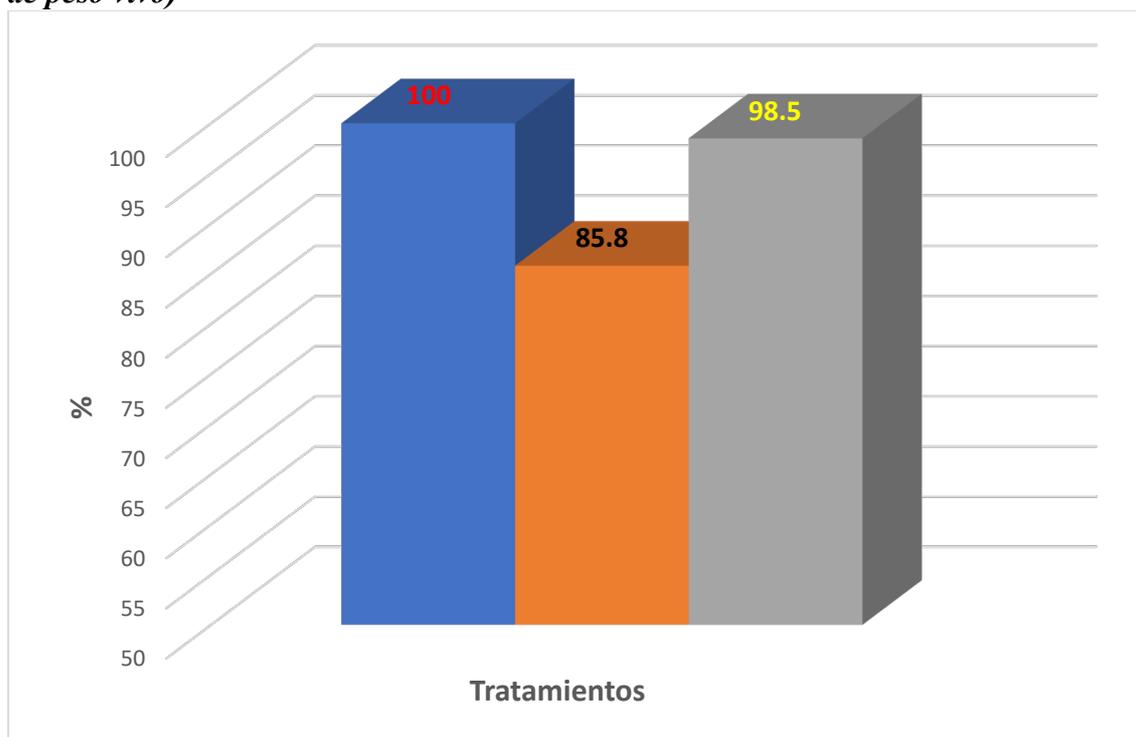
Ítem	Tratamientos		
	1	2	3
Cuyes por tratamiento	3	3	3
CreAMINO en el concentrado, %	0	0.1	0.2
Peso de carcasa, g/ cuy	779 ^a	682.7 ^a	752.3 ^a
Rendimiento de carcasa, %	82.1 ^a	70.4 ^a	80.9 ^a
Rendimiento de grasa abdominal, %	1.8 ^a	2.3 ^a	1.4 ^a

^a Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas entre tratamientos (P>0.05)

El análisis estadístico mostró que las diferencias entre tratamientos no fueron significativas ($P>0.05$) para cualquiera de las tres variables; sin embargo, se apreció que el rendimiento de carcasa disminuyó considerablemente en el tratamiento 2 y en el tratamiento 3 se aproximó al testigo (Figura 3).

Figura 3.

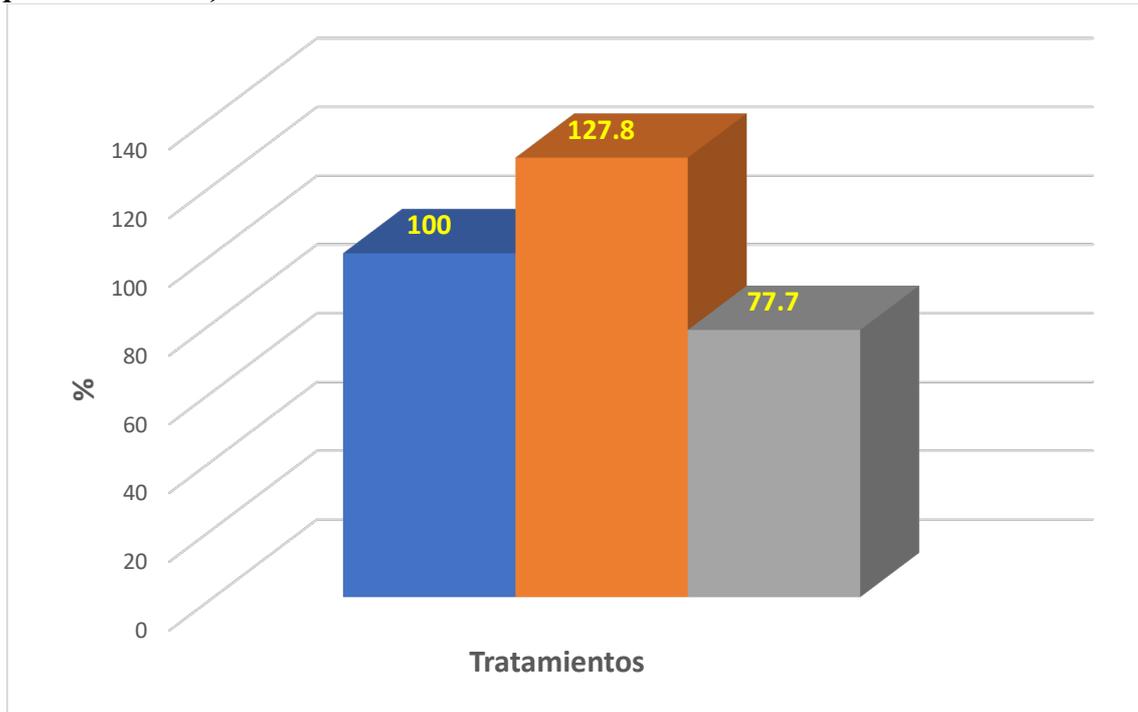
Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo de carcasa (g/ 100 g de peso vivo)



La tendencia fue contraria con la proporción de grasa abdominal; es decir, en el tratamiento 2 estuvo 27.8% por encima del testigo y en el tratamiento 3 estuvo 22.3% por debajo del testigo (Figura 4). Es posible que con la proporción más alta del producto se haya logrado un rendimiento de carcasa similar al del testigo, pero más magra; en tanto que, con la menor proporción del producto el menor rendimiento de carcasa se explique por la mayor deposición de grasa. La producción de grasa en el organismo demanda una inversión fuerte de energía, lo que mermaría la energía que se podría destinar a los procesos de síntesis de músculo (McDonald et al., 2013).

Como se indicó anteriormente, la división de la dieta en una parte forrajera y otra de concentrado disminuyó las posibilidades que la cantidad de AGA sea relativamente mejor y se hace necesario evaluar otras estrategias de alimentación tal que se pueda suplementar con mayor eficiencia el abastecimiento de AGA.

Figura 4.
Comparativo porcentual entre tratamientos para el peso relativo de grasa (g/ 100 g de peso de carcasa)



En los cuyes debería analizarse si la reducción en el contenido de grasa de la carcasa es o no conveniente; toda vez que el contenido del tipo de ácidos grasos debe tenerse en consideración; además, la grasa es un factor importante en el arte culinario y este aspecto es importante en el cuy.

En esta tesis se plantea la hipótesis de que para que el cuy sea una especie netamente sarcopoyética, como en la actualidad lo es el pollo de carne, es necesario brindar todas las condiciones adecuadas para que se maximice el potencial genético para producir carne, en cantidad y calidad. Esto pasa por el estudio de una serie de factores entre los que los de índole nutricional-alimenticio son de trascendencia. Al parecer, los creadores de las razas altamente productivas asumen, también, ese criterio ya que se

preocupan porque los órganos de los cuyes no han aumentado de tamaño como si lo ha hecho la carcasa y asumen que es necesario que esto se estudie si se desea que la especie logre potenciales productivos más elevados (Chauca, 2012).

No se puede continuar alimentando a los cuyes como se hacía cuando eran un recurso que se mantenía en los sitios más oscuros de las cocinas de los hogares; se debe optar por innovar la alimentación. La innovación pasa por pensar en dietas integrales, empleo de insumos que permitan obtener rendimientos más eficientes con mejor calidad de la carne, etc. En este contexto, debe considerarse el empleo de insumos como el ácido guanidinoacético que ha sido considerado como un insumo seguro, no tóxico, integrante del metabolismo normal de los animales cordados (Bampidis et al., 2022) y que podría ayudar a los animales especializados en la producción de carne a paliar el problema de la “insuficiencia” de tamaño y función de los órganos (Zanele, 2021) de animales que en la actualidad logran tamaños espectaculares.

IV. CONCLUSIONES

Considerando las limitaciones que se dan en todo trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. No se lograron mejores indicadores productivos en cuyes mejorados con la inclusión de ácido guanidinoacético (AGA) en el concentrado.
2. El consumo acumulado de alimento fue influenciado ($P < 0.025$) por la presencia de AGA en el concentrado, con 0.2% de AGA se incrementó el consumo de materia seca en 16% con respecto al tratamiento testigo; las diferencias en el consumo del Inicio y del Crecimiento, por separado, no alcanzaron significación estadística ($P > 0.05$).
3. El incremento de peso, en Inicio, Crecimiento y Acumulado, no fue afectado por la presencia de AGA en el concentrado.
4. La eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo fue muy buena en todos los tratamientos implementados, las diferencias en conversión alimenticia entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas ($P > 0.05$).
5. Las diferencias en el rendimiento de carcasa no fueron significativas ($P > 0.05$); sin embargo, con 0.1% de AGA la media se redujo en 14% y con 0.2% se logró una media muy parecida a la del testigo.
6. Con 0.2% de AGA en el concentrado se obtuvo una reducción de 22% en el contenido de grasa abdominal y con 0.1% se incrementó en más de 27%, en ambos casos en comparación con el testigo; no obstante, las diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$).

V. RECOMENDACIONES

- 1.** Evaluar la inclusión de ácido guanidinoacético en raciones integrales de cuyes en crecimiento.
- 2.** Realizar investigaciones en aspectos de calidad de la carne; tanto en características físico-químicas como organolépticas.
- 3.** Evaluar al AGA en crianzas expuestas al estrés hipocalórico.

BIBLIOGRAFÍA

- Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M. L., Christensen, H., Dusemund, B., Fasmon Durjava, M., Kouba, M., López-Alonso, M., López Puente, S., Marcon, F., Mayo, B., Pechová, A., Petkova, M., Ramos, F., Sanz, Y., Villa, R. E., Woutersen, R., Gropp, J., Anguita, M., Galobart, J., Ortuño Casanova, J., Pizzo, F., and Tarrés-Call, J. (2022). Scientific Opinion on the safety and efficacy of a feed additive consisting of guanidinoacetic acid for all animal species (Alzchem Trostberg GmbH). *EFSA Journal*;20(5):7269, 17 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7269>
- Boney, J. W., Patterson, P. H., and Solis, F. (2020). The effect of dietary inclusions of guanidinoacetic acid on D1-42 broiler performance and processing yields. *Journal of Applied Poultry Research*, 29: 220-228. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2019.10.008>
- Bryant-Angeloni, K. I. (2010). Dietary guanidino acetic acid spares arginine and dietary L-Homoserine spares Threonine in the chick. *Thesis for the degree of Master of Science in Animal Sciences*. Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Champaign. Urbana, Illinois, USA.
- Ceylan, N., Koca, S., Golzar Adabi, S., Kahraman, N., Bhaya, M. N., and Bozkurt, M. F. (2021). Effects of dietary energy level and guanidinoacetic acid supplementation on growth performance, carcass quality and intestinal architecture of broilers. *Czech Journal of Animal Science*, 66(07): 281-291. <https://doi.org/10.17221/11/2021-CJAS>
- Chauca, D. (2012). Fisiología y medio ambiente en cuyes. Curso: El Medio Ambiente y su Impacto en la Crianza Comercial de Cuyes en el Norte del Perú. Asociación Regional de Productores de Cuy. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.
- Córdova-Noboa, H. A., Oviedo-Rondón, E. O., Sarsour, A. H., Barnes, J., Sapkota, D., López, D., Gross, L., Rademacher-Heilshorn, M., and Braun, U. (2018). Effect of guanidinoacetic acid supplementation on live performance, meat quality, pectoral myopathies and blood parameters of male broilers fer corn-based diets with or without poultry by-products. *Poultry Science*, 97: 2494-2505. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey097>
- Cuevas, A. (2008). Los bioartefactos: Viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional. Universidad de Salamanca. *Argumentos de Razón Técnica*, 11: 71-96.
- Cui, Y., Tian, Z., Yu, M., Deng, D., Lu, H., Song, M., Ma, X., and Wang, L. (2022). Guanidine acetic acid supplementation altered plasma and tissue free amino acid profiles in finishing pigs. *Porcine Health Management*, 8: 24. <https://doi.org/10.1186/s40813-022-00269-8>
- Dao, H. T., Sharma, N. K., Bradbury, E. J., and Swick, R. A. (2021). Response of laying hens to L-arginine, L-citrulline and guanidinoacetic acid supplementation in reduced protein diet. *Animal Nutrition*, 7: 460-471. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.09.004>
- DeGroot, A. A., Braun, U., and Dilger, R. N. (2018). Efficacy of guanidinoacetic acid on growth and muscle energy metabolism in broiler chicks receiving arginine-deficient diets. *Poultry Science*, 97: 890-900. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex378>
- DeGroot, A. A., Braun, U., and Dilger, R. N. (2019). Guanidinoacetic acid is efficacious in improving growth performance and muscle energy homeostasis in broiler

- chicks fed arginine-deficient or arginine-adequate diets. *Poultry Science* 98:2896–2905. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez036>
- Delfani, N., Daneshyar, M., Farhoomand, P., Ali Alijoo, Y., Payvastegan, S., and Najafi, G. (2023). Effects of arginine and guanidinoacetic acid with or without phenylalanine on ascites susceptibility in cold-stressed broilers fed canola meal-based diet. *Journal of Animal Science and Technology*, 65(1):69-95. <https://doi.org/10.5187/jast.2022.e68>
- Heger, J., Zelenka, J., Machander, V., de la Cruz, C., Lestak, M., and Hampel, D. (2014). Effects of guanidinoacetic acid supplementation to broiler diets with varying energy content. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63(3): 477-485. <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201462030477>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile. ISBN: 978-607-15-0291-9
- Jayaraman, B., Kinh, L., Huyen, L. T. T., Vinh, D., Carpena, M. E., Rademacher, M., and Channarayapatna. (2018). Supplementation of guanidinoacetic acid to pig diets: Effects on performance, carcass characteristics and meat quality. *Journal of Animal Science*, doi: 10.1093/jas/sky137
- Kodambashi Emani, N., Golian, A., Rhoads, D. D., and Danesh Mesgaran, M. (2017). Interactive effects of temperature and dietary supplementation of arginine or guanidinoacetic acid on nutritional and physiological responses in male broiler chickens. *British Poultry Science*. <http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2016.1257779>
- Li, J., Zhang, L., Fu, Y., Li, Y., Jiang, Y., Zhou, G., and Gao, F. (2018). Creatine monohydrate and guanidinoacetic acid supplementation affects the growth performance, meat quality, and creatine metabolism of finishing pigs. *Journal of Agricultural and Feed Chemistry*, 66: 9952-9959. DOI: 10.1021/acs.jafc.8b02534
- Lu, Y., Zou, T., Wang, Z., Yang, J., Li, L., Guo, X., He, Q., Chen, L., and You, J. (2020). Dietary guanidinoacetic acid improves the growth performance and skeletal muscle development of finishing pigs through changing myogenic gene expression and myofiber characteristics. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 00:1-9. DOI: 10.1111/jpn.13351
- Majdeddin, M., Braun, U., Lemme, A., Golian, A., Kermanshahi, H., DeSmet, S., and Michiels, J. (2020). Guanidinoacetic acid supplementation improves feed conversion in broilers subjected to heat stress associated with muscle creatine loading and arginine sparing. *Poultry Science*, 99: 4442-4453. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.05.023>
- Maletta, H. (2015). *Hacer Ciencia. Teoría y práctica de la producción científica*. Universidad del Pacífico: Lima, Perú. 700 PP. ISBN: 978-9972-57-339-2
- Maynard, C. J., Nelson, D. S., Rochell, S. J., and Owen, C. M. (2023). Reducing broiler breast myopathies through supplementation of guanidinoacetic acid in broiler diets. *J. Appl. Poult. Res.* 32:100324. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100324>
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., and Wilkinson, R. G. (2013). *Nutrición Animal*. 7^{ma} ed. Acribia. Zaragoza, España. ISBN: 978-84-200-1169-1
- McDowell, L. R., Conrad, J., Thomas, J., and Harris, L. E. (1974). *Latin American Tables of Feed Composition*. University of Florida. Gainesville, Florida, USA.
- Mendonça, I. B., Watanabe, P. H., Silva, B. A. N., Boiago, M. M., Panisson, J. C., Andrade, T. S., Campos, A. C. N., and Mello, M. A. S. P. (2019). Dietary supplementation of guanidinoacetic acid for sows and their progenies:

- Performance, blood parameters and economic viability at nursery phase. *Livestock Science*, 227: 105-110. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.07.011>
- Miri, B., Ghasemi, H. A., Hajkhodadadi, I., and Khaltabadi Farahani, A. H. (2022). Effects of low eggshell temperatures during incubation, in ovo feeding of L-arginine, and post-hatch dietary guanidinoacetic acid on hatching traits, performance, and physiological responses of broilers reared at low Ambiental temperature. *Poultry Science*, 101: 101548. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101548>
- Mohebbifar, A., Torki, A., and Abdolmohammadi, A. (2019). Effects of dietary guanidinoacetic acid supplementation on performance, blood parameters and meat quality of male broilers with cold-induced ascites. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 9(1): 125-133.
- Mohebbifar, A., Torki, A., and Abdolmohammadi, A. (2022). Influence of dietary supplemental guanidinoacetic acid on performance, haematological parameters, carcass characteristics and enzyme activities in male broilers with cold-induced ascites. *Journal of Applied Animal Research*. 50(1): 400-407. <https://doi.org/10.1080/09712119.2022.2089150>
- Muñoz R., C. (2011). *Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*. 2^{da} ed. Pearson Educación, México. ISBN: 978-607-32-0456-9
- Ostle, B. (1979). *Estadística Aplicada. Técnicas de la Estadística Moderna, Cuándo y Dónde Aplicarlas*. Limusa. México: D.F. 629 pp. ISBN: 968-18-0734-0
- Rauw, W. M. (2009). Introduction. In: *Resource Allocation Theory Applied to Farm Animal Production*. (Rauw, W. M., ed.) CAB International: London.
- Rauw, W. M. (2012). Immune response from a resource allocation perspective. *Front. Gene.* 3: 267. Review Article. Doi: 10.3389/fgene.2012.00267
- Rauw, W. M. and Gómez-Raya, L. (2015). Genotype by environment interaction and breeding for robustness in livestock. *Front. Genet.*, 6:310. Doi: 10.3389/fgene.2015.00310
- Reicher, N., Epstein, T., Gravitz, D., Cahaner, A., Rademacher, M., Braun, U., and Uni, Z. (2020). From broiler breeder hen feed to the egg and embryo: The molecular effects of guanidinoacetate supplementation on creatine transport and synthesis. *Poultry Science*, 99: 3574-3582. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.052>
- Salgado, H. R., Rocha, G. C., Petrolli, T. G., Schmidt, M., Rivera, J. A., Nunes, R. A., Borges, S. O. and Calderano, A. A. (2023). Metabolizable energy equivalence of guanidinoacetic acid in corn soybean meal-based broiler diets. *Revista Brasileira de Zootecnia* 52:e20220071. <https://doi.org/10.37496/rbz5220220071>
- Saremi, B. and Millem, J. (2022). Arginine and energy efficacy of guanidino acetic acid in broiler chickens. *Australian Poultry Science Symposium*, 33: 78-83. ISSN-1034-6260.
- Scheffler, E. (1981). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Sharma, N. K., Cadogan, D. J., Chrystal, P. V., McGilchrist, P., Wilkinson, S. J., Inhuber, V., and Moss, A. F. (2022). Guanidinoacetic acid as a partial replacement to arginine with or without betaine in broilers offered moderately low crude protein diets. *Poultry Science*, 101: 101692. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101692>
- Tossenberger, J., Rademacher, M., Németh, K., Halas, V., and Lemme, A. (2016). Digestibility and metabolism of dietary guanidinoacetic acid fed to broilers. *Poultry Science*, 95: 2058-2067. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew083>
- Valini, G., Duarte, M., Rodrigues, G., Veroneze, R., Saraiva, A., Hausman, G., and Rocha, G. (2020). Guanidinoacetic acid supplementation on growth performance

- and molecular mechanisms of lean mass gain in nursery pigs. *Ciencia Rural*, 50:8, e20190948. <http://doi.org/10.1590/0103.8478cr20190948>
- Yaghobfar, A., Javaheri Barfouroushi, H., and Hansedi, S. (2019). Effect of guanidinoacetic acid consumption and management methods on the reproductive potential of elderly cockerel broiler breeders. *Poultry Science Journal*, 7(2): 195-204. DOI: 10.22069/psj.2019.16840.1471
- Zanele, J. (2021). The energy sparing effect of guanidinoacetic acid alone or in conjunction with exogenous enzymes in broiler diets. *Thesis for the degree of M. Sc. (Agric) Animal Science: Animal Nutrition*. Faculty of Natural and Agricultural Science, University of Pretoria. Pretoria, South Africa.
- Zarghi, H., Golian, A., and Yazdi, F. (2020). Effect of dietary Sulphur amino acids levels and guanidinoacetic acid supplementation on performance, carcass yield and energetic molecular metabolites in broiler chickens fed wheat-soy diets. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1): 951-959. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2020.1809537>
- Zhang, B., Liu, N., Kang, K., Zhang, R., Hao, M., Song, P., Wang, Q., Xie, Y., and Li, C. (2022). Dietary guanidinoacetic acid supplementation ameliorated meat quality and regulated muscle metabolism of broilers subjected to pre-slaughter transport stress by metabolomics analysis. *Poultry Science*, 101: 101739. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101739>

ANEXOS

Anexo 1.

Análisis de varianza del consumo de alimento (materia seca) durante el Inicio

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	192210958.13	1	-----	---	----
Tratamientos	12424.21	2	6212.11	<1	NS
Residual	1062700.5	6	177116.75		
Total	193286082.84	9			

CV = 9.1%

Anexo 2.

Análisis de varianza del consumo de alimento (materia seca) durante el Crecimiento

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	331923458.85	1	-----	---	----
Tratamientos	18477.05	2	9238.53	2.12	NS
Residual	26117.29	6	4352.88		
Total	331968053.19	9			

CV = 1.09%

Anexo 3.

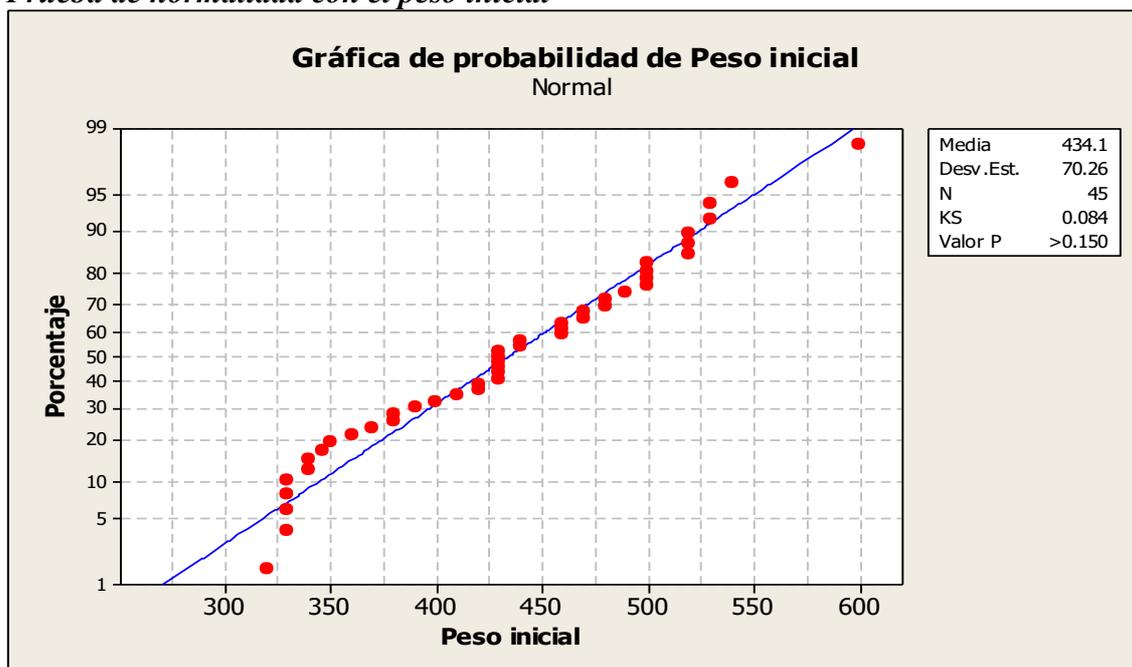
Análisis de varianza del consumo acumulado de alimento (materia seca)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	1029308194.69	1	-----	---	----
Tratamientos	45008.41	2	22504.21	8.02	** (P<0.975)
Residual	16827.11	6	2804.52		
Total	1029370030.21	9			

CV = 0.5%

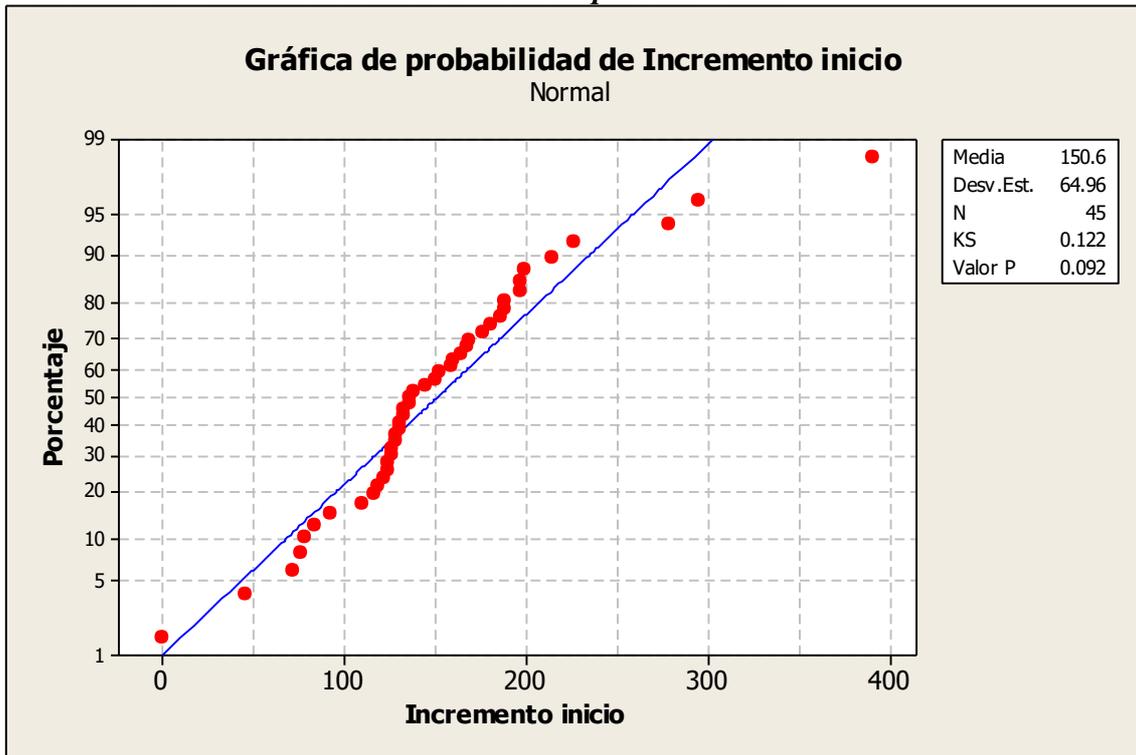
Anexo 4.

Prueba de normalidad con el peso inicial



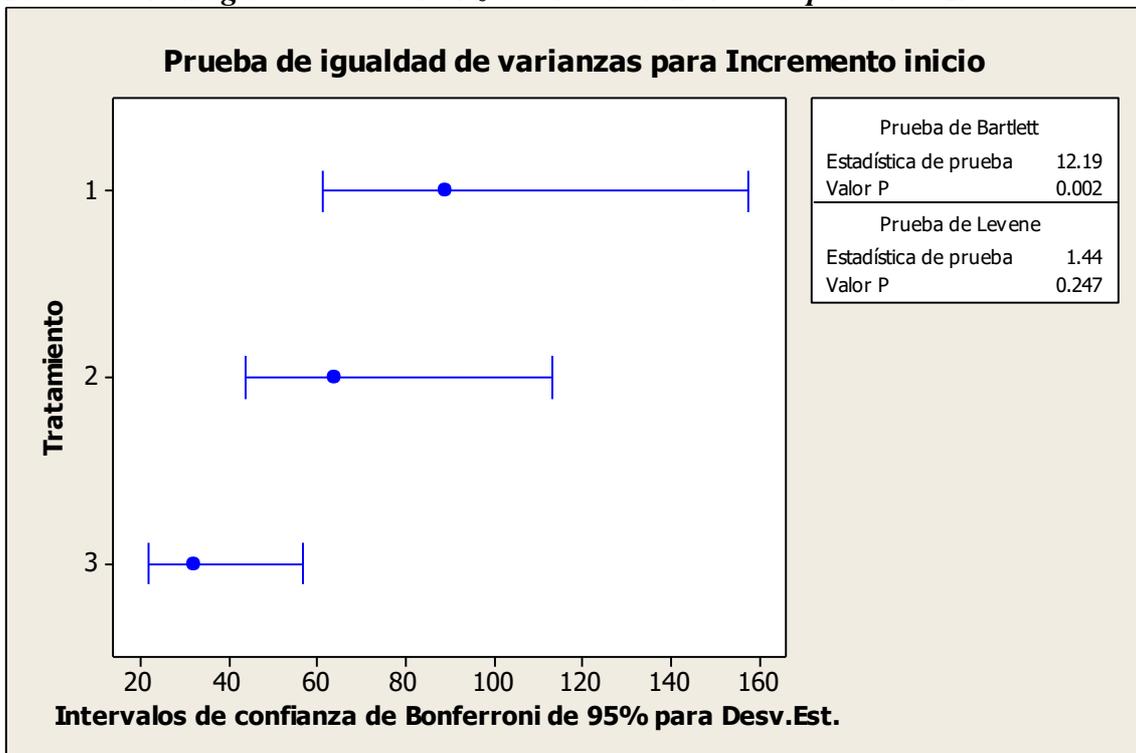
Anexo 5.

Prueba de normalidad con el incremento de peso del Inicio



Anexo 6.

Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso en el Inicio



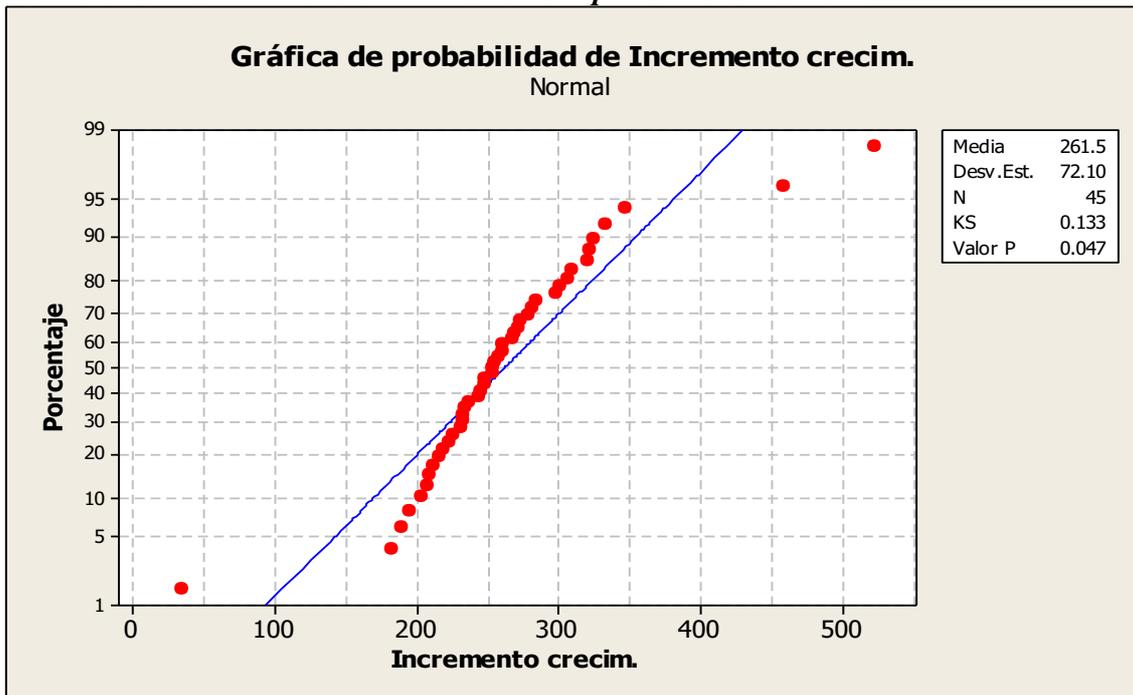
Anexo 7.

Análisis de la varianza del incremento de peso corporal del Inicio

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	1043812.02	1	----	---	----
Tratamientos	4041.4	2	2020.7	<1	NS
Error experimental	20301.98	6	3383.7		
Error de muestreo	138145.6	35	3947.0		
Total	1206301.	44			

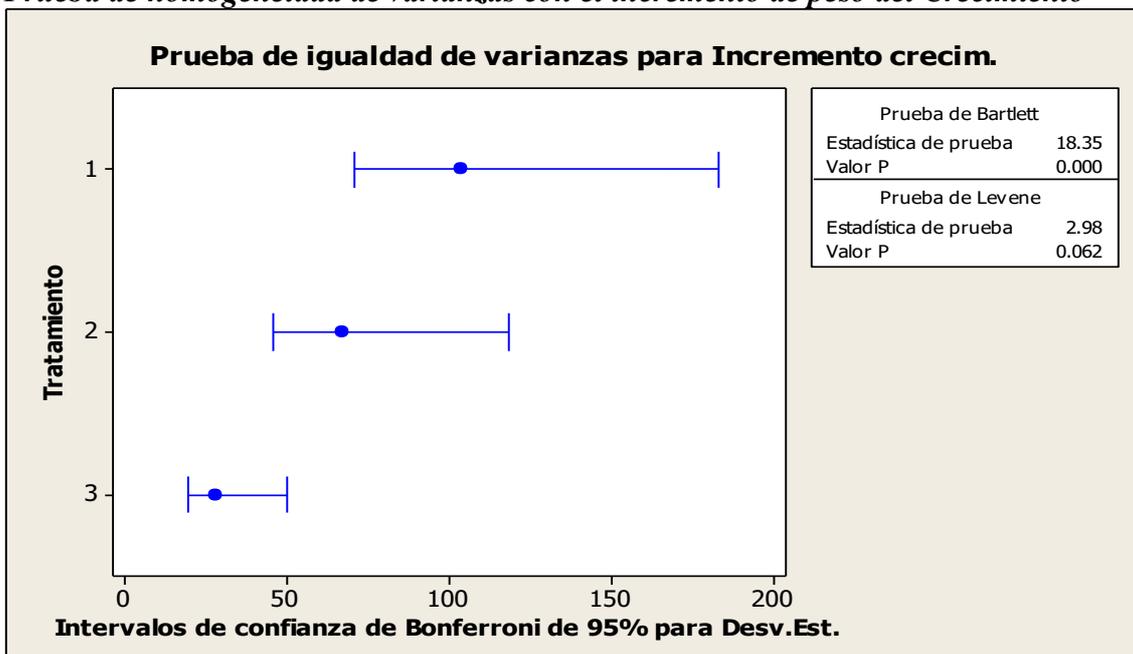
Anexo 8.

Prueba de normalidad con el incremento de peso del Crecimiento



Anexo 9.

Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento de peso del Crecimiento



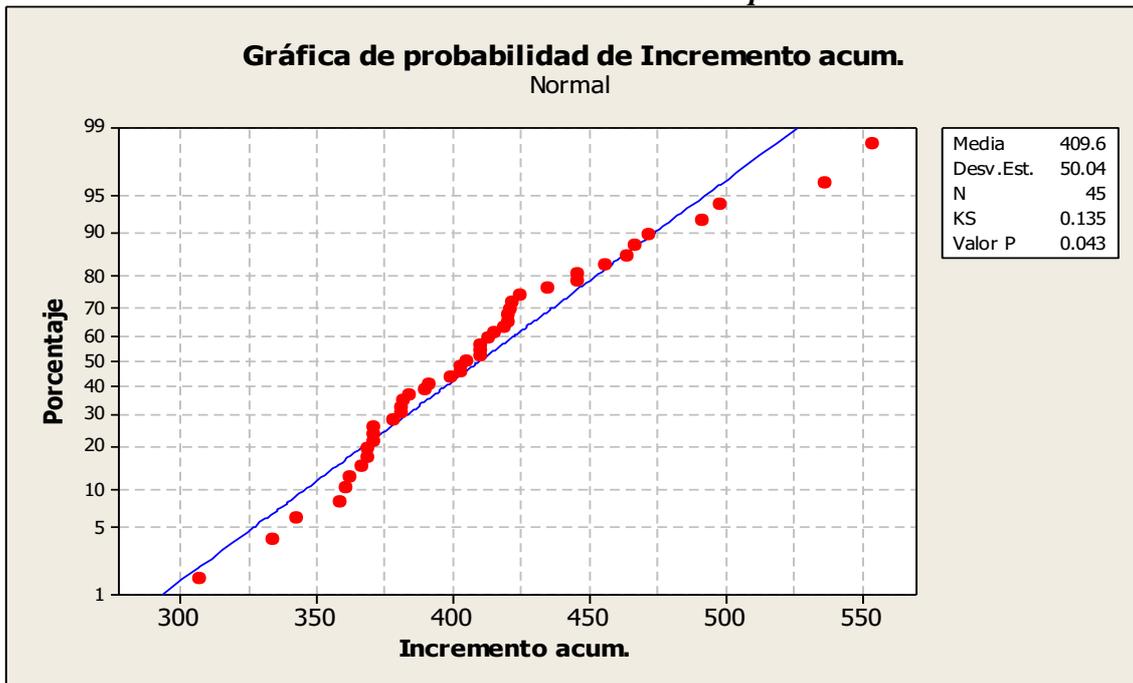
Anexo 10.

Análisis de la varianza del incremento de peso corporal del Crecimiento

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	3076416.8	1	----	---	----
Tratamientos	3280.53	2	1640.27	<1	NS
Error experimental	29747.8	6	4957.97		
Error de muestreo	195688.87	36	5435.80		
Total	3305134.	45			

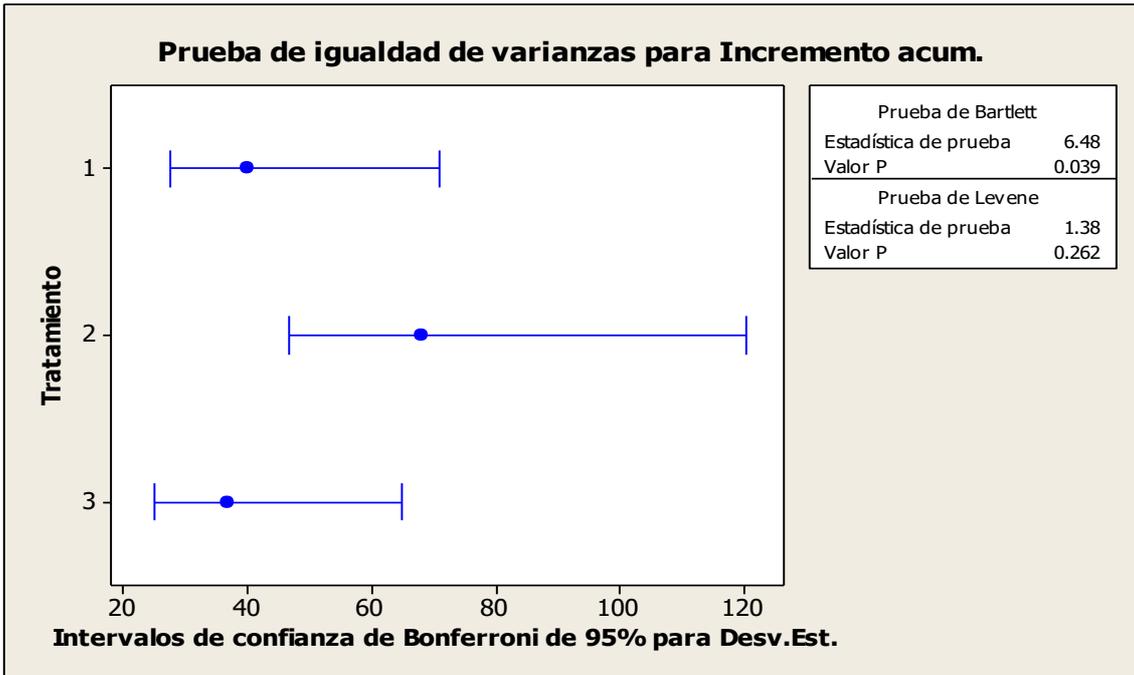
Anexo 11.

Prueba de normalidad con el incremento acumulado de peso



Anexo 12.

Prueba de homogeneidad de varianzas con el incremento acumulado de peso



Anexo 13.

Análisis de varianza con el incremento acumulado de peso

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	7548108.89	1	----	---	----
Tratamientos	4140.51	2	2070.26	<1	NS
Error experimental	18809.6	6	3134.93		
Error de muestreo	88050	36	2445.83		
Total	7659109.	45			

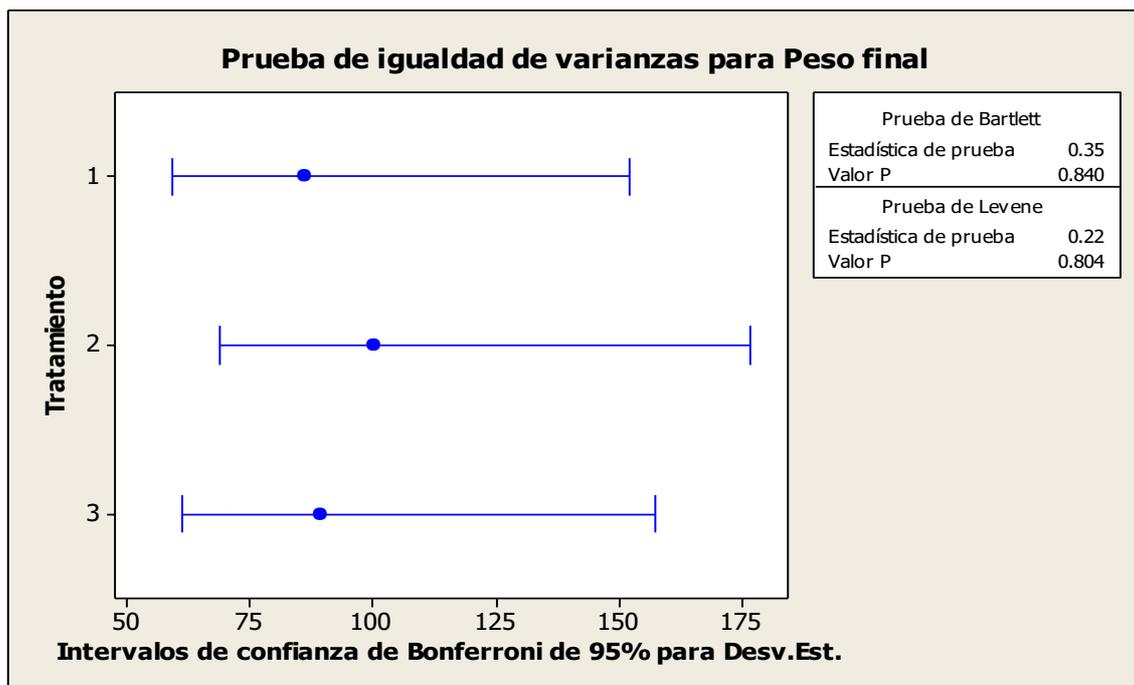
Anexo 14.

Prueba de normalidad con el peso final



Anexo 15.

Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso final



Anexo 16.

Análisis de la varianza con la conversión alimenticia

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	785.56	1	---	---	----
Tratamientos	12.22	8	1.5629	2.92	
A	11.22	2	5.612	10.73	** (P<0.01)
B	0.55	2	0.2731	<1	NS
AB	0.45	4	0.1113	<1	NS
Residual	9.42	18	0.5231		
Total	807.19	27			

CV = 13.4%

Anexo 17.

Análisis de varianza con el peso de carcasa

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	4901796	1	-----	---	----
Tratamientos	14844.7	2	7422.35	2.15	NS
Residual	20679.3	6	3446.55		
Total	4937320	9			

CV = 7.96%

Anexo 18.

Análisis de varianza con el rendimiento de carcasa (arco seno)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	34804.63	1	-----	---	----
Tratamientos	118.12	2	59.06	2.9	NS
Residual	123.22	6	20.54		

Total	35045.97	9
-------	----------	---

CV = 7.3%

Anexo 19.

Análisis de varianza con el rendimiento de grasa abdominal (arco seno)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Significación
Media	494.77	1	-----	---	----
Tratamientos	1.84	2	0.92	<1	NS
Residual	12.18	6	2.03		
Total	508.79	9			

CV = 19.3%