

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

## ESCUELA DE POSGRADO



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS**

**VETERINARIAS**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**TESIS:**

**EFECTO DE BLOQUES NUTRICIONALES CON VITAMINA C EN LA  
ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*) EN LAS ETAPAS DE  
CRECIMIENTO Y ENGORDE**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: SALUD ANIMAL**

Presentado por:

**CÉSAR JAVIER DE LOS SANTOS AGUILAR**

Asesor:

**Dr. GIUSSEPE MARTÍN REYNA COTRINA**

Cajamarca, Perú

2025



### CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

César Javier De los Santos Aguilar  
DNI: 47396659  
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Veterinarias.  
Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Salud Animal

2. Asesor: Dr. Giussepe Martín Reyna Cotrina

3. Grado académico o título profesional

Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor

4. Tipo de Investigación:

Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

Efecto de bloques nutricionales con vitamina C en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de crecimiento y engorde

6. Fecha de evaluación: **09/01/2026**

7. Software antiplagio: **X TURNITIN**       URKUND (OURIGINAL) (\*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: **17%**

9. Código Documento: **3117:545109966**

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

**X APROBADO**       PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **15/01/2026**

 ..... Dr. Giussepe Martín Reyna Cotrina DNI: 40537100	<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
--	--

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 por  
**CÉSAR JAVIER DE LOS SANTOS AGUILAR**  
Todos los derechos reservados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD  
ESCUELA DE POSGRADO  
CAJAMARCA - PERU  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11.00 horas, del día 17 de Noviembre de dos mil veinticinco, reunidos en el **Aula 1Q-206 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. JOSÉ ANTONIO NIÑO RAMOS**, **DR. WILDER QUISPE URTEAGA**, **DR. GILBERTO FERNÁNDEZ IDROGO** y en calidad de Asesor el **DR. GIUSSEPE MARTÍN REYNA COTRINA**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestrías y Doctorados de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la TESIS titulada: **“EFECTO DE BLOQUES NUTRICIONALES CON VITAMINA C EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (Cavia porcellus) EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”**, presentada por el bachiller en Medicina Veterinaria **CÉSAR JAVIER DE LOS SANTOS AGUILAR**.

Realizada la exposición de la TESIS y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó ..... APROBADA ..... con la calificación de ..... 17 (Diciésete) ..... la mencionada TESIS; en tal virtud, el bachiller en Medicina Veterinaria, **CÉSAR JAVIER DE LOS SANTOS AGUILAR**, se encuentra apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **CIENCIAS VETERINARIAS**, con mención en **SALUD ANIMAL**.

Siendo las 10.00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....  
  
Dr. Giuseppe Martín Reyna Cotrina  
Asesor

.....  
  
Dr. José Antonio Niño Ramos  
Jurado Evaluador

.....  
  
Dr. Wilder Quispe Urteaga  
Jurado Evaluador

.....  
  
Dr. Gilberto Fernández Idrogo  
Jurado Evaluador

## DEDICATORIA

*A todas y todos los productores de cuyes, guardianes de un saber ancestral y de una labor que alimenta comunidades enteras. Su trabajo paciente, su dedicación diaria y el cariño con el que cuidan cada vida pequeña hacen posible que una tradición perdure y siga creciendo. Gracias por mantener vivo un oficio que es identidad, sustento y orgullo. Que cada amanecer en sus criaderos siga trayendo prosperidad, bienestar y la satisfacción de construir futuro con sus propias manos.*

**César Javier**

## AGRADECIMIENTO

*A Dios, por brindarme todo lo mejor de la vida, darme las oportunidades y coincidir con personas maravillosas que son un ejemplo a seguir.*

*A mis queridos padres Javier y Ana, por haberme brindado la mejor herencia de todas: la educación, gracias por enseñarme con amor, valor y valentía los caminos de la vida.*

*A mi hermana Jheny, eres la mejor hermana, gracias por apoyarme en todo y enseñarme que los límites no existen para alcanzar nuestros sueños. A mi hermano Billy, gracias por tus consejos llenos de reflexión y sabiduría. A mi hermano Elvis, gracias por tu ayuda, siempre puedo contar contigo, te quiero mucho. A mi hermana Hellen, gracias por ser mi motivación en cualquier momento y circunstancia.*

*A mi amada novia Ayling Morales, por ser mi apoyo incondicional, por brindarme su amor, tiempo y cariño en todo momento. Agradezco y amo todo de ti, recuérdalo siempre.*

*A mi asesor, Dr. Giussepe Reyna, por la orientación durante la concepción y ejecución de la presente investigación, gracias por su apoyo y conocimientos en todas las etapas de mi trabajo.*

**César Javier**

Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para  
penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber

Albert Einstein

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ANEXOS .....	xiii
LISTA DE ABREVIACIONES.....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO II .....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. Antecedentes .....	4
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	4
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	7
2.2. Bases Teóricas.....	13
2.3. Marco conceptual .....	32
CAPÍTULO III.....	34
CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....	34
3.1. Hipótesis.....	34
3.2. Tipo, nivel y diseño de la investigación.....	34
3.3. Localización .....	35
3.4. Población, muestra y unidad de análisis .....	35
3.5. Materiales.....	37
3.6. Diseño metodológico .....	38
3.7. Instrumento de recolección de la información .....	43

3.8. Procesamiento y análisis estadístico de los datos.....	44
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>46</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
4.1. Peso vivo .....	46
4.2. Ganancia de peso.....	56
4.3. Conversión alimenticia .....	65
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>76</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Parámetros productivos de cuyes de la raza Perú .....	17
<b>Cuadro 2.</b> Programa de alimentación en base de forraje y balanceado.....	18
<b>Cuadro 3.</b> Valores porcentuales del análisis proximal de alfalfa.....	20
<b>Cuadro 4.</b> Requerimientos nutricionales para cuyes en crecimiento. ....	21
<b>Cuadro 5.</b> Fórmula para elaborar un bloque nutricional .....	28
<b>Cuadro 6.</b> Ingredientes para la elaboración de bloques nutricionales.....	29
<b>Cuadro 7.</b> Datos geográficos de la Región Cajamarca.....	35
<b>Cuadro 8.</b> Conformación de tratamientos.....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Peso vivo promedio (g) de los cuyes por grupo experimental durante las 8 semanas de estudio (n = 10 por grupo).....	46
<b>Tabla 2.</b> Peso promedio (g) de los cuyes por grupo experimental durante las etapas de crecimiento y engorde (n = 10 por grupo) .....	49
<b>Tabla 3.</b> Peso final (semana 8) de los cuyes por grupo experimental (n = 10 por grupo) .....	51
<b>Tabla 4.</b> Ganancia de peso (g) promedio de los cuyes por grupo experimental durante el periodo de estudio (n = 10 por grupo).....	56
<b>Tabla 5.</b> Ganancia promedio de peso (g) de los cuyes por grupo experimental durante las etapas de crecimiento y engorde (n = 10 por grupo) .....	59
<b>Tabla 6.</b> Ganancia total de peso (g) de los cuyes por grupo experimental durante las 8 semanas de estudio (n = 10 por grupo) .....	61
<b>Tabla 7.</b> Consumo de alimento promedio de los cuyes por grupo experimental durante el periodo de estudio (n = 10 por grupo).....	65
<b>Tabla 8.</b> Conversión alimenticia promedio de los cuyes por grupo experimental durante el periodo de estudio (n = 10 por grupo) .....	67
<b>Tabla 9.</b> Conversión alimenticia promedio (g/g) de los cuyes por grupo experimental durante las etapas de crecimiento y engorde (n = 10 por grupo) .....	70

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Evolución del peso vivo semanal de los cuyes según el grupo experimental durante las 8 semanas de estudio.....	48
<b>Gráfico 2.</b> Distribución del peso final (g) de los cuyes según grupo experimental. .	52
<b>Gráfico 3.</b> Evolución semanal de la ganancia promedio de peso (g) de los cuyes por grupo experimental.....	58
<b>Gráfico 4.</b> Distribución de la ganancia de peso total (g) de los cuyes según grupo experimental.....	62
<b>Gráfico 5.</b> Evolución semanal de la conversión alimenticia de los cuyes por grupo experimental.....	69

**ANEXOS**

Anexo 1. Ficha técnica del ácido ascórbico (Vitamina C) .....	87
Anexo 2. Elaboración de requerimiento nutricional para alimento preparado .....	89
Anexo 3. Elaboración de requerimiento nutricional para bloques nutricionales .....	89
Anexo 4. Diagrama de flujo de elaboración de alimento preparado .....	90
Anexo 5. Diagrama de flujo de elaboración de bloque nutricional.....	91
Anexo 6. Elaboración de alimento preparado y cálculo de la ración .....	92
Anexo 7. Elaboración y dosificación de la vitamina C en los bloques nutricionales	93
Anexo 8. Registro de datos .....	94
Anexo 9. Análisis estadístico .....	100
Anexo 10. Registro fotográfico del trabajo experimental .....	117

## **LISTA DE ABREVIACIONES**

ANOVA: Análisis de varianza

ANOVA-RM: Análisis de varianza de medidas repetidas

CA: Conversión alimenticia

DE: Desviación estándar

DCA: Diseño completamente al azar

Mcal: Megacaloría

MS: Materia seca

NRC: National Research Council

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la vitamina C suministrada en bloques nutricionales, en dosis de 120, 150 y 250 mg/cuy/día, sobre los parámetros productivos durante las etapas de crecimiento y engorde en cuyes (*Cavia porcellus*) raza Perú. Se utilizó un diseño completamente al azar, distribuido en cuatro tratamientos (control, 120 mg, 150 mg y 250 mg/kg de alimento), con 10 repeticiones por tratamiento, haciendo un total de 40 cuyes. Las variables evaluadas fueron el peso vivo, la ganancia de peso y la conversión alimenticia, analizadas semanalmente, por etapas y de forma acumulada. Para el análisis estadístico se empleó ANOVA de medidas repetidas. Los resultados demostraron que la suplementación con 120 mg de vitamina C (T1) permitió alcanzar un peso final ( $1036,50 \pm 135,84$  g) y una ganancia de peso acumulada ( $623,00 \pm 109,33$  g) comparables o superiores al grupo control ( $1029,00 \pm 123,31$  g y  $592,50 \pm 111,01$  g, respectivamente), con una conversión alimenticia significativamente más eficiente ( $3,47 \pm 0,35$  frente a  $4,28 \pm 0,61$ ;  $p < 0,05$ ). Durante la etapa de crecimiento, el grupo control obtuvo la mayor ganancia de peso promedio semanal ( $78,43 \pm 16,48$  g), seguido de cerca por el T1 ( $77,10 \pm 17,23$  g), mientras que, en la etapa de engorde, T1 superó al control con una ganancia de  $80,20 \pm 10,44$  g frente a  $60,95 \pm 15,52$  g ( $p < 0,05$ ). En conversión alimenticia, T2 (150 mg) fue más eficiente durante el crecimiento ( $3,04 \pm 0,30$ ), pero T1 mostró la mejor eficiencia en la etapa de engorde ( $4,14 \pm 0,64$ ), superando ampliamente al control ( $6,08 \pm 1,22$ ). Se concluye que la suplementación con 120 mg de vitamina C mediante bloques nutricionales permite mantener e incluso mejorar el desempeño productivo de los cuyes sin necesidad de forraje verde, constituyendo una alternativa práctica y eficiente en sistemas intensivos o con limitaciones forrajeras. En cambio, dosis elevadas (250 mg) comprometieron significativamente el rendimiento, lo que evidencia la importancia de definir rangos óptimos de suplementación para maximizar los beneficios y evitar posibles efectos adversos.

**Palabras clave:** Bloque nutricional, *Cavia porcellus*, vitamina C, parámetros productivos, ganancia de peso, conversión alimenticia.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of vitamin C supplied through nutritional blocks at doses of 120, 150, and 250 mg/cavy/day on productive parameters during the growth and fattening stages in guinea pigs (*Cavia porcellus*). A completely randomized design was used, distributed across four treatments (control, 120 mg, 150 mg, and 250 mg/kg/food), with 10 replications per treatment, totaling 40 guinea pigs. The variables evaluated were live weight, weight gain, and feed conversion, which were analyzed weekly, by stage, and cumulatively. Repeated measures ANOVA was used for statistical analysis. The results showed that supplementation with 120 mg of vitamin C (T1) resulted in a final weight ( $1036.50 \pm 135.84$  g) and cumulative weight gain ( $623.00 \pm 109.33$  g) comparable to or higher than the control group ( $1029.00 \pm 123.31$  g and  $592.50 \pm 111.01$  g, respectively), with significantly better feed conversion ( $3.47 \pm 0.35$  vs.  $4.28 \pm 0.61$ ;  $p < 0.05$ ). During the growth stage, the control group recorded the highest average weekly weight gain ( $78.43 \pm 16.48$  g), closely followed by T1 ( $77.10 \pm 17.23$  g), while in the fattening stage, T1 outperformed the control with a gain of  $80.20 \pm 10.44$  g compared to  $60.95 \pm 15.52$  g ( $p < 0.05$ ). Regarding feed conversion, T2 (150 mg) was the most efficient during the growth phase ( $3.04 \pm 0.30$ ), but T1 had the best performance during the fattening stage ( $4.14 \pm 0.64$ ), clearly surpassing the control ( $6.08 \pm 1.22$ ). It is concluded that moderate supplementation with 120 mg of vitamin C through nutritional blocks maintains or even improves the productive performance of guinea pigs without the need for green forage, constituting a practical and efficient alternative in intensive systems or forage-limited contexts. In contrast, high doses (250 mg) significantly reduced performance, highlighting the importance of defining optimal supplementation ranges to maximize benefits and avoid adverse effects.

**Keywords:** Nutritional block, *Cavia porcellus*, Vitamin C, Productive performance, Weight gain, Feed conversion.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el cuy (*Cavia porcellus*) representa una importante actividad económica y alimentaria para los pequeños productores en el Perú. Su crianza y comercialización es practicada principalmente por familias rurales y periurbanas, quienes obtienen ingresos a través del intercambio comercial y aprovechan el alto valor nutricional de su carne, especialmente en zonas de la sierra. No obstante, este sistema productivo enfrenta limitaciones técnicas vinculadas a los métodos de crianza y, particularmente, a la alimentación, factores que influyen directamente en el crecimiento, la conversión alimenticia y la calidad de la canal (Kajjak et al., 2015).

Desde 1994, Perú ha incrementado significativamente la exportación de carne de cuy, pasando de 132 kg con un valor FOB de 723 dólares, a casi 10 000 kg en 2018, con un valor FOB de 128 000 dólares (MINAGRI, 2019). Estados Unidos es actualmente el principal destino de exportación, concentrando el 99,9 % del mercado, principalmente por la demanda de comunidades migrantes de origen andino. Sin embargo, este crecimiento se ha visto limitado por la escasez de criadores calificados y por la falta de animales con características productivas estandarizadas (Taipe-Lucas et al., 2021).

La carne de cuy se caracteriza por su alta calidad nutricional, con 20,3 % de proteína, bajo contenido de grasa (<10 %) y niveles reducidos de colesterol y sodio, lo que la convierte en una opción saludable y apta para todas las edades (Gil, 2007). Dado que el cuy es un herbívoro estricto, su rendimiento productivo depende de la calidad y balance de su dieta. Entre los micronutrientes esenciales, la vitamina C cumple un rol crítico, ya que esta especie no es capaz de sintetizarla endógenamente, por lo que su

deficiencia afecta directamente la inmunidad, el crecimiento y la eficiencia alimenticia.

Actualmente, no se dispone de información a nivel local sobre el efecto que puede tener la suplementación con vitamina C mediante bloques nutricionales sobre los parámetros productivos del cuy. Esta brecha de conocimiento motiva el desarrollo del presente estudio, que busca evaluar el impacto de distintas dosis de vitamina C (120, 150 y 250 mg/kg de alimento) sobre el peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia, durante las etapas de crecimiento y engorde. El objetivo general del estudio es determinar si esta estrategia nutricional puede mejorar el rendimiento zootécnico de los animales.

Para ello, se desarrolló un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y seguimiento individual de cada unidad experimental durante ocho semanas. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA de medidas repetidas y pruebas de comparación múltiple. Este trabajo tiene como finalidad contribuir al desarrollo de alternativas prácticas para la alimentación del cuy, con potencial aplicación en sistemas intensivos o en zonas con limitaciones forrajeras, así como aportar evidencia empírica útil para futuros programas de mejoramiento productivo y nutricional.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto de la vitamina C en bloques nutricionales en dosis de 120, 150 y 250 mg/kg de alimento sobre los parámetros productivos en la etapa de crecimiento y engorde en cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú.

### **Objetivos Específicos**

1. Evaluar el efecto de la vitamina C en bloques nutricionales en dosis de 120 mg, 150 mg y 250 mg/kg de alimento sobre el peso vivo en la etapa de crecimiento y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*).
2. Evaluar el efecto de la vitamina C en bloques nutricionales en dosis de 120 mg, 150 mg y 250 mg/kg de alimento sobre la ganancia de peso en la etapa de crecimiento y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*).
3. Evaluar el efecto de la vitamina C en bloques nutricionales en dosis de 120 mg, 150 mg y 250 mg/kg de alimento sobre la conversión alimenticia en la etapa de crecimiento y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Trejo Sánchez et al. (2019) evaluaron en México a 18 cuyes abisinios (*Cavia porcellus*), contando con 9 machos y 9 hembras, de 28-30 días y con un peso de  $248 \pm 38$  g. Utilizando un diseño  $3 \times 2$  para comparar un alimento para cuyes (A y K) con un alimento para conejos suplementado con 200 mg/día de vitamina C (AC+VC). Se midieron consumo, digestibilidad, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. No se hallaron diferencias significativas en consumo ni en ganancia de peso (3,74; 3,30 y 3,54 g/día para AC+VC, A y K) ni en conversión alimenticia (8,25; 8,64; 8,51 g/g). El alimento para cuyes mostró mejor digestión de la materia seca, mientras que AC+VC presentó la mayor digestibilidad de FDN (15,06 %). Los autores concluyen que el alimento para conejos suplementado con vitamina C puede emplearse eficazmente en cuyes aun sin forraje verde.

Salgado-Moreno et al. (2021) desarrollaron en México un ensayo con 24 cuyes hembra (*Cavia porcellus*), asignadas al azar en un diseño factorial  $2 \times 2$ , para estudiar cómo dos fuentes energéticas (melaza y aceite de soya) combinadas con 100 o 300 mg/kg de vitamina C influyen en su mantenimiento fisiológico. Las dietas fueron formuladas con 3,0 Mcal/kg de energía digestible y se evaluaron durante 28 días las variables: ganancia de peso, consumo, permanencia capilar en anágeno y mortalidad. Los tratamientos no generaron diferencias significativas en peso, mortalidad ni características del pelaje; sin

embargo, durante la primera semana se detectó un mayor consumo de alimento en las hembras que recibieron melaza junto con 100 mg/kg de vitamina C. En conjunto, las fuentes energéticas concentradas y los niveles probados de ácido ascórbico no mostraron efectos adversos sobre el desempeño ni sobre los parámetros fisiológicos medidos, apoyando su uso en dietas de mantenimiento para cuyes.

Ortiz Núñez (2021) en un estudio realizado en Ecuador, evaluó el efecto de tres niveles de vitamina C añadidos al concentrado sobre la ganancia de peso y otros parámetros productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) durante la etapa de recría. Utilizaron 64 cuyes destetados de 15 días de edad, de raza peruana mejorada, distribuidos aleatoriamente en cuatro tratamientos: T0 (concentrado + alfalfa + agua), T1 (concentrado + 8 mg de vitamina C/100 g + alfalfa + agua), T2 (concentrado + 10 mg de vitamina C/100 g + alfalfa + agua), y T3 (concentrado + 12 mg de vitamina C/100 g + alfalfa + agua), con cuatro animales por repetición y cuatro repeticiones por tratamiento. El ensayo tuvo una duración de 12 días (hasta el día 27 de vida), y se aplicó un diseño completamente al azar, utilizando ANOVA y prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ) para la comparación de medias. El grupo T3 presentó la mayor ganancia de peso (602,44 g), y mejor conversión alimenticia. En consumo de alimento, T2 y T3 alcanzaron los valores más altos (100 g), frente al menor consumo grupo control (97,31 g). Además, el tratamiento T3 mostró una mayor acumulación de proteína muscular (19,89–19,97 %), indicando una mejor eficiencia en la deposición de tejido magro. El análisis económico también favoreció al T3, sugiriendo que la suplementación con 12 mg de vitamina C en la dieta resulta ser la más adecuada en la etapa de recría, tanto por sus beneficios productivos como económicos.

Quisbert et al. (2022) realizaron en Bolivia un estudio experimental con 32 cuyes mejorados (*Cavia porcellus*), con 16 machos y 16 hembras, de  $31 \pm 4$  días; para evaluar cómo distintos niveles de vitamina C afectan la etapa de acabado sin forraje. Los animales se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones: T1 (sin vitamina C), T2 (300 mg/100 g de concentrado), T3 (400 mg/100 g) y T4 (600 mg/100 g), alimentados con un balanceado de 18 % de proteína cruda y 3,0 Mcal/kg de energía metabolizable. Se midieron ganancia de peso, ganancia diaria, consumo, conversión alimenticia y relación beneficio/costo. Los resultados mostraron que los tratamientos con vitamina C aumentaron significativamente la ganancia de peso vivo (promedios de 354,88 g en machos y 288,44 g en hembras) y la ganancia media diaria (6,15; 5,99 y 5,98 g/día en T2, T3 y T4 frente a 4,60 g/día en el control). La conversión alimenticia mejoró, destacando T3 y T4 con 7,62 g/g frente a 9,45 g/g en el control, y T2 presentó la mayor rentabilidad económica con 0,14 USD de utilidad por cada dólar invertido. En conclusión, la suplementación con vitamina C optimiza la eficiencia productiva y económica en cuyes, siendo 300 mg/100 g la dosis más favorable.

Guamán Juela (2022) evaluó en Pablo Sexto, Ecuador, el efecto de distintas dosis de vitamina C en la dieta de 48 cuyes (*Cavia porcellus*) de raza Perú (36 hembras de 3 meses y 12 machos de 4 meses) durante gestación y lactancia, con el fin de mejorar la producción y reducir la incidencia de escorbuto. Los animales se asignaron a cuatro tratamientos: T0 (0 g), T1 (3 g), T2 (5 g) y T3 (7 g) de vitamina C añadida al concentrado suministrado junto con forraje Guatemala (*Tripsacum laxum*). Durante la gestación, la ganancia de peso de las hembras varió entre 375,89 y 516 g, y la de los machos entre 394,67 y 577

g; el consumo de alimento osciló entre 84.356,67 y 84.782 g, y la conversión alimenticia entre 173,10 y 243,27 g. En lactancia, la ganancia de peso se situó entre 458 y 786,67 g. No se registraron mortalidades y la morbilidad fue mínima (2 %). Aunque no se observaron diferencias estadísticas significativas, la suplementación con 3 g de vitamina C se consideró viable, ofreciendo buen desempeño y un índice beneficio/costo favorable (1,39). La inclusión de vitamina C en etapas fisiológicas críticas puede preservar el rendimiento productivo y prevenir deficiencias nutricionales en cuyes.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Camino e Hidalgo (2014) evaluaron en Lima, Perú, el desempeño productivo de 72 cuyes machos destetados ( $20 \pm 3$  días) de dos genotipos, Cieneguilla (UNALM) y Perú (INIA), durante nueve semanas. Distribuidos en un diseño factorial  $2 \times 2$  para comparar dos dietas: Dieta 1 con inclusión de forraje verde y Dieta 2 basada en concentrado con vitamina C sin forraje. Se midió peso final, ganancia diaria, consumo de materia seca, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y composición de grasa y humedad. Los resultados mostraron que los cuyes Cieneguilla alcanzaron mayor peso final (1282 g) y ganancia diaria (15,6 g/día) en comparación con los Perú (1154 g y 13,6 g/día), con conversión alimenticia más eficiente (3,14 vs. 3,54 g/g). El consumo de materia seca no varió entre genotipos ni dietas, y tampoco se observaron efectos de la dieta ni de la interacción genotipo  $\times$  dieta sobre los parámetros productivos. El genotipo Cieneguilla presentó mejor desempeño productivo general, mientras que la exclusión de forraje con suplementación de vitamina C no mejoró los indicadores frente al sistema tradicional con forraje verde.

Tarazona Ahuite (2011), evaluó en Yurimaguas, Perú, el efecto de dos niveles de vitamina C sobre el desempeño productivo de 36 cuyes mejorados (*Cavia porcellus*), tipo 1, línea “La Malina” (18 machos y 18 hembras, 3 semanas de edad) durante la etapa de recría. Los animales se distribuyeron en un diseño completamente al azar con arreglo factorial  $2 \times 3$ , conformando tres tratamientos: T0 (0 mg/kg), T1 (200 mg/kg) y T2 (300 mg/kg) de vitamina C, con tres repeticiones de cuatro animales cada una. Se midieron consumo acumulado de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en consumo acumulado (1348,07–1356,18 g), incremento de peso (479,88–513,75 g) ni conversión alimenticia (2,63–2,81). Sin embargo, al considerar el sexo, los machos mostraron una conversión alimenticia más eficiente (2,48) que las hembras (3,00;  $p < 0,05$ ), sugiriendo que, aunque la suplementación con vitamina C no afectó de manera general los parámetros productivos, los machos respondieron mejor, indicando una posible interacción entre sexo y nivel de vitamina C.

Guevara et al. (2014), evaluaron en Lima, Perú, el efecto de dos niveles de vitamina C en dietas sin forraje sobre el desempeño productivo de 36 cuyes machos de  $14 \pm 2$  días y peso inicial promedio de 300 g durante la etapa de crecimiento. Los animales se distribuyeron aleatoriamente en tres tratamientos: T1 (concentrado + rastrojo de brócoli), T2 (concentrado + 5 mg de vitamina C/100 g sin forraje) y T3 (concentrado + 10 mg de vitamina C/100 g sin forraje), con tres repeticiones por tratamiento y cuatro animales por unidad experimental. Se midieron ganancia de peso semanal, consumo de materia seca y conversión alimenticia. Los resultados mostraron que T1 alcanzó la mayor ganancia de peso

final (529,8 g), superando a T2 (347,6 g) y T3 (360,0 g;  $p < 0,05$ ). La conversión alimenticia fue más eficiente en T1 (4,1) frente a T2 (6,4) y T3 (6,0), mientras que el consumo de materia seca no presentó diferencias significativas. Esto indica que el rastrojo de brócoli, como fuente natural de vitamina C y fibra, favoreció un mejor desempeño productivo, mientras que la vitamina C estabilizada en el concentrado no logró igualar los resultados obtenidos con dietas que incluían rastrojo vegetal.

León et al. (2016), realizaron un trabajo de investigación y evaluaron en Trujillo, Perú, el efecto de la vitamina C protegida en el concentrado sobre el desempeño productivo de 120 cuyes machos de genotipo mejorado (*Cavia porcellus*), destetados a los  $14 \pm 3$  días, durante la etapa de crecimiento-engorde bajo exclusión de forraje. Los animales se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos: T0 (concentrado + forraje + agua), T1 (concentrado + 45 mg de vitamina C/100 g + agua), T2 (55 mg/100 g) y T3 (66 mg/100 g), con 30 repeticiones individuales por tratamiento. Se midieron incremento de peso final (IPF), incremento diario (IPD), conversión alimenticia (CA) y relación beneficio/costo (B/C). El análisis mostró diferencias significativas en IPF, siendo T1 el más alto con 632,93 g, mientras que IPD y CA no difirieron significativamente entre tratamientos. En términos económicos, T1 presentó la mejor relación beneficio/costo (1,48). Los resultados indican que la inclusión de vitamina C protegida a 45 mg/100 g de concentrado mejora tanto el rendimiento productivo como la rentabilidad, constituyendo una alternativa eficaz para sistemas de alimentación sin forraje verde.

Machaca Vargas (2017), evaluó en Ichu, Puno, el efecto de distintos niveles de vitamina C sobre el desempeño productivo, calidad de canal y rentabilidad económica de 24 cuyes durante la etapa de engorde. Los animales se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos con seis unidades experimentales, con dietas formuladas con 15 % de proteína cruda y 2898 kcal/kg de energía digestible, adicionando 0, 20, 40 y 60 mg de vitamina C por ración. Los resultados mostraron que la mayor ganancia de peso vivo se alcanzó con 20 mg ( $603,50 \pm 69,26$  g) y 40 mg ( $600,33 \pm 51,38$  g), ambas significativamente superiores al control ( $p < 0,05$ ). La conversión alimenticia mejoró con la suplementación (8,73; 9,02 y 9,19 vs. 11,39 del control) y la eficiencia alimenticia fue mayor con 20 y 40 mg (0,114 y 0,111 g de ganancia/g de ración) frente al control (0,087). La calidad de la canal no mostró diferencias en proteína cruda ni materia seca, aunque sí en ceniza, y la rentabilidad favoreció a los tratamientos con 20 y 40 mg (B/C: 1,091 y 1,086). Se concluye que la suplementación moderada de vitamina C mejora el desempeño productivo y la rentabilidad en cuyes.

Cisneros (2017), evaluó en Ayacucho el efecto de la suplementación con bloques nutricionales sobre el crecimiento, acabado y rentabilidad de 32 cuyes (*Cavia porcellus*) machos de línea Perú, destetados a los 18 días con un peso inicial promedio de 320 g. Los animales se distribuyeron aleatoriamente en dos tratamientos: T1 (alfalfa verde + bloque nutricional) y T2 (alfalfa verde sin suplementación) durante 56 días. No se encontraron diferencias significativas en ganancia de peso (507,8 g en T1 y 512,8 g en T2), ni en rendimiento de carcasa (68,39 % vs. 67,84 %). Sin embargo, T1 mostró mayor consumo de materia seca (3412,1 g vs. 3137,7 g) y conversión alimenticia menos eficiente (6,72 vs. 6,14),

ambas diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). El análisis económico indicó mayor costo alimenticio en T1 sin mejoras en utilidad ni rentabilidad. Se concluye que la suplementación con bloques nutricionales no aportó beneficios productivos ni económicos frente a la alimentación solo con alfalfa verde.

Córdova Crisanto (2019), en una investigación realizada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú), evaluó el efecto de la suplementación oral de vitamina C sobre el desempeño productivo de 50 cuyes (*Cavia porcellus*) destetados, considerando distintos niveles de espacio vital durante la etapa de engorde. Los animales se distribuyeron en cinco tratamientos: T1 (concentrado + vitamina C + 0,20 m<sup>2</sup>), T2 (concentrado + vitamina C + 0,10 m<sup>2</sup>), T3 (concentrado sin vitamina C + 0,20 m<sup>2</sup>), T4 (alfalfa fresca + 0,20 m<sup>2</sup>) y T5 (alfalfa fresca + 0,10 m<sup>2</sup>), administrando 25 mg de vitamina C/kg/día. Los resultados mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en todos los parámetros. T1 presentó el mejor desempeño con peso final de 1042,4 g, ganancia total de 761,4 g, rendimiento de canal de 69,63 % y conversión alimenticia de 3,69 g/g. Los tratamientos con solo alfalfa (T4 y T5) mostraron los menores valores: pesos finales de 643,0 g y 617,0 g, y conversiones de 4,58 y 5,08 g/g. Se concluye que la suplementación con vitamina C, combinada con un espacio vital adecuado, mejora significativamente el crecimiento y rendimiento productivo en cuyes bajo condiciones intensivas.

Reynaga et al. (2020) en un estudio realizado en el Programa Nacional de Investigación en Cuyes del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en Lima, evaluaron el efecto de dos sistemas de alimentación sobre el desempeño productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti durante

la etapa de crecimiento. Se utilizó un diseño completamente al azar factorial 2×3: sistema de alimentación (Integral: balanceado con vitamina C + agua; Mixto: balanceado con vitamina C + forraje verde + agua) y raza (Perú, Andina e Inti).

Los resultados mostraron que los cuyes de raza Perú alcanzaron los mejores indicadores productivos. Con alimentación mixta lograron un peso final de 1010,3 g y ganancia diaria de 15,31 g, mientras que con alimentación integral registraron 991,9 g y 14,61 g, superando significativamente a las demás combinaciones ( $p < 0,05$ ). El mayor consumo de materia seca (48,10 g/día) y rendimiento de carcasa (72,77 %) se presentó en Perú con alimentación mixta.

La conversión alimenticia más eficiente se observó en el sistema integral: 2,73 y 2,78 g/g para las razas Perú y Andina, respectivamente. Se concluye que la alimentación integral favorece la eficiencia productiva, mientras que la combinación con forraje puede mejorar el peso final y el rendimiento de canal en ciertas razas, especialmente Perú.

Linares Cubas (2023), evaluó en Jesús, Cajamarca, el impacto de la suplementación con vitamina C sobre el desempeño productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú durante la fase de engorde. El ensayo comparó tres esquemas alimentarios durante 60 días: un control con alfalfa y concentrado (T0), y dos tratamientos con la misma base más la adición de 120 mg (T1) y 130 mg (T2) de vitamina C por cuy al día. Entre las variables analizadas figuraron la ganancia de peso, peso final, consumo, conversión alimenticia y la relación beneficio-costo. El análisis estadístico mostró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), destacando T2 con el mayor peso final (1176,59 g), seguido de T1 (1152,94 g) y T0 (1118,03 g). La ganancia de peso también fue superior en T2, mientras que T1 se ubicó en un nivel intermedio. La conversión alimenticia

resultó más favorable en el tratamiento control (4,0), en comparación con T1 (4,7) y T2 (5,0), lo que se atribuyó al estrés generado por la administración oral diaria del suplemento. A pesar de ello, el estudio concluyó que la incorporación de vitamina C, especialmente a 130 mg/cuy/día favorece incrementos productivos y una mejor rentabilidad, reforzando la importancia de este nutriente en cuyes, dado que no pueden sintetizar ácido ascórbico de manera endógena.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. El cuy**

El cuy (*Cavia porcellus*) es la especie más utilizada en la alimentación de las comunidades andinas. Identificado con la vida y costumbres de la sociedad andina; también, es utilizado en medicina y rituales mágico - religiosos. Después de la conquista, fueron exportados y en la actualidad es un animal cosmopolita. El hombre contemporáneo lo usa como animal de compañía y es parte de diversos experimentos; aunque, su uso principal en países andinos continúa siendo un alimento tradicional (Chauca de Zaldívar, 1997).

#### **2.2.1.1. Distribución y dispersión actual**

El hábitat de *C. porcellus* es muy extenso. Se han detectado poblaciones de cuyes en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Nor Oeste de Argentina, y Norte de Chile; por lo que se distribuye por el eje de la cordillera andina. Los cuyes viven debajo de los 4500 m s. n. m. hasta la costa y selva alta (Chauca de Zaldívar, 1997).

### 2.2.1.2. Datos generales de la especie

Las características productivas según Caycedo Vallejo (2000) son:

- Pubertad: En la hembra 28 días; en machos 68 – 78 días.
- Madurez sexual: Hembras 3 meses con pesos de 600 a 800 g; machos 6 meses con pesos de 1000 g.
- Celo: Cada 14 a 17 días.
- Duración del celo: 18 horas.
- Celo post-parto: 2,5 a 3 horas.
- Celo post-destete: Despues de 5 días.
- Período de gestación: De 60 a 78 días (promedio de 62 días)
- Número de crías por parto: De 1 a 4.
- Ciclo estral: 16 días como promedio.
- Temperatura corporal: De 38 a 39 °C.
- Tiempo de vida: De 6 a 8 años.
- Vida productiva: 18 meses a 2 años.
- N° de partos/hembra/año: 4 a 5.
- Fertilidad (%): 80 a 90.
- Edad al destete: 14 a 28 días.
- Mortalidad crías: 10 a 12 %.
- Mortalidad levante y adultos: 4 %.
- Peso crías: Al nacimiento 90 – 120 g; a los 14 días 180 – 250 g.
- Peso: De 90 a 120 días: 700 g a 1000 g; adultos: 1200 a 1500 g.
- N° cromosómico: 64.

### 2.2.1.3. Raza Perú

En 1970, se inició el programa de mejoramiento genético llamado “Proyecto de Mejoramiento por Selección del Cuy Peruano”. La edad de selección fue inicialmente de 91 días durante 16 años. En las primeras generaciones, los animales alcanzaban un peso de 500 g a los tres meses, pero mediante selección este peso se duplicó. Reduciendo la edad de saca y asegurar la precocidad en la descendencia (Chauca et al., 2005).

El proyecto "Sistemas de Producción en Cuyes" (1986) inició la evaluación económica en crías familiares, familiares – comerciales y comerciales de esta Línea hasta 1996. Se registró con más de 36 000 animales seleccionados del Programa de Mejoramiento Genético para consolidarse como Línea Pura, en la sede central del INIA. Como resultado de los estudios de cruce, fue entregada a nivel nacional a las estaciones del INIA y a productores de la costa central, sierra norte (Cajamarca) y sierra Centro (Ayacucho) (Chauca et al., 2005).

#### *Características fenotípicas*

De conformación cárnea, color alazán con blanco, combinado o fajado; correspondiendo al Tipo 1 por su pelo liso. Puede tener o no remolino en la cabeza, orejas caídas y ojos negros; también individuos con ojos rojos. No polidáctilo, animales con 4 dedos en los miembros anteriores y 3 en los posteriores (fórmula 4433). El rendimiento de carcasa de 72 % registrando mayor masa muscular, y mejor relación hueso – músculo (Chauca et al., 2005).

La raza Perú fija sus características en su progenie y actúa como mejorador. Puede ser utilizada en un cruce terminal para ganar precocidad. Los cuyes parrilleros alcanzan el peso de comercialización entre las 8 y 9 semanas

de edad. Las hembras entran a empadre a los 56 días con un porcentaje de fertilidad del 98%. La conversión alimenticia es de 3,03 al ser alimentado con concentrado ad libitum más forraje restringido. Como línea mejorada precoz, es exigente en la calidad de su alimento (raciones con 18 proteína y 3000 kcal) puede responder a una alimentación con forraje restringido (Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, 2011).

Las hembras se empadran sobre las 8 semanas de edad, su período de gestación es  $68,4 \pm 0,43$ , ligeramente más largo que otras líneas. Al nacimiento los cuyes machos nacen con mayor peso 11,5 g más que las hembras. La diferencia de peso en el destete entre sexos es de 24 g más en los machos (Chauca et al., 2005).

La suplementación con raciones balanceadas en la lactación permite lograr una mayor sobrevivencia de crías. El consumo de alimento esta influenciado por la densidad nutricional de las raciones, la palatabilidad y el peso de las crías por la procedencia del tamaño de camada. Las que provienen de camadas numerosas tienden a consumir más para compensar la restricción de leche producida por la competencia entre hermanos (Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, 2011).

**Cuadro 1.** Parámetros productivos de cuyes de la raza Perú

Parámetro	Cantidad
Fertilidad en promedio	95 %
Tamaño de camada (1er parto)	2,22 crías
Tamaño camada (promedio de 4 partos)	2,61 crías
Periodo de gestación	68 días
Gestaciones Post Partum	54,55 %
Peso al nacimiento	176 g
Destete	326 g
Peso 8 semanas machos	1041 g
Conversión alimenticia	3,03
Rendimiento de carcasa	73 %

Fuente: (Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, 2011).

## 2.2.2. Tipos de alimentación

### 2.2.2.1. Alimentación basada solo en balanceado

Se caracteriza porque se proporciona como única fuente alimento balanceado. Para ello es necesario preparar una ración adecuada que cubra las necesidades nutricionales de los cuyes durante el engorde, siempre acompañada de agua, haciendo énfasis en la adición de vitamina C; ya que, los cuyes presentan una deficiencia orgánica en su síntesis (Chauca de Zaldívar, 1997). Las raciones diarias pueden variar de 40 a 60 g/animal/ día dependiendo de la calidad de la ración. Este sistema es usado en zonas de crianza de tipo comercial donde el forraje es muy escaso o restringido (Solorzano y Sarria, 2014).

El alimento balanceado debe administrarse en forma de gránulos para evitar desperdicios. Además, el aumento de peso con el uso de gránulos también proporciona mejores resultados en comparación con las harinas. La desventaja es el alto costo del alimento que se refleja en los costos de producción, también se incrementa el consumo de agua y puede perderse o contaminarse cuando no se usan sistemas de bebederos automáticos (Benito et al., 2008).

#### **2.2.2.2. Alimentación mixta**

Reynaga Roja et al., 2020, menciona que la disponibilidad de forraje verde no es constante a lo largo del año, con meses de mayor producción y otros de escasez por falta de agua de lluvia o de riego. En estos casos la alimentación de los cuyes es crítica, procurando diferentes alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos o subproductos industriales (afrecho de trigo, residuo seco de cervecería, etc.) como suplemento al forraje. Diferentes trabajos han demostrado la superioridad del comportamiento de los cuyes cuando reciben un suplemento alimenticio conformado por una ración balanceada. Con el suministro de una ración balanceada el tipo de forraje aportado pierde importancia. Un animal mejor alimentado exterioriza mejor su genética y su conversión alimenticia aumenta.

**Cuadro 2.** Programa de alimentación en base de forraje y balanceado

<b>Edades</b>	<b>Concentrado</b>	<b>Forraje</b>
<b>Recría (destetados)</b>	15 a 20 gr/día	100 a 150 gr/día
<b>Engorde</b>	30 a 40 gr/día	200 a 250 gr/día

Fuente: Reynaga et al., 2020.

### 2.2.2.3. Alimentación con forraje

El cuy es una especie herbívora y ante la oferta de diferentes tipos de alimentos, siempre tendrá preferencia por el forraje. Las leguminosas por su calidad nutritiva se comportan como un excelente alimento, aunque la capacidad de ingesta que tiene el cuy no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos. Las gramíneas tienen menor valor nutritivo, por lo que es aconsejable combinar gramíneas y leguminosas, enriqueciendo de esta manera la dieta a base de forraje. Los cambios en la alimentación no deben ser bruscos; siempre debe irse adaptando a los cuyes al cambio de forraje. Esta especie es susceptible a presentar problemas digestivos, más aún en las crías de edad menor (Olazábal L. et al., 2020).

#### **Alfalfa (*Medicago sativa*)**

La alfalfa se caracteriza por su elevado valor nutricional, debido a su aporte de proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales, ácidos grasos y diversos compuestos bioactivos. Su contenido de proteína bruta suele situarse entre el 18 y el 20 %, con una composición equilibrada de lisina, triptófano y otros aminoácidos que favorecen la digestión y mejoran la calidad de dietas basadas en granos. También aporta ácidos grasos como el  $\alpha$ -linolénico, el linoleico y el oleico, asociados con funciones cardiovasculares, cutáneas e inmunológicas. Entre sus micronutrientes destacan el ácido fólico, varias vitaminas del complejo B, las vitaminas C, E y K, así como minerales como calcio, magnesio y potasio. Además, contiene polisacáridos, saponinas y flavonoides, compuestos vinculados con efectos inmunomoduladores, antiinflamatorios, antioxidantes y beneficios potenciales sobre el crecimiento

y la salud animal. La presencia de factores de crecimiento aún no identificados sugiere que la alfalfa podría contribuir de manera adicional al rendimiento productivo (Ma et al., 2022).

La alfalfa aporta vitamina C, aunque no existe un valor específico reportado para la variedad peruana. Su contenido varía según la presentación: en la alfalfa seca puede alcanzar alrededor de 400 mg por cada 100 g de hojas, mientras que en la alfalfa fresca se han registrado aproximadamente 8.2 mg por cada 100 g, cifras que dependen de la fuente y del estado del forraje.

**Cuadro 3.** Valores porcentuales del análisis proximal de alfalfa

Nutrientes	Valor
<i>Fibra cruda</i>	22,49
<i>Extracto etéreo</i>	1,72
<i>Proteína cruda</i>	22,36
<i>Cenizas</i>	8,72
<i>Extracto libre de Nitrógeno</i>	47,7

Fuente: Quintana et al., 2013.

### 2.2.3. Requerimientos nutricionales

Los cuyes como productores de carne, necesitan un suministro adecuado, completo y equilibrado. Uno de los principales problemas en la producción de cuyes es la inadecuada nutrición causada por la falta de conocimiento sobre las técnicas de alimentación y el escaso o nulo uso de alimento balanceado, lo que resulta en un bajo rendimiento de la carcasa (Chauca de Zaldívar, 1997).

Cuando se trata de cuyes en crecimiento, como ocurre en otras especies, la primera etapa de vida es la que mayor nutrición requiere. Cuyes con dietas deficientes, y más aun de vitamina C, presentan cambios morfológicos en el endotelio y en la capa muscular de los vasos sanguíneos, debido a la baja expresión de colágeno tipo IV y elastina. La vitamina C facilita la absorción del hierro en el tracto digestivo y regula la distribución y almacenamiento del mismo (Mahmoodian y Peterkofsky, 1999).

**Cuadro 4.** Requerimientos nutricionales para cuyes en crecimiento.

Nutriente	Requerimiento
<i>Proteína</i>	18 %
<i>Energía digesible</i>	2800 kcal/kg
<i>Fibra cruda</i>	10 %
<i>Grasa</i>	3 %
<i>Lisina</i>	0,84 %
<i>Metionina</i>	0,38 %
<i>Metionina + cistina</i>	0,8 %
<i>Calcio</i>	0,9 %
<i>Fósforo</i>	0,75 %
<i>Sodio</i>	0,2 %
<i>Ácido ascórbico</i>	40 mg/100g

Fuente: (Reynaga Rojas et al., 2020)

## 2.2.4. Requerimientos nutricionales

### 2.2.4.1. Ganancia de peso

Es un parámetro importante y se expresa con el tipo, cantidad y calidad del alimento ofrecido a los cuyes más el factor genético (Moreno, 1989). Existen diversos reportes sobre peso vivo y ganancia de peso, se reporta que el peso promedio final y ganancia diaria promedio a las ocho semanas de edad en cuyes de raza Perú es de 1046 g y 16,9 g, respectivamente (Chauca et al., 2005).

### 2.2.4.2. Consumo de alimento

El consumo de alimento está influenciado por muchos factores. Los factores más importantes son la densidad de nutrientes de la ración, la palatabilidad y el peso al nacer de las crías y el tamaño de la camada (Chauca et al., 2005). Durante el periodo de engorde en cuyes el consumo de alimento tiene un papel importante, ya que aquellos individuos que consumen más alimento ganarán más peso. La información disponible sobre consumo de alimento en cuyes es diversa, se reporta que en cuyes machos de la raza Perú el consumo de alimento diario fue de 51,3 g de materia seca (MS) y a las ocho semanas de edad su consumo total es de 2153 g MS (Chauca et al., 2005).

### 2.2.4.3. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia es la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso, por ello, los factores que influyen en estas variables van a influir sobre esta. La información disponible presenta grandes diferencias. Se menciona que los cuyes machos de raza Perú presentan una conversión alimenticia de 3,03 (Chauca et al., 2005). Muestra cuántos kilogramos consume un cuy en función de la materia seca (M.S.) para ganar un kilogramo

de peso. Cuanto menor sea el valor de CA, mejor, ya que esto indica que los cuyes con menos alimento ganarán 1 kg de peso (Águila, 2020).

### **Fórmula de la conversión alimenticia**

$$C.A = \text{consumo de alimento MS (kg)}/\text{ganancia de peso (kg)}$$

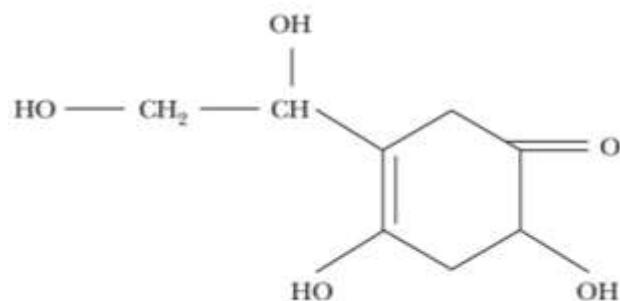
#### **2.2.5. Vitamina C (ácido ascórbico)**

El metabolismo de la glucosa produce vitamina C, también conocida como ácido ascórbico. Actúa como reductor y es esencial para la síntesis de fibras de colágeno mediante el proceso de hidroxilación de la prolina y lisina. Además, protege al organismo de los efectos nocivos de los radicales libres. Al no tener la enzima gulonolactonaoxidasa (GLO), los humanos, los cuyes y otras especies, no podemos producir ácido ascórbico (Mahmoodian y Peterkofsky, 1999). Las medidas en plasma y leucocitos muestran los niveles de dicha vitamina en la dieta y en los depósitos corporales. Los tomates, las papas y los cítricos como las limas, las naranjas y los limones se encuentran entre los alimentos que contienen una gran cantidad de vitamina C. La cantidad recomendada de vitamina C por día es de 90 mg/día para hombres y de 75 mg/día para mujeres (Valdés, 2006).

El escorbuto se caracteriza por la presencia de debilidad, dolor articular o lesiones cutáneas en forma de petequias, sangrado de encías, facilidad para desarrollar hematomas o retraso en la curación de las heridas (Mahmoodian y Peterkofsky, 1999) . Las manifestaciones cutáneas más características son las pápulas purpúricas hiperqueratósicas perifoliculares y la presencia de pelos erizados en los cuyes (Olazábal L. et al., 2020).

## Propiedades físico – químicas

El ácido ascórbico es una lactona de un azúcar ácido derivado del ácido gulónico que se sintetiza a partir de la glucosa (Lehninger, 1995). Desde el punto de vista bioquímico, la vitamina C o ácido L-ascórbico es un polvo cristalino, blanco e inodoro, muy soluble en agua y relativamente insoluble en disolventes orgánicos. En estado seco y protegido de la luz es estable durante períodos de tiempo muy prolongados (Nelson y Cox, 2008).



**Figura 1.** Estructura química de la vitamina C (Valdés, 2006).

## Farmacocinética

Levine et al., 1996 menciona que la absorción varía en función de la dosis. En el intestino delgado se absorbe, por un mecanismo de transporte  $\text{Na}^+$  dependiente, entre el 80-90 % cuando tomamos cantidades de hasta 100 mg/día, mientras que esta cifra disminuye rápidamente cuando tomamos dosis de 500 mg/día (Levine et al., 1996).

Con una cantidad superior a 1 g, podemos absorber la mitad o quizás menos. La biodisponibilidad oral para 30 mg representa un 87 %, para 100 mg 80 %, para 200 mg 72 % y 63 % para 500 mg. No se une a proteínas plasmáticas y su exceso se regula por excreción renal cuando tomamos dosis de más de 100 mg/día, lo que equivale a una concentración plasmática de 60 mg/dl. En este

momento, el plasma y los leucocitos están totalmente saturados (Levine et al., 1996).

Las dosis superiores a 500 mg/día contribuyen en escasa medida a aumentar los niveles plasmáticos o tisulares de vitamina C. La absorción total es de 1200 mg en 24 horas, lo que se consigue con una dosis de 3 g. Se distribuye por todo el organismo, aunque se encuentran niveles elevados en el cerebro, corteza suprarrenal, hígado, bazo, páncreas, riñones y leucocitos por razones que hoy en día no sabemos (Flórez et al., 1997).

El proceso hepático se produce en forma de metabolitos inactivos, como derivados sulfatados o combinados con oxalato. Con niveles plasmáticos normales de 0,8-0,9 mg/dl, la vitamina C es reabsorbida en el túbulo. Por encima de estos valores, se elimina como tal o en forma de sus metabolitos, siendo la mayor parte excretada cuanto mayor sea la dosis ingerida. El exceso de ácido ascórbico es eliminado por la orina en forma de ácido oxálico, ácido ascórbico inalterado y una pequeña cantidad de ácido deshidroascórbico. Asimismo, se elimina por las heces una fracción de dosis no absorbida. (Lehninger, 1995).

### **Farmacodinamia**

Existen dos importantes formas biológicas de vitamina C, la forma reducida o ácido ascórbico, y la forma oxidada, DHA (ácido dehidroascórbico). La mayor concentración de vitamina C se encuentra a nivel tisular por lo que es importante su transporte. La forma reducida o ácido ascórbico se transporta a nivel intracelular a través de los transportadores SVCTs (Sodium dependent vitamin C transporters). El ácido dehidroascórbico se transporta por los GLUT (transportador de la glucosa) por la semejanza química que existe entre la

glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) y la vitamina C ( $C_6H_8O_6$ ). La forma oxidada de vitamina C (DHA), una vez que alcanza el medio intracelular, sufre una reversión espontánea a su forma reducida o ácido ascórbico por la acción del glutatión (Serra y Cafaro, 2007).

Cuando el ácido dehidroascórbico ingresa a nivel mitocondrial, es importante su reducción a ácido ascórbico porque se requiere de mecanismos antioxidantes en respuesta a la fosforilación oxidativa mitocondrial (Nelson y Cox, 2008).

### **Mecanismo de acción**

Las vitaminas actúan como coenzimas y como precursores de las coenzimas en la regulación de los procesos metabólicos y regeneración celular (Vannucchi y Rocha, 2012). Hoy se sabe que la vitamina C tiene un enorme abanico de funciones para mantener la salud. Cada una de las células de los diferentes tejidos del organismo sufre cuando hay escasez de la misma (Serra y Cafaro, 2007).

Contribuye a la síntesis de colágeno de dos maneras: a) favorece la hidroxilación de la prolina en hidroxiprolina, lo que da estabilidad a la matriz extracelular, y la hidroxilación de la lisina en carnitina, necesaria para la glucosilación y la formación de puentes cruzados en las fibras de colágeno. b) intervine en la síntesis de varias estructuras microsómicas y polisómicas, que intervienen en la síntesis de colágeno reparador (Mahmoodian y Peterkofsky, 1999). La carencia de ácido ascórbico puede ocasionar graves alteraciones en el colágeno de la piel, del conjuntivo vascular, de los huesos y dientes, los cuales son los tejidos y órganos más afectados en el escorbuto. También se

utiliza como agente neutralizador de radicales libres derivados del oxígeno (hidroxilo, superóxido, etc.) (Flórez et al., 1997).

A pesar de los numerosos trabajos en el tema aún no se sabe con certeza si el consumo suplementario puede ayudar a aumentar estas acciones o alguna de ellas, pero sí que su falta las perjudica (Horton et al., 2008).

#### **2.2.6. Bloques nutricionales**

Es un suplemento alimenticio energético, proteico y vitamínico, de forma variable y de consistencia sólida; compuesto de melaza, urea, cal, minerales, sal común, material de relleno (salvados de trigo, afrechos, cebada, maíz) y elementos compactantes como cal viva o cemento gris. Se usan para conseguir un mayor aprovechamiento de los alimentos fibrosos de baja calidad, evitar las pérdidas de peso y mantener el nivel de la producción de los animales (Instituto Nacional Tecnológico, 2016).

##### **2.2.6.1. Componentes**

La melaza es una fuente energética de carbohidratos solubles, cuyo sabor dulce la hace sumamente agradable para los animales. La urea se emplea como fuente de nitrógeno para la formación de proteínas y como estimulante de la actividad microbiana en la digestión de los alimentos. Con el fin de prevenir el peligro de la intoxicación, se puede emplear compuestos fibrosos, harinas, minerales y urea principalmente para proporcionar amoniaco a los microorganismos ruminantes y dosificar su consumo continuo. Asimismo, se emplean minerales, tales como la sal común que aporta sodio y cloro, así como sales nutritivas que contienen Ca, P, Mg, siendo necesarias en suelos y pastos escasos de dichos minerales (Sansoucy, 1995).

**Cuadro 5.** Fórmula para elaborar un bloque nutricional

Nutrientes	Valores
Melaza	30 – 60
Urea	5 – 15
Minerales	0 – 5
Sal	5 – 10
Fibra energética predominante	15 – 30
Fibra proteica predominante	15 – 30
Ligante (cemento 5 %, cal 5 %)	10 – 15

Fuente: (Sansoucy, 1995).

#### 2.2.6.2. Materias primas de mayor uso en bloques nutricionales

##### Melaza

Es una fuente energética de carbohidratos muy solubles. Debido a su sabor dulce es muy apetecible. Derivado no cristalizable de la caña de azúcar obtenido del residuo restante en las cubas de extracción de los azúcares. Es similar a la miel, aunque de color parduzco muy oscuro – negro (Ortiz, 1995).

##### Urea

La urea es un compuesto nitrogenado no proteico, cristalino y sin color, identificado con la fórmula  $\text{N}_2\text{H}_4\text{CO}$ , elaborada en plantas químicas que generan amoniaco anhidro cuando fijan el nitrógeno del aire a presiones y temperaturas elevadas. Además de un suplemento proteico en los rumiantes, la urea se emplea como fertilizante agrícola. En la actualidad, se presenta en el mercado en forma granulada y perlada, siendo esta última la más recomendada para uso animal debido a su soltura y facilidad para mezclarla con otros ingredientes. La urea es la composición nitrogenada más utilizada en la

alimentación de rumiantes en diversos países a nivel global (Makkar et al., 2007).

### Cal - cemento

Se puede usar la cal común de construcción o cal apagada como aglutinante. Además, aporta calcio como carbonato de calcio (Fernández et al., 1997). El productor siempre debe estar atento a los signos y síntomas de intoxicación que incluyen excesiva salivación, timpanismo, incoordinación y temblores musculares (Tobía y Vargas, 1984).

### Minerales

El uso de sales minerales en los bloques se aporta calcio, fósforo, magnesio y otros oligoelementos que son necesarios por deficiencia de estos en los suelos y pastos (Sansoucy, 1995).

### Otros ingredientes

Harina de maíz, Afrechillo de trigo, heno molido, los cuales actúan como relleno en la elaboración del bloque (Makkar et al., 2007).

**Cuadro 6.** Ingredientes para la elaboración de bloques nutricionales

Material de relleno	Material líquido y proteico	Sales
Afrecho, sorgo, maíz molido, harina de hojas, heno molido, etc.	Melaza y urea	Sal común, sales minerales y cal

Fuente: (Instituto Nacional Tecnológico, 2016).

#### **2.2.6.3. Materias primas de mayor uso en bloques nutricionales**

Se han realizado muchos experimentos para la elaboración que involucran desde la calidad de los componentes hasta la naturaleza de los mismos, incluyendo la secuencia de mezclado, tratando siempre de utilizar procedimientos sencillos, de fácil realización en condiciones de campo (Benítez-González et al., 2019).

Las experiencias obtenidas con este tipo de alimento muestran márgenes importantes de utilidad, con rendimientos productivos adecuados, cuando se suministra a cuyes en crecimiento, engorde y reproducción. Este suplemento puede reemplazar a los concentrados y generalmente se ofrece a los cuyes con una dieta básica de pastos (Caycedo Vallejo, 2000).

#### **2.2.6.4. Procedimiento para la elaboración de bloques según el Instituto Nacional Tecnológico.**

##### **Tamizar los ingredientes**

Se realiza con el propósito de eliminar cuerpos extraños que puedan causar lesiones en la cavidad bucal y posterior daño al sistema digestivo de los animales (Tecnológico, 2016).

##### **Pesar los ingredientes**

Pesar con una balanza rústica, balanza de reloj o bien una balanza de resorte, paso importante para obtener un bloque nutricional que cumpla con los requerimientos nutricionales.

### **Mezclar la urea con la melaza**

La mezcla de la melaza con la urea puede hacerse adicionando la urea sobre la melaza (o bien diluyendo la urea en agua), agitándola hasta obtener una mezcla homogénea.

### **Mezclar los ingredientes sólidos**

La mezcla de la melaza con la urea puede hacerse adicionando la urea sobre la melaza (o bien diluyendo la urea en agua), agitándola hasta obtener una mezcla homogénea.

### **Mezclar los ingredientes sólidos**

Se puede hacer en una bolsa plástica y agitar hasta obtener una mezcla uniforme sobre una superficie pulida, cemento, mayólica o plástico.

### **Combinar la urea y la melaza con los ingredientes sólidos**

A los ingredientes sólidos mezclados se adiciona la mezcla de melaza y urea poco a poco, y se mezcla hasta obtener una masa pastosa.

### **Elaboración del bloque**

Antes de depositar la masa pastosa en un molde metálico, de madera o plástico, colocar bolsa e ir adicionando poco a poco, compactar y luego proceder a desmoldar para su posterior secado.

## 2.3. Marco conceptual

### 2.3.1. Materia seca

El porcentaje de materia seca (% MS) de los alimentos es uno de los parámetros que presentan mayor variabilidad. El contenido de materia seca (MS) del forraje es la resultante de la extracción del agua que contienen las plantas al estado fresco o verde (Guillermo et al., 2005). Esta labor se realiza habitualmente en laboratorios especializados, donde se utilizan hornos de ventilación forzada a temperaturas de 60 a 105 °C por 24 a 48 horas o por el tiempo requerido para que la muestra obtenga un peso constante. Este proceso es lento, pero asegura que no se altera la composición nutricional del forraje. La expresión de este parámetro se realiza en forma proporcional; es decir, como porcentaje del forraje fresco total cosechado (Balocchi, 2007).

### 2.3.2. Energía metabolizable (EM) Mcal/kg

La unidad utilizada es la caloría (cal) que se define como la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de un gramo de agua de 16,5 a 17,5 °C. Una kilocaloría (kcal) representa 1000 calorías y una megacaloría (Mcal) representa 1.000 kilocalorías (NRC (National Research Council), 2007).

La porción de energía de los alimentos que queda disponible para los procesos metabólicos de un animal se conoce como energía metabolizable. Por lo tanto, la energía metabolizable proporciona una medida suficiente del valor nutricional de los alimentos. La energía metabolizable de un alimento dividida por la energía bruta se conoce como su metabolicidad. El valor de la relación entre Energía metabolizable / Energía bruta varía significativamente según el tipo de ración y el tipo de animal examinado (Bondi, 1989).

### **2.3.3. Fibra cruda**

Se define como la parte de las plantas comestibles que resiste la digestión y absorción en el intestino delgado y que experimenta una fermentación parcial o total en el intestino grueso. Esta parte vegetal está formada por un conjunto de compuestos químicos de naturaleza heterogénea (polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias análogas). Cuando se hace un análisis de fibra cruda las partes son solubles con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio, tales como celulosa, hemicelulosa y lignina se disuelven desde el material de la muestra. El material residual sin digerir se seca, se pesa y luego se incinera. La diferencia entre el contenido de ceniza y las partes no digeridas es la fibra cruda (UCCIRT, 2016).

### **2.3.4. Nutrientes digestibles totales (NDT)**

Es una expresión de la energía digestible, la cual se calcula con base en la sumatoria de la proteína digerible, extracto libre de nitrógeno digerible y 2,25 veces el extracto etéreo digerible. En términos prácticos se le considera equivalente a la digestibilidad de la materia seca (MS) y es comparable con ED (Novoa, 1983).

## CAPÍTULO III

### CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

#### 3.1. Hipótesis

El uso de bloques nutricionales con vitamina C de 120 mg, 150 mg y 250 mg/kg de alimento, mejora los parámetros productivos en la etapa de crecimiento y engorde en cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú.

#### 3.2. Tipo, nivel y diseño de la investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativa, ya que se basa en la recolección de datos numéricos relacionados con distintas variables productivas de los cuyes como el peso vivo, la ganancia de peso y la conversión alimenticia; las cuales fueron medidas a lo largo del periodo experimental.

El estudio se ubica en el nivel explicativo, ya que busca identificar y demostrar el efecto de la suplementación con vitamina C en bloques nutricionales en diferentes dosis (120, 150 y 250 mg/kg de alimento) sobre el rendimiento productivo de los animales, estableciendo relaciones de causa-efecto entre las variables experimentales.

El diseño de investigación es experimental, completamente al azar con un solo factor (dosis de vitamina C), cuatro tratamientos (incluyendo un grupo control) y 10 repeticiones por cada tratamiento. Además, el diseño es de tipo longitudinal, ya que las mediciones fueron realizadas de forma repetida durante ocho semanas, permitiendo evaluar la evolución de los parámetros productivos durante las etapas de crecimiento y engorde.

### 3.3. Localización

El estudio se realizó en el caserío Llimbe, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca perteneciente a la región Cajamarca. Este distrito ubicado a 20 kilómetros de la ciudad de Cajamarca es uno de los mejores productores de cuyes.

**Cuadro 7.** Datos geográficos de la Región Cajamarca

<b>Latitud sur</b>	7°14'44.53``
<b>Longitud oeste</b>	78°23'18.29``
<b>Altitud</b>	2564 msnm
<b>Temperatura media anual</b>	Máx. 26,8 °C Mín. 7,9 °C
<b>Humedad relativa</b>	57,3 %

Fuente: (SENAMHI, 2023)

### 3.4. Población, muestra y unidad de análisis

#### 3.4.1. Población

La población del estudio estuvo constituida por cuyes (*Cavia porcellus*) machos de la raza Perú, de edades entre  $21 \pm 3$  días, criados en la región de Cajamarca.

##### 3.4.1.1.Criterios de inclusión

Se incluyeron en el estudio aquellos cuyes machos de la raza Perú, con edad entre  $21 \pm 3$  días, peso inicial aproximado de 430–440 g, clínicamente sanos, sin evidencia de enfermedad o malformaciones visibles, y que se encontraban en condiciones estables de salud al momento del inicio del ensayo.

### **3.4.1.2. Criterios de exclusión**

Fueron excluidos aquellos cuyes que presentaran signos clínicos de enfermedad, lesiones traumáticas, comportamiento anormal, o que no se adaptaran adecuadamente al sistema de alojamiento individual durante el periodo de adaptación. Asimismo, se excluyeron animales que registraron valores atípicos de peso o edad que comprometieran la homogeneidad inicial del experimento, o que mostraron dificultades para el consumo de alimento o agua en la fase inicial del estudio.

### **3.4.2. Muestra**

La muestra estuvo constituida por 40 cuyes machos de la raza Perú, adquiridos de la granja Camino Real, ubicada en el caserío Chuco, distrito de Jesús, provincia y región de Cajamarca. Los animales fueron seleccionados al momento del destete, con un peso promedio de 431,8 g y una edad de  $21 \pm 3$  días. Se distribuyeron de forma aleatoria en cuatro grupos experimentales (control, 120 mg, 150 mg y 250 mg/kg de alimento), con 10 repeticiones por tratamiento. Cada animal fue alojado individualmente en una poza, constituyendo así una unidad experimental independiente.

### **3.4.3. Unidad de análisis**

Cada cuy alojado individualmente en una poza representó una unidad experimental y de análisis. En cada unidad se registraron las variables productivas de interés: peso vivo semanal, ganancia de peso, conversión alimenticia, y peso final, durante las etapas de crecimiento y engorde.

### **3.5. Materiales**

#### **3.5.1. Material biológico**

Animales de experimentación. Se emplearon 40 cuyes machos, destetados de la raza Perú. Divididos en 4 tratamientos de 10 animales cada uno.

#### **3.5.2. Material de campo y de laboratorio**

- Baguetas.
- Matraces.
- Vaso de precipitados de 200 ml, 500 ml y 1000 ml.
- Probetas de 100 ml.
- Pintura acrílica.
- Marcadores indelebles.
- Bebederos automáticos.
- Comederos de arcilla.
- Recipientes de plástico de 100 litros de capacidad.
- Moldes de plástico con capacidad de 30 gramos.
- Mesas para desmoldado de bloques.

#### **3.5.3. Equipos y dispositivos**

- Calculadora.
- Termohigrómetro.
- Balanza digital.
- Balanza con capacidad para 40 kilogramos.

### **3.6. Diseño metodológico**

#### **3.6.1. Identificación y adaptación de los especímenes**

Previo al inicio del estudio, los cuyes fueron alojados de forma individual en pozas construidas con madera y malla metálica, con dimensiones de 0,30 m de ancho  $\times$  0,40 m de largo  $\times$  0,40 m de alto. Cada unidad de alojamiento estuvo equipada con un bebedero automático y un comedero de arcilla, garantizando condiciones homogéneas de manejo, alimentación e infraestructura para todos los tratamientos, a fin de controlar variables externas que pudieran influir en los resultados (ver Anexo 10).

Se estableció un periodo de adaptación de dos días, durante el cual los animales recibieron una dieta mixta compuesta por bloque nutricional, alimento concentrado y alfalfa verde. En los tratamientos experimentales (T1, T2 y T3), el forraje fue retirado de manera progresiva durante este periodo, con el objetivo de evitar efectos de estrés por cambio brusco en la dieta y facilitar la transición hacia el régimen experimental.

La identificación individual de los animales se realizó al momento del ingreso, asignando un número correlativo visible en cada jaula, codificado según el tratamiento correspondiente (T0, T1, T2 o T3). Asimismo, se registró el peso inicial de cada ejemplar como valor basal, empleando una balanza digital de precisión (gramera) en horario matutino (entre 6:30 a.m. y 7:30 a.m.) y en condiciones de ayuno con la finalidad de reducir la variabilidad asociada a la ingesta reciente de alimento.

### 3.6.2. Diseño experimental

El presente estudio se estructuró bajo un diseño completamente al azar (DCA) con un solo factor: la dosis de vitamina C suministrada mediante bloques nutricionales. Una vez seleccionados los 40 cuyes machos de raza Perú, de  $21 \pm 3$  días de edad, estos fueron asignados aleatoriamente a uno de los cuatro tratamientos experimentales.

Cada tratamiento estuvo constituido por 10 unidades experimentales (un cuy por unidad), lo que permitió una adecuada replicación y control de la variabilidad individual. La distribución experimental fue la siguiente:

**Cuadro 8.** Conformación de tratamientos

Tratamientos	Insumos por tratamiento	Repeticiones	Nº de animales por repetición	Total de animales
<b>T0</b>	100% de forraje verde (Control)	10	1	10
<b>T1</b>	Bloque nutricional + 120 mg de vitamina C	10	1	10
<b>T2</b>	Bloque nutricional + 150 mg de vitamina C	10	1	10
<b>T3</b>	Bloque nutricional + 250 mg de vitamina C	10	1	10

Cada unidad experimental estuvo alojada en una poza individual con condiciones ambientales homogéneas entre tratamientos. Esta disposición permitió evitar el sesgo por competencia por alimento. La asignación aleatoria de tratamientos a las unidades experimentales contribuyó a minimizar la influencia de variables extrañas no controladas, cumpliendo con los principios fundamentales del diseño completamente al azar.

### **3.6.3. Elaboración de bloques nutricionales**

#### **3.6.3.1. Formulación de raciones**

La formulación de las raciones se realizó empleando un programa especializado en nutrición animal para cuyes, configurado con un requerimiento nutricional de 18 % de proteína cruda y 3,000 kilocalorías de energía digestible por kilogramo de materia seca (ver Anexos 2 y 3). A la mezcla base se incorporó cemento gris en proporciones técnicas como agente solidificante para asegurar la compactación del bloque y facilitar su manipulación por parte del animal. La inclusión de vitamina C se ajustó a tres niveles de suplementación: 120, 150 y 250 mg/kg de alimento, para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. La cantidad exacta de vitamina por bloque fue determinada mediante cálculos proporcionales (regla de tres simple) en función del consumo estimado diario de alimento por animal, tal como se detalla en el Anexo 7.

#### **3.6.3.2. Elaboración de raciones con vitamina C**

Para estandarizar el procedimiento, inicialmente se pesaron los insumos necesarios para elaborar un kilogramo de alimento preparado, con el fin de evaluar tanto la viabilidad técnica de la mezcla como la aceptación por parte de los animales, la cual fue positiva (ver Anexo 4).

Posteriormente, se procedió a la elaboración de los bloques nutricionales. Para ello, se pesaron los ingredientes correspondientes a la preparación de 1 kilogramo de mezcla (ver Anexo 5), integrando los elementos energéticos, proteicos, fibra, cemento gris y la dosis correspondiente de vitamina C según el tratamiento. La vitamina C se usó en razón de 36 g para T1(120 mg), 50 g para T2 (150 mg) y 75 g para T3 (250 mg), por kilogramo en la preparación de los bloques. La mezcla se comprimió manualmente en moldes individuales hasta

formar bloques homogéneos. Por cada kilogramo elaborado se obtenían 30 bloques nutricionales.

Una vez formados, los bloques fueron sometidos a secado a la sombra durante 48 horas, lo que permitió reducir su humedad y mejorar su estabilidad. El peso de cada bloque recién elaborado fue de aproximadamente 34 gramos, y tras el secado se estabilizó en 30 gramos por unidad (ver Anexo 7).

#### **3.6.4. Administración de bloques nutricionales**

Los cuyes del grupo control (T0) fueron alimentados exclusivamente con forraje verde fresco (alfalfa), calculado de acuerdo al peso obtenido. En contraste, los animales pertenecientes a los tratamientos experimentales (T1, T2 y T3) recibieron diariamente una dieta compuesta por un bloque nutricional seco de 30 gramos, alimento preparado balanceado y agua potable ofrecida a través de bebederos automáticos.

La cantidad de alimento balanceado suministrado fue ajustada semanalmente en función de la ganancia de peso promedio registrada en cada grupo de tratamiento (ver Anexo 6), siguiendo un protocolo de adecuación progresiva de la dieta según las necesidades metabólicas del animal en crecimiento y engorde. La administración de los bloques se realizó en horario fijo cada mañana, asegurando su consumo completo antes de reponer el alimento balanceado complementario.

#### **3.6.5. Parámetros evaluados**

Durante el periodo experimental de ocho semanas, se evaluaron semanalmente las siguientes variables zootécnicas en todos los cuyes (n = 40), con el fin de monitorear su rendimiento productivo. Además del registro

semanal, se realizó un análisis acumulado por etapas fisiológicas, considerando la etapa de crecimiento desde la semana 0 hasta la semana 6, y la etapa de engorde desde la semana 7 hasta la semana 8.

#### **3.6.5.1. Peso vivo**

Se registró el peso corporal individual de cada cuy al inicio del estudio y de forma semanal, utilizando una balanza digital de precisión en horario de la mañana (6:30 a.m. – 7:30 a.m.) y en ayunas (ver Anexo 8). Estos datos permitieron evaluar la evolución del peso vivo durante todo el periodo experimental. Con los registros semanales se calcularon los promedios semanales, los promedios por etapa (crecimiento y engorde) y el peso final, correspondiente al valor de la octava semana.

#### **3.6.5.2. Ganancia de peso**

La ganancia de peso semanal se obtuvo mediante la diferencia entre el peso vivo registrado en una semana y el de la semana anterior:

$$\text{Ganancia semanal} = \text{Peso vivo semana actual} - \text{Peso vivo semana anterior}$$

Se calcularon también la ganancia de peso total acumulada al finalizar el estudio y la ganancia de peso por etapas, diferenciando entre crecimiento (semanas 1 a 6) y engorde (semanas 7 y 8).

#### **3.6.5.3. Consumo de alimento M.S**

El consumo de alimento en base a materia seca (M.S), se calculó semanalmente y por etapa, considerando al forraje verde alfalfa (20 % M.S), alimento preparado (79 % M.S) y bloque nutricional (88 % M.S) y con un consumo de materia seca por cuy para este experimento del 6 % P.V. y alfalfa el 30 % P.V. La fórmula utilizada para calcular el consumo de materia seca:

$$CMS = \text{peso corporal (kg)} \times \% \text{ de consumo de materia seca}$$

Para el caso del forraje verde (alfalfa), se calculó la cantidad de alimento fresco (húmedo) a brindar a cada unidad experimental. Usando la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de alimento fresco} = \frac{\text{kg (MS)}}{\% \text{ de M.S del alimento}}$$

### **Conversión alimenticia**

Este indicador se calculó semanalmente para cada unidad experimental y por etapa, considerando el total de alimento consumido en base a materia seca (MS) y la ganancia de peso correspondiente. La fórmula utilizada fue:

$$\text{Conversión alimenticia (CA)} = \frac{\text{Consumo de alimento en MS (kg)}}{\text{Ganancia de peso (kg)}}$$

Los valores de materia seca utilizados fueron:

- Forraje verde (alfalfa): 20 % de MS
- Alimento preparado: 88 % de MS

### **3.7. Instrumento de recolección de la información**

Para la recolección de los datos, se empleó una ficha de registro diseñada específicamente para este estudio (ver Anexo 8). Este instrumento permitió sistematizar la información recolectada de cada unidad experimental a lo largo de las ocho semanas de evaluación. La ficha incluyó campos estructurados para el registro semanal del peso vivo, la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia.

Asimismo, la ficha contempló secciones para anotar observaciones relevantes sobre el comportamiento de consumo, aceptación del bloque

nutricional, condiciones de salud del animal, y cualquier evento que pudiera afectar el desarrollo normal del experimento. La información registrada en las fichas fue posteriormente digitalizada y organizada en una base de datos para su análisis estadístico.

### **3.8. Procesamiento y análisis estadístico de los datos**

Los datos recolectados durante las ocho semanas del experimento fueron organizados en una base de datos elaborada en Microsoft Excel y posteriormente importados al software estadístico IBM SPSS Statistics, versión 27, para su procesamiento y análisis (ver Anexo 8).

Inicialmente, se aplicó un análisis descriptivo de cada variable cuantitativa (peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia), mediante el cálculo de medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar), tanto semanalmente como agrupadas por etapa (crecimiento: semanas 0 a 6; engorde: semanas 7 y 8), y acumuladas al final del estudio. Posteriormente, se evaluó la normalidad de los datos a través de la prueba de Shapiro-Wilk, dado el tamaño reducido de cada grupo ( $n = 10$ ). Para los análisis en los que se cumplió el supuesto de normalidad, se procedió con pruebas paramétricas. En caso contrario, se aplicaron correcciones correspondientes o pruebas robustas, como Games-Howell para comparaciones post hoc cuando no se cumplió la homogeneidad de varianzas (ver anexo 9).

Las variables peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia, al haber sido registradas de forma semanal y repetida en el tiempo, fueron analizadas mediante ANOVA de medidas repetidas (ANOVA-RM). Se evaluaron tres efectos principales: el efecto del tiempo (intra-sujetos), el efecto

del tratamiento (inter-sujetos) y la interacción entre el tiempo y el tratamiento. Cuando no se cumplió el supuesto de esfericidad (evaluado con la prueba de Mauchly), se aplicó la corrección de Greenhouse-Geisser para ajustar los grados de libertad. Las comparaciones múltiples entre tratamientos se realizaron mediante la prueba post hoc de Tukey, o Games-Howell en casos con heterogeneidad de varianzas.

En el caso de las variables peso promedio por etapa, ganancia de peso por etapa y peso final, se utilizó un ANOVA de un factor (tratamiento), previo análisis de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Según los resultados, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey cuando se cumplió el supuesto de homogeneidad, o Games-Howell en caso contrario.

Para el análisis de los valores agrupados por etapa (crecimiento y engorde), así como del peso final, se utilizó un ANOVA de un solo factor. Se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Según los resultados, se eligió la prueba post hoc más adecuada: Tukey para varianzas homogéneas, o Games-Howell en su defecto.

En todos los casos, el nivel de significancia estadística se fijó en  $p < 0,05$ . Los resultados fueron complementados con gráficos que permitieron visualizar el comportamiento temporal de cada variable y comparar el rendimiento de los diferentes tratamientos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Peso vivo

##### 4.1.1. Resultados del peso vivo

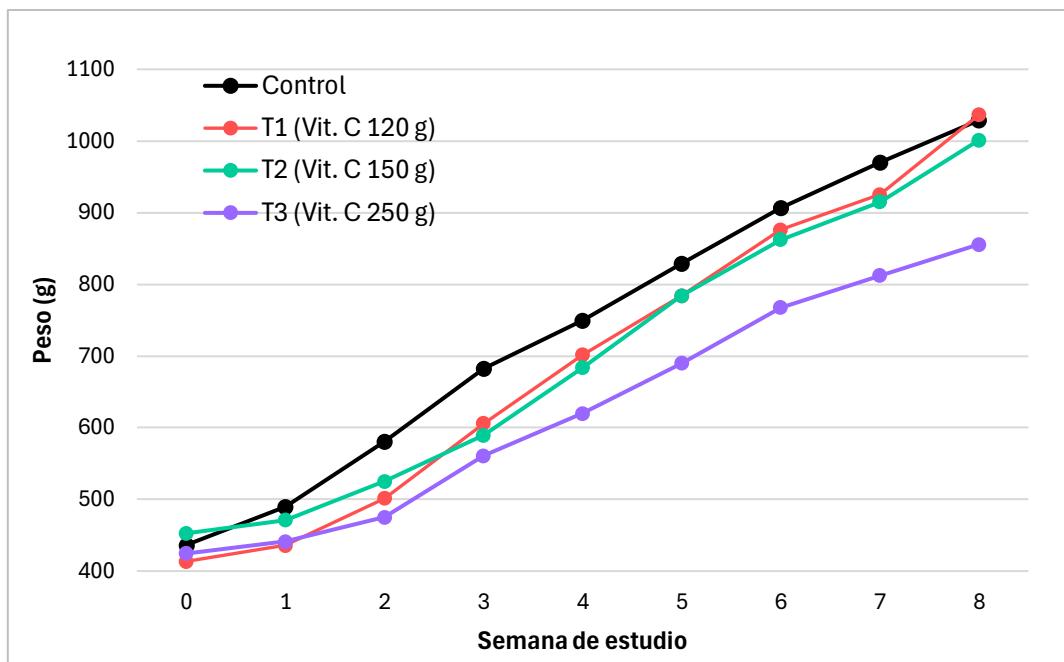
**Tabla 1.** Peso vivo promedio (g) alcanzado de los cuyes por grupo experimental durante las 8 semanas de estudio (n = 10 por grupo).

Tratamiento	Semana								Promedio ± DE	
	0	1	2	3	4	5	6	7		
<b>T0 (Control)</b>	436,5	490	581	683	749,5	829,4	907,1	970	1029	<b>741,72 ± 80,21 <sup>a</sup></b>
<b>T1 (Vit. C 120 g)</b>	413,5	435,7	501,5	605,8	701,6	784,1	876,1	925,4	1036,5	<b>697,80 ± 94,59 <sup>ab</sup></b>
<b>T2 (Vit. C 150 g)</b>	452,7	471,1	525,2	589,5	683,6	784,3	862,3	915,2	1001,3	<b>698,36 ± 55,66 <sup>ab</sup></b>
<b>T3 (Vit. C 250 g)</b>	424,5	441,2	475	560,8	619,9	689,9	767,6	812,3	855,8	<b>627,44 ± 41,72 <sup>b</sup></b>

Nota: DE = desviación estándar. Los valores corresponden a las medias del peso vivo promedio por grupo experimental (n = 10). Superíndices diferentes (a, b) en la columna de promedio indica diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos determinadas mediante análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA-RM) seguido de la prueba post hoc de Tukey (p < 0,05).

El análisis mediante ANOVA- RM para la variable peso vivo mostró un efecto significativo del tiempo ( $p < 0,001$ ), lo cual confirma que los cuyes incrementaron su peso progresivamente durante el periodo de estudio. Asimismo, se encontró una interacción significativa entre el tratamiento y el tiempo ( $p = 0,006$ ), lo que sugiere que la evolución del peso a lo largo de las semanas varió en función del grupo experimental. Finalmente, el análisis del efecto entre tratamientos mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0,010$ ), lo que indica que, en promedio, el peso fue distinto según el tipo de dieta recibida.

La prueba post hoc de comparaciones múltiples de Tukey mostró que el grupo que recibió bloques nutricionales con 250 mg de vitamina C (T3) presentó un peso promedio significativamente menor ( $627,44 \pm 41,72$  g) en comparación con el grupo control alimentado con forraje verde ( $741,72 \pm 80,21$  g), con una diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,005$ ). En cambio, los grupos T1 ( $697,80 \pm 94,59$  g) y T2 ( $698,36 \pm 55,66$  g), que recibieron 120 mg y 150 mg de vitamina C respectivamente, no difirieron significativamente del grupo control, lo que sugiere que estas dosis permiten mantener un rendimiento en peso similar al sistema convencional con forraje verde. Estos resultados indican que, si bien el uso de bloques nutricionales con vitamina C puede ser una alternativa viable de suplementación, una dosis elevada como la utilizada en el tratamiento T3 podría generar un efecto negativo sobre el crecimiento de los cuyes. Por el contrario, las dosis de 120 y 150 mg mostraron ser adecuadas para mantener un desempeño productivo comparable al obtenido con la dieta basada en forraje verde.



**Gráfico 1.** Evolución del peso vivo semanal de los cuyes según el grupo experimental durante las 8 semanas de estudio.

En el Gráfico 1 se observa una tendencia ascendente en el peso vivo de los cuyes a lo largo de las ocho semanas de evaluación, lo que coincide con el efecto significativo del tiempo reportado en el análisis ANOVA-RM ( $p < 0,001$ ). Durante la primera semana, todos los grupos mostraron incrementos moderados con respecto a su peso inicial, aunque el grupo control destacó ligeramente por presentar una mayor ganancia temprana. En la segunda y tercera semana, los tratamientos T1 y T2 mantuvieron una trayectoria similar entre sí, con incrementos progresivos, mientras que el grupo T3 mostró un ascenso menor, situándose como el grupo de menor peso relativo desde etapas tempranas del estudio. Entre la cuarta y sexta semana, la diferencia entre grupos se hizo más evidente. El grupo control continuó mostrando un crecimiento sostenido y superior al de los demás, mientras que, T1 y T2 mantuvieron incremento estable, lo que indica respuestas de crecimiento similares para ambas dosis de vitamina C. En cambio, T3 mostró un ascenso más lento, aumentando la diferencia con los demás grupos conforme avanzaban las

semanas, lo cual concuerda con la interacción significativa entre tratamiento y tiempo ( $p = 0,006$ ). Finalmente, durante la séptima y octava semana, el grupo control alcanzó los valores más altos de peso, superando los 1000 g al finalizar el periodo experimental. Los grupos T1 y T2 presentaron un crecimiento continuo, logrando pesos finales cercanos a los del grupo control, aunque ligeramente inferiores, lo que coincide con la ausencia de diferencias estadísticas entre estos tratamientos en el peso promedio final. Por otro lado, el grupo T3 continuó siendo el de menor peso en prácticamente todas las semanas, culminando con el valor promedio más bajo del estudio, en concordancia con la diferencia significativa detectada respecto al control ( $p = 0,005$ ).

**Tabla 2.** Peso promedio (g) de los cuyes por grupo experimental durante las etapas de crecimiento y engorde (n = 10 por grupo).

<b>Grupo experimental</b>	<b>Peso promedio etapa de crecimiento <math>\pm</math> DE (g)</b>	<b>Peso promedio etapa de engorde <math>\pm</math> DE (g)</b>
T0 (Control)	$668,07 \pm 69,85^a$	$999,50 \pm 121,22^a$
T1 (120 mg Vit. C)	$616,89 \pm 85,59^{ab}$	$980,95 \pm 132,22^a$
T2 (150 mg Vit. C)	$624,10 \pm 52,61^{ab}$	$958,25 \pm 83,88^{ab}$
T3 (250 mg Vit. C)	$568,41 \pm 34,43^b$	$834,05 \pm 104,12^b$

Nota: DE = desviación estándar. Los valores corresponden a las medias del peso vivo promedio por grupo experimental (n = 10 por cada grupo) durante cada etapa. Superíndices diferentes (a, b) en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, determinadas mediante análisis de varianza de un factor (ANOVA) seguido de la prueba post hoc de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Durante la etapa de crecimiento (semanas 0 a 6), se observó una diferencia significativa en el peso promedio de los cuyes entre los distintos tratamientos ( $p = 0,013$ ) según ANOVA. El mayor peso promedio en esta etapa ( $668,07 \pm 69,85$  g), seguido por los grupos T2 (150 mg de vitamina C) y T1 (120 mg), con valores de  $624,10 \pm 52,61$  g y  $616,89 \pm 85,59$  g, respectivamente. El grupo T3 (250 mg de vitamina C) presentó el menor peso promedio ( $568,41 \pm 34,43$  g). La prueba de comparaciones múltiples de Tukey identificó una diferencia significativa entre el grupo T3 y el grupo control, mientras que los grupos T1 y T2 no difirieron significativamente ni del control ni entre sí. Estos resultados sugieren que, en la etapa de crecimiento, una suplementación moderada con vitamina C (120–150 mg/kg de alimento) no afecta negativamente el desarrollo de los cuyes, mientras que una dosis elevada (250 mg/kg de alimento) podría limitar el crecimiento durante esta etapa.

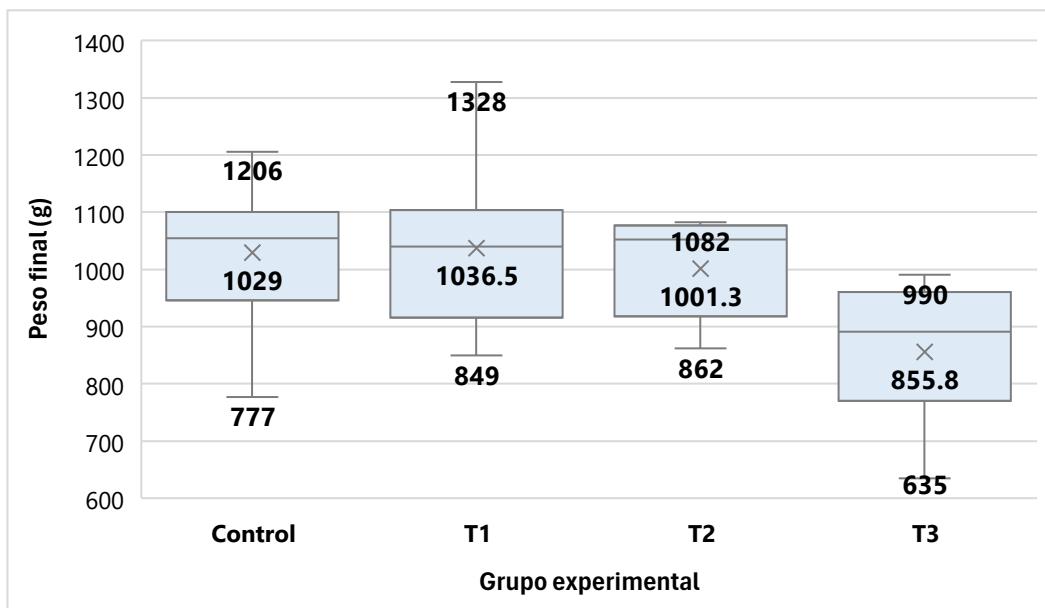
Durante la etapa de engorde (semanas 7 a 8), la prueba de ANOVA también mostró diferencias estadísticamente significativas en el peso promedio entre tratamientos ( $p = 0,009$ ). El grupo control alcanzó el mayor peso promedio ( $999,50 \pm 121,22$  g), seguido por T1 ( $980,95 \pm 132,22$  g), T2 ( $958,25 \pm 83,88$  g) y T3 ( $834,05 \pm 104,12$  g). Según la prueba de Tukey, el grupo T3 fue significativamente inferior al grupo control ( $p = 0,011$ ) y al grupo T1 ( $p = 0,020$ ), mientras que T2 no mostró diferencias significativas con ninguno de los otros tratamientos, ubicándose en un punto intermedio. Estos resultados confirmaron que una suplementación con 250 mg de vitamina C (T3) afecta negativamente el peso en la fase de engorde, mientras que las dosis de 120 mg (T1) y 150 mg (T2) mantienen un desempeño equivalente al del grupo control.

**Tabla 3.** Peso final (semana 8) de los cuyes por grupo experimental (n = 10 por grupo)

Grupo experimental	Peso final ± DE (g)
T0 (Control)	1029,00 ± 123,31 <sup>a</sup>
T1 (120 mg Vit. C)	1036,50 ± 135,84 <sup>a</sup>
T2 (150 mg Vit. C)	1001,30 ± 89,53 <sup>a</sup>
T3 (250 mg Vit. C)	855,80 ± 115,82 <sup>b</sup>

DE = desviación estándar. Los valores corresponden al peso corporal registrado al final del estudio (semana 8). Letras superíndice distintas (a, b) en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, determinadas mediante la prueba de ANOVA seguido de la prueba post hoc de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Al finalizar la semana 8, se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso final entre los tratamientos ( $p = 0,004$ ) mediante ANOVA. La prueba post hoc de Tukey, con validación por bootstrap, mostró que el grupo que recibió 250 mg de vitamina C (T3) presentó un peso final significativamente menor ( $855,80 \pm 115,82$  g) en comparación con los grupos control ( $1029,00 \pm 123,31$  g), T1 ( $1036,50 \pm 135,84$  g) y T2 ( $1001,30 \pm 89,53$  g). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos control, T1 y T2. Estos resultados muestran que una alta dosis de vitamina C (250 mg) puede tener un efecto adverso sobre el crecimiento de los cuyes, mientras que las dosis de 120 y 150 mg permiten mantener un rendimiento similar al de la dieta convencional.



**Gráfico 2.** Distribución del peso final (g) de los cuyes según grupo experimental.

En el gráfico 2 se observa que el grupo T3 (250 mg Vit. C) presentó los valores más bajos, con una media y rango inferior a los de los otros grupos, reflejando el efecto negativo de la mayor dosis de vitamina C sobre el crecimiento. En cambio, los grupos T1, T2 y el control mostraron medias más elevadas y distribuciones similares entre sí, lo que coincide con la ausencia de diferencias significativas entre ellos según la prueba de Tukey.

#### 4.1.2. Discusión sobre el peso vivo

En el presente estudio la variable peso vivo fue evaluada de forma semanal, así como por etapas (crecimiento y engorde) y al final del estudio (peso final), con el fin de determinar el impacto de la suplementación con bloques nutricionales enriquecidos con diferentes dosis de vitamina C (120, 150 y 250 mg/kg de alimento) en comparación con una dieta basada en forraje verde. Los resultados indicaron que La suplementación con 120 mg/kg de vitamina C mantuvo un peso final de 1036,5  $\pm$  135,8 g, sin diferencias significativas respecto al control (1029,0  $\pm$  123,3 g). En cambio, 250 mg/día (T3) redujo el peso final (855,8  $\pm$  115,8 g;  $p < 0,05$ ), efecto que se replicó en los promedios semanales y por etapas. En la etapa de crecimiento, el

control fue mayor ( $668,1 \pm 69,9$  g) y T3 el menor ( $568,4 \pm 34,4$  g;  $p = 0,013$ ). En engorde, T1 ( $980,9 \pm 132,2$  g) y el control ( $999,5 \pm 121,2$  g) se mantuvieron similares, mientras que T3 ( $834,0 \pm 104,1$  g) fue inferior.

Los resultados observados se explican debido a que, los cuyes carecen de la enzima gulonolactona oxidasa, lo que les impide sintetizar la vitamina C de forma endógena, dependiendo totalmente del aporte de la dieta (Mortensen et al., 2013; Levine et al., 2020). En dosis moderadas, esta vitamina sostiene funciones clave: mejora la capacidad antioxidante, aumenta la actividad de la glutatión peroxidasa y reduce el daño oxidativo, protegiendo los lípidos, proteínas y ADN del estrés oxidativo (Cadenas et al., 1994). Además, bajo condiciones fisiológicas normales, esta vitamina favorece el crecimiento (Shang et al., 2002), mantiene niveles séricos adecuados durante deficiencias dietéticas (Kabir y Ahmad, 1985) y contribuye a la integridad estructural de los vasos sanguíneos mediante la síntesis de colágeno (Mahmoodian y Peterkofsky, 1999). Por el contrario, su deficiencia puede causar alteraciones intestinales que comprometen la absorción de nutrientes (Dulloo et al., 1981). En cambio, el efecto contraproducente observado en dosis elevadas de esta vitamina podría deberse a que, como se ha demostrado, el consumo excesivo de la vitamina C (mayor a 600 mg/día) produce alteraciones renales (aumento significativo de creatinina y urea sérica), desequilibrio electrolítico, cambios hematológicos (aumentos significativos en valores de la serie roja y blanca) debido a una posible respuesta inflamatoria sistémica (Otanwa et al., 2023); efectos que resultarían coherentes con el rendimiento observado en el T3 (250 mg/kg); sin embargo, la confirmación se debería realizar mediante el análisis de biomarcadores hematológicos y bioquímicos.

Los resultados del presente estudio concuerdan con los hallazgos reportados por Linares Cubas (2023), quien evaluó cuyes de la raza Perú alimentados con alfalfa, concentrado y vitamina C administrada de forma oral en dosis de 120 y 130 mg/cuy/día, encontrando que el grupo al que se le administró 130 mg alcanzó el mayor peso final (1176,58 g), superando al grupo control (1118,03 g), aunque en su caso, encontró que en los grupos a los que se les suministró la vitamina, la conversión alimenticia fue menos eficiente, lo que pudo deberse al estrés inducido por la administración oral diaria. Sin embargo, los resultados son comparables a los del presente estudio, donde el grupo T1 (120 mg) logró un peso final similar al control, sin necesidad de manipulación directa. Asimismo, los resultados coinciden con los obtenidos por Ortíz Núñez (2021) en un estudio de menor duración (12 días), quien observó que los cuyes suplementados con 120 mg de vitamina C por cada kilogramo de concentrado lograron pesos mayores (602,44 g) que los que recibieron dosis menores. Aunque la duración de ese estudio fue limitada, sus resultados coinciden en señalar que la respuesta a la vitamina C sigue un patrón dependiente de la dosis, en la que el rendimiento óptimo se encuentra en 120 mg/kg de alimento. En conjunto, estos estudios, y los resultados del presente, apoyan la hipótesis de una curva dosis–respuesta no lineal, donde rangos intermedios resultan más eficientes que dosis elevadas de vitamina C.

Al respecto, se conoce que la dosis de vitamina C recomendada en cuyes es de 200 mg/kg de alimento (NRC, 1995), aunque existen varios estudios que muestran variaciones en esta dosis, de acuerdo a su presentación y la unidad de medición, indicando valores que van de 10 – 20 mg/kg de peso vivo (Quijandría, 1988) o dosis generales de 7 mg/ cuy/día (Hidalgo et al., 1995). Sin embargo, no existe un consenso sobre la dosis de esta vitamina en cuyes, por lo que existen estudios en los que se han probado dosis de hasta 1100 mg/kg de alimento (Silva

Sánchez et al., 2015), teniendo en cuenta que utilizaron vitamina C protegida/estabilizada. La vitamina C simple (ácido ascórbico/ascorbato) aporta casi el 100% de actividad, pero es inestable en piensos y agua, por lo que puede perder hasta el 20% durante el proceso de peletizado y retener menos del 50% de actividad a las 6 semanas de almacenamiento (Eva et al., 1976). Por otro lado, las formas protegidas o estabilizadas (ascorbil-mono/polifosfato o microencapsulada) resisten mejor estos procesos y almacenamiento, logrando retener hasta el 90% en dietas peletizadas; sin embargo, la cantidad de vitamina C presente en 100g de vitamina protegida es de apenas el 35% (Camino y Hidalgo, 2014), llegando a variar entre diferentes marcas comerciales. Por esta razón, al realizar comparaciones entre estudios, se deberían estandarizar las equivalencias de vitamina C, con la limitante de que no siempre se especifica la forma de presentación de vitamina, el cálculo de acuerdo a la pureza del producto o las pérdidas esperadas por la elaboración y almacenamiento. En el presente estudio, se deben tener en cuenta las limitaciones propias de su diseño, partiendo del hecho que se realizó durante ocho semanas y solamente en cuyes machos, sin una cuantificación de perfiles hematológicos y bioquímicos; por lo que la atribución del menor peso en T3 debido a una sobredosificación es una hipótesis no confirmada.

En síntesis, la suplementación con 120 mg de vitamina C en bloques nutricionales permitió alcanzar pesos comparables a los obtenidos por el sistema tradicional con forraje verde, lo cual representa una alternativa práctica y eficiente para su uso en zonas con escasez estacional de forraje o en lugares en donde la crianza se practique bajo sistemas semi intensivos. Además, al no requerir de administración oral directa, se podría reducir el estrés a los animales. Sin embargo, los efectos observados en el peso de los animales del grupo T3 advierten sobre posibles riesgos de sobredosificación y la necesidad de establecer límites seguros.

## 4.2. Ganancia de peso

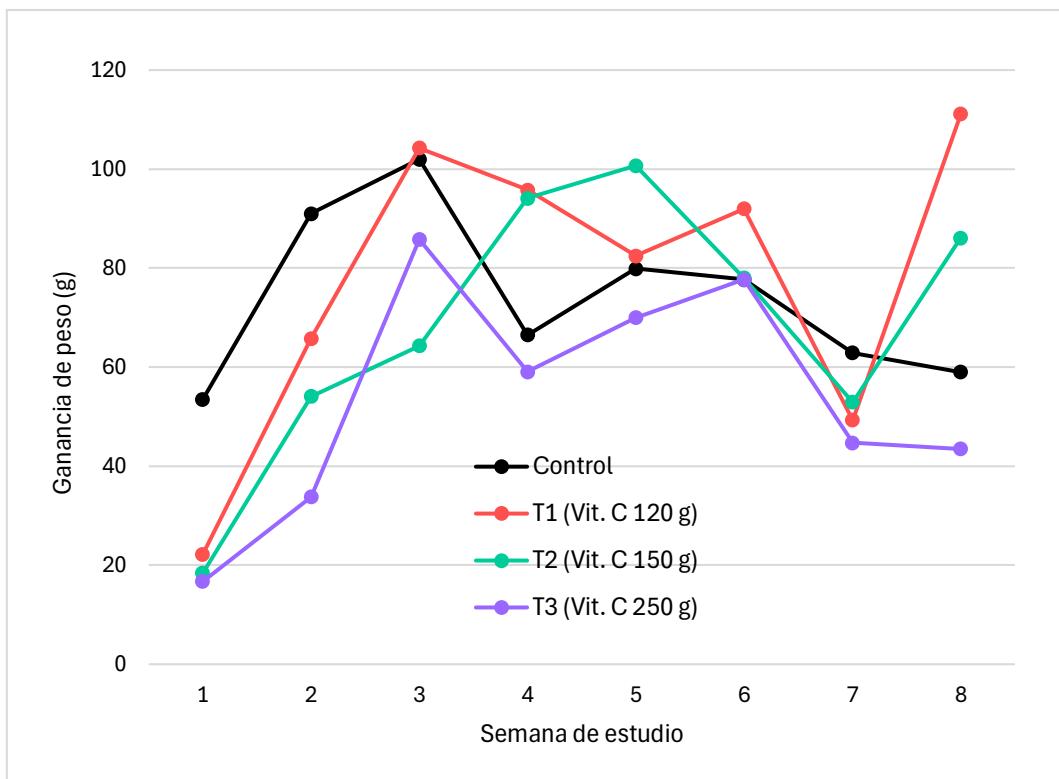
### 4.2.1. Presentación de resultados de ganancia de peso

**Tabla 4.** Ganancia de peso (g) promedio de los cuyes por grupo experimental durante el periodo de estudio (n = 10 por grupo)

Tratamiento	Semana								Promedio ± DE
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>T0 (Control)</b>	53,5	91	102	66,5	79,9	77,7	62,9	59	<b>74,06 ± 13,88<sup>a</sup></b>
<b>T1 (Vit. C 120 g)</b>	22,2	65,8	104,3	95,8	82,5	92	49,3	111,1	<b>77,88 ± 13,67<sup>a</sup></b>
<b>T2 (Vit. C 150 g)</b>	18,4	54,1	64,3	94,1	100,7	78	52,9	86,1	<b>68,58 ± 12,44<sup>ab</sup></b>
<b>T3 (Vit. C 250 g)</b>	16,7	33,8	85,8	59,1	70	77,7	44,7	43,5	<b>53,91 ± 17,45<sup>b</sup></b>

Nota: DE = desviación estándar. Los valores corresponden a la ganancia de peso promedio de los cuyes durante las 8 semanas del estudio (n = 10 por grupo). Superíndices (a, b) en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, determinadas mediante ANOVA-RM seguido de la prueba post hoc de Tukey (p < 0,05).

El análisis de varianza de medidas repetidas aplicado a la ganancia de peso semanal mostró diferencias estadísticamente significativas tanto en el efecto del tiempo como del tratamiento. El efecto del tiempo fue altamente significativo ( $p < 0,001$ ), lo que indica que la ganancia de peso varió significativamente a lo largo de las semanas. Además, se encontró una interacción significativa entre semana y grupo ( $p = 0,004$ ), lo que sugiere que la evolución semanal de la ganancia de peso fue distinta según el tratamiento recibido. En cuanto al efecto del tratamiento (grupo experimental), también se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,004$ ), lo que indica que el tipo de suplementación tuvo un impacto general sobre la ganancia de peso promedio de los cuyes durante el periodo de estudio. La prueba de comparaciones múltiples de Tukey mostró que el grupo T3 (250 mg de vitamina C) obtuvo una ganancia de peso significativamente menor ( $53,91 \pm 17,45$  g) en comparación con el grupo T1 ( $77,88 \pm 13,67$ ) y el grupo control ( $74,06 \pm 13,88$ ), mientras que no se observaron diferencias significativas entre los demás tratamientos. Estos resultados refuerzan la evidencia de que una suplementación elevada con vitamina C (250 mg) puede limitar el crecimiento global de los cuyes, mientras que las dosis intermedias de 120 mg y 150 mg no mostraron diferencias significativas respecto a la dieta basada en forraje verde.



**Gráfico 3.** Evolución semanal de la ganancia promedio de peso (g) de los cuyes por grupo experimental.

El Gráfico 3 muestra la evolución de la ganancia semanal de peso de los cuyes según el tratamiento, evidenciando patrones que coinciden con el efecto significativo del tiempo y la interacción tratamiento–semana reportados en el ANOVA-RM. Durante las primeras semanas, todos los grupos presentan incrementos progresivos, destacando un ascenso marcado entre las semanas 2 y 4, periodo en el que se observan los primeros picos de ganancia. En esta fase, los tratamientos T1 (120 mg) y T2 (150 mg) muestran respuestas de crecimiento especialmente favorables, con valores que igualan o superan al grupo control. A partir de la semana 5, las trayectorias comienzan a diferenciarse con mayor claridad. El grupo control mantiene ganancias estables, mientras que T1 y T2 muestran variaciones, pero mantienen niveles de ganancia superiores a los de T3. Este último, correspondiente a la dosis de 250 mg de vitamina C, muestra un patrón más

irregular e inferior, ubicándose como el grupo de menor ganancia desde la segunda mitad del estudio. Entre las semanas 6 y 7, se aprecia una disminución general en todos los grupos; sin embargo, en la semana 8, T1 y T2 presentan una recuperación significativa de la ganancia de peso, alcanzando nuevamente valores superiores. En cambio, T3 muestra una recuperación mínima, manteniéndose como el grupo con el peor desempeño.

**Tabla 5.** Ganancia promedio de peso (g) de los cuyes por grupo experimental durante las etapas de crecimiento y engorde (n = 10 por grupo)

Grupo experimental	Peso promedio etapa de crecimiento ± DE (g)	Peso promedio etapa de engorde ± DE (g)
T0 (Control)	78,43 ± 16,48 <sup>a</sup>	60,95 ± 15,52 <sup>a</sup>
T1 (120 mg Vit. C)	77,10 ± 17,23 <sup>a</sup>	80,20 ± 10,44 <sup>b</sup>
T2 (150 mg Vit. C)	68,27 ± 16,83 <sup>ab</sup>	69,50 ± 7,06 <sup>ab</sup>
T3 (250 mg Vit. C)	57,18 ± 16,28 <sup>b</sup>	44,10 ± 40,02 <sup>ab</sup>

Nota: DE = desviación estándar. Los valores corresponden a la ganancia promedio de peso por semana durante cada etapa del estudio. Superíndices diferentes (a, b) en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos determinadas mediante ANOVA y prueba post hoc de Tukey ( $p < 0,05$ ) para la etapa de crecimiento y prueba post hoc de Games-Howell ( $p < 0,05$ ) para la etapa de engorde.

Durante la etapa de crecimiento (semanas 1 a 6), se observaron diferencias estadísticamente significativas en la ganancia promedio de peso entre los grupos experimentales ( $p = 0,027$ ) según ANOVA. El grupo control presentó la mayor ganancia promedio semanal ( $78,43 \pm 16,48$  g), seguido de T1 (120 mg Vit. C) con  $77,10 \pm 17,23$  g, y T2 (150 mg Vit. C) con  $68,27 \pm 16,83$  g. El grupo T3 (250 mg

Vit. C) registró la ganancia más baja ( $57,18 \pm 16,28$  g). La prueba post hoc de Tukey mostró que la única diferencia estadísticamente significativa se produjo entre los grupos control y T3 ( $p = 0,035$ ), mientras que las comparaciones entre los demás grupos no mostraron diferencias significativas. Los subconjuntos homogéneos de la prueba indicaron que T3 pertenece a un grupo estadísticamente distinto del control, mientras que T1 y T2 se posicionan como grupos intermedios sin diferencias significativas respecto al resto. Estos hallazgos indican que, durante la fase de crecimiento, una dosis elevada de vitamina C (250 mg) podría limitar el desarrollo semanal de los cuyes, en comparación con el régimen convencional, mientras que las dosis intermedias (120 y 150 mg) ofrecen un desempeño similar al grupo control.

Durante la etapa de engorde (semanas 7 y 8) la prueba de ANOVA mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales ( $p = 0,008$ ). La prueba de Levene indicó que no se cumplía el supuesto de homogeneidad de varianzas ( $p < 0,001$ ), por lo que se empleó la prueba post hoc de Games-Howell. El grupo T1 (120 mg Vit. C) mostró la mayor ganancia promedio semanal durante esta etapa ( $80,20 \pm 10,44$  g), seguido por T2 ( $69,50 \pm 7,06$  g), el grupo control ( $60,95 \pm 15,52$  g) y T3 (250 mg) con la ganancia más baja ( $44,10 \pm 40,02$  g). La prueba de Games-Howell mostró que la única diferencia estadísticamente significativa se produjo entre los grupos T1 y control ( $p = 0,023$ ), indicando que la suplementación con 120 mg de vitamina C fue más efectiva que la dieta convencional en esta fase final del crecimiento. No se observaron diferencias significativas entre los demás grupos, aunque el grupo T3 presentó la mayor dispersión, lo que podría haber reducido la potencia estadística en sus comparaciones.

En conjunto, los resultados muestran que la ganancia promedio de peso de los cuyes se vio afectada por el tipo de suplementación en ambas etapas. Durante la etapa de crecimiento, el grupo T3 (250 mg de vitamina C) mostró una ganancia significativamente menor respecto al control, mientras que en la etapa de engorde fue el grupo T1 (120 mg) el que alcanzó la mayor ganancia, superando significativamente al grupo control. Estas diferencias indican que dosis intermedias de vitamina C favorecen un mejor desempeño productivo, mientras que una suplementación elevada puede limitar la eficiencia del crecimiento.

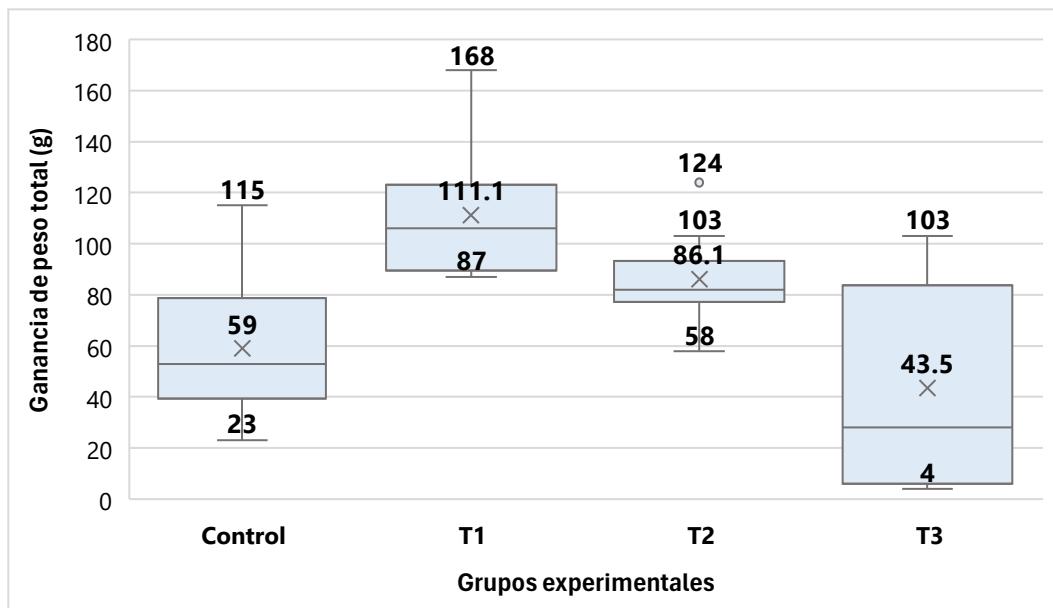
**Tabla 6.** Ganancia total de peso (g) de los cuyes por grupo experimental durante las 8 semanas de estudio (n = 10 por grupo)

Grupo experimental	Ganancia total ± DE (g)
T0 (Control)	592,50 ± 111,01 <sup>a</sup>
T1 (120 mg Vit. C)	623,00 ± 109,33 <sup>a</sup>
T2 (150 mg Vit. C)	548,60 ± 99,48 <sup>ab</sup>
T3 (250 mg Vit. C)	431,30 ± 139,61 <sup>b</sup>

DE = desviación estándar. Los valores corresponden a la ganancia total de peso (peso final - peso inicial) durante las 8 semanas del estudio. Superíndices diferentes (a, b) en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, determinadas mediante ANOVA de un factor seguido de la prueba post hoc de Tukey ( $p < 0,05$ ).

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la ganancia total de peso mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales ( $p = 0,004$ ). El análisis descriptivo con corrección por bootstrap evidenció diferencias notables en la ganancia total de peso entre los grupos experimentales.

El grupo T1 (120 mg de vitamina C) presentó la mayor ganancia total de peso (623,0  $\pm$  109,33 g), seguido por el grupo control (592,5  $\pm$  111,01 g) y T2 (150 mg; 548,6  $\pm$  99,48 g). El grupo T3 (250 mg) obtuvo la menor ganancia (431,3  $\pm$  139,61 g). La prueba de Tukey reveló diferencias estadísticamente significativas entre T3 y los grupos T1 y control, pero no entre los demás grupos. Estos resultados refuerzan el patrón observado en los análisis semanales y por etapa, que indican que una suplementación moderada de vitamina C (120 mg) favorece el desarrollo en general, mientras que una dosis elevada (250 mg) tiende a limitar el crecimiento en los cuyes.



**Gráfico 4.** Distribución de la ganancia de peso total (g) de los cuyes según grupo experimental.

El gráfico 4 muestra la distribución de la ganancia total de peso por grupo experimental. Se observa que el grupo T1 (120 mg de vitamina C) presentó la mayor media y menor dispersión relativa, lo que indica un efecto positivo y consistente del tratamiento. En contraste, el grupo T3 (250 mg) tuvo la media más baja y una alta variabilidad, evidenciando una respuesta heterogénea y en general menos favorable al incremento de peso. El grupo T2 (150 mg) presentó una ganancia intermedia, con una distribución más compacta y una media cercana a 86 g. Por su

parte, el grupo control mostró una media inferior a la de T1 y T2, con un amplio rango intercuartílico y presencia de valores extremos, reflejando mayor variabilidad individual. En conjunto, el gráfico respalda los resultados del ANOVA y la prueba post hoc de Tukey, sugiriendo que la suplementación con 120 mg de vitamina C optimiza la ganancia total de peso, mientras que una dosis elevada de 250 mg compromete el rendimiento.

#### 4.2.2. Discusión sobre la ganancia de peso

La variable ganancia de peso fue evaluada de manera semanal, por etapas (crecimiento y engorde) y en total. Durante el periodo total de estudio, la mayor ganancia de peso fue registrada por el grupo T1 (120 mg de vitamina C), con  $623,00 \pm 109,33$  g, seguida por el grupo control ( $592,50 \pm 111,01$  g) y el grupo T2 ( $548,60 \pm 99,48$  g), mientras que el grupo T3 (250 mg) mostró la menor ganancia de peso ( $431,30 \pm 139,61$  g), con diferencias significativas respecto al grupo T1 y control ( $p < 0,05$ ). El análisis realizado durante las etapas de crecimiento (semana 1 a 6) mostró que el grupo control alcanzó la mayor ganancia promedio semanal ( $78,43 \pm 16,48$  g), seguido de cerca por el grupo T1 ( $77,10 \pm 17,23$  g), sin diferencias estadísticas significativas entre ambos. En cambio, el grupo T3 mostró la menor ganancia de peso en esta etapa ( $57,18 \pm 16,28$  g), mostrando diferencias significativas con el grupo control y T1. En la etapa de engorde (semanas 7 y 8), el grupo T1 superó significativamente al grupo control con una ganancia promedio de  $80,20 \pm 10,44$  frente a  $60,95 \pm 15,52$  g ( $p < 0,05$ ), evidenciando un efecto positivo de la suplementación de vitamina C durante la fase de engorde.

Los resultados obtenidos en la presente investigación son comparables con los hallazgos reportados por Quisbert et al. (2022), quienes reportaron una ganancia diaria promedio de 6,15 g con 300 mg/kg de vitamina C en concentrado, mientras

que dosis mayores (600 mg) no mejoraron el rendimiento. Este patrón se asemeja al encontrado en el presente estudio, en donde las dosis intermedias de vitamina C fueron superiores a las dosis altas, sugiriendo la existencia de un umbral óptimo de eficiencia fisiológica. Del mismo modo, Machaca Vargas (2017) encontró que una dosis de 20 mg/cuy/día de vitamina C produjo la mayor ganancia neta (603,5 g) y que incrementos posteriores no ofrecieron ventajas adicionales, confirmando la existencia de una curva de respuesta no lineal. Asimismo, en el estudio de Ortíz Núñez (2021), se observó que 120 mg/kg de concentrado fue el tratamiento más efectivo que dosis menores en términos de ganancia de peso; apoyando la premisa de un punto óptimo de suplementación. Las similitudes observadas entre estos estudios pueden explicarse por las funciones fisiológicas de vitamina C, que actúa como un cofactor en la síntesis de colágeno (Jara et al., 2022) y como un potente antioxidante capaz de reducir el estrés oxidativo (Cadenas et al., 1994), propiedades que influyen directamente en la eficiencia del crecimiento (Shang et al., 2002). Por otro lado, como se ha mencionado anteriormente, un exceso de vitamina C puede generar un entorno prooxidante, disminuir la actividad enzimática mitocondrial o alterar la microbiota intestinal, comprometiendo la digestión del alimento (Cadenas et al., 1994; Otanwa et al., 2023). Este fenómeno podría explicar la menor ganancia de peso observada en el grupo T3.

Los resultados observados demuestran que la suplementación con 120 mg de vitamina C en bloques nutricionales puede llegar a optimizar la ganancia de peso en cuyes, superando incluso al sistema tradicional con forraje verde. En cambio, dosis elevadas como la de 250 mg usada en este estudio no solo no aporta beneficios, sino que podría afectar negativamente el rendimiento. El método de suplementación usado en el presente estudio demuestra ser eficaz y práctico para mejorar la productividad en condiciones controladas.

### 4.3. Consumo de alimento

#### 4.3.1. Resultados de consumo de alimento

**Tabla 7.** Consumo de alimento en base a materia seca (MS) promedio de los cuyes por grupo experimental durante el periodo de estudio (n = 10 por grupo)

Tratamiento	Semana								Promedio ± DE
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>T0 (Control)</b>	186,16	212,28	250,02	293,52	321,76	355,16	386,70	411,98	<b>302,20 ± 81,70<sup>c</sup></b>
<b>T1 (Vit. C 120 g)</b>	162,09	172,89	198,38	229,77	264,71	299,45	309,48	325,88	<b>245,33 ± 63,84<sup>a</sup></b>
<b>T2 (Vit. C 150 g)</b>	129,49	147,12	182,12	220,77	250,79	282,75	310,93	336,90	<b>232,61 ± 76,05<sup>ab</sup></b>
<b>T3 (Vit. C 250 g)</b>	130,63	148,89	181,07	207,47	228,09	254,02	290,79	299,44	<b>217,55 ± 62,35<sup>b</sup></b>

Nota: DE = desviación estándar. Los valores corresponden a las medias de consumo de alimento (MS) semanal por grupo experimental (n = 10). Superíndices diferentes (a, b) en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos determinadas mediante ANOVA-RM seguido de la prueba post hoc de Tukey (p < 0,05).

El análisis de varianza de medidas repetidas aplicado al consumo semanal de alimento expresado en base a materia seca (MS) (Tabla 7) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos experimentales. El efecto del tratamiento fue altamente significativo ( $F = 29,291$ ;  $p < 0,001$ ), lo que nos indica que el consumo no fue homogéneo entre los grupos y que la respuesta fue dependiente de la concentración de vitamina C incorporada en los bloques nutricionales. Las comparaciones múltiples ajustadas mediante el método de Holm mostraron diferencias entre el grupo control y los grupos suplementados con la vitamina C. El grupo control consumió más materia seca que todos los tratamientos con vitamina C ( $p < 0,001$ ), lo que demuestra que cualquier nivel de suplementación redujo el consumo de materia seca respecto a la dieta basada exclusivamente en alfalfa fresca. Al evaluar las diferencias entre los tratamientos suplementados con vitamina C, no se observaron diferencias significativas entre T1 (120 mg) y T2 (150 mg) ( $p = 0,256$ ), lo que indica un efecto similar de ambas dosis sobre la ingesta de materia seca; sin embargo, el tratamiento T3 (250 mg) mostró una reducción significativamente mayor del consumo de materia seca en comparación con T1 ( $p = 0,02$ ) y T2 ( $p = 0,001$ ) ubicándose como el grupo con la menor ingesta registrada. Estos resultados indican que la suplementación con vitamina C a dosis de 250 mg reduce de forma significativa el consumo de materia seca en los cuyes.

#### 4.4. Conversión alimenticia

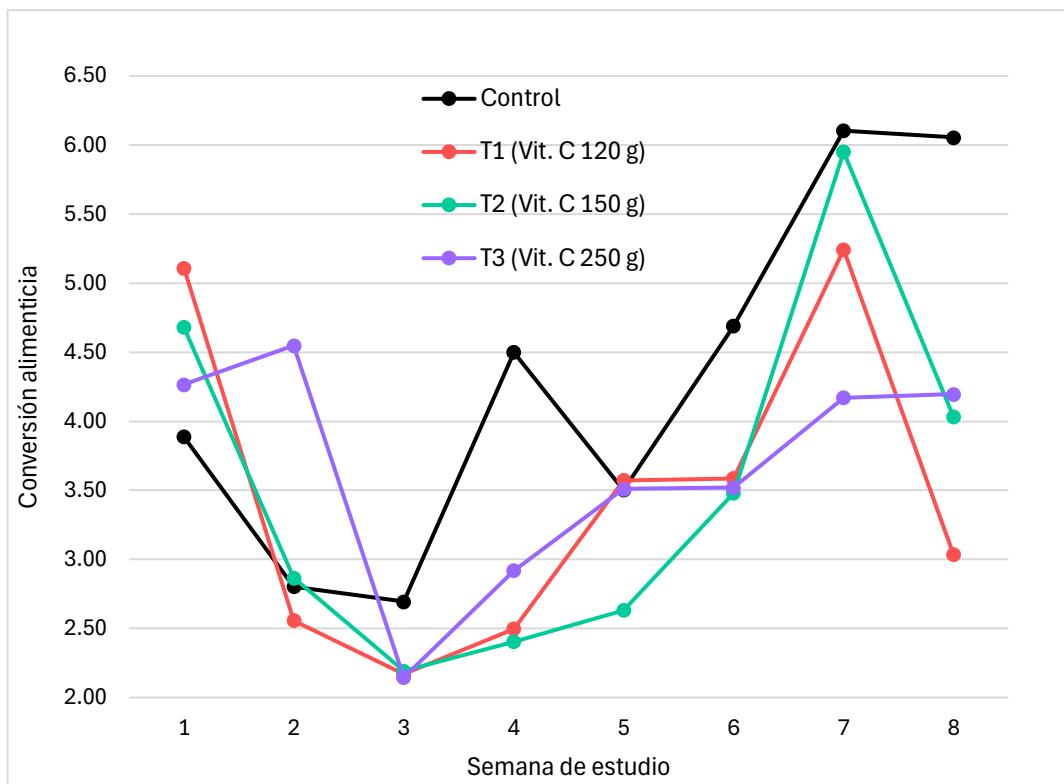
##### 4.4.1. Resultados de conversión alimenticia

**Tabla 8.** Conversión alimenticia promedio de los cuyes por grupo experimental durante el periodo de estudio (n = 10 por grupo)

Tratamiento	Semana								Promedio ± DE
	1	2	3	4	5	6	7	8	
T0 (Control)	3,89	2,80	2,70	4,50	3,50	4,69	6,10	6,05	<b>4,28 ± 0,61<sup>b</sup></b>
T1 (Vit. C 120 g)	5,11	2,56	2,17	2,50	3,57	3,59	5,24	3,04	<b>3,47 ± 0,35<sup>a</sup></b>
T2 (Vit. C 150 g)	4,68	2,86	2,19	2,40	2,63	3,48	5,95	4,03	<b>3,53 ± 0,24<sup>a</sup></b>
T3 (Vit. C 250 g)	4,27	4,55	2,15	2,92	3,51	3,52	4,17	4,20	<b>3,66 ± 0,43<sup>a</sup></b>

Nota: DE = desviación estándar. Los valores corresponden a las medias de la conversión alimenticia semanal por grupo experimental (n = 10). Superíndices diferentes (a, b) en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos determinadas mediante ANOVA-RM seguido de la prueba post hoc de Tukey (p < 0,05).

El análisis de varianza de medidas repetidas aplicado a la conversión alimenticia semanal evidenció diferencias estadísticamente significativas tanto en el efecto del tiempo como del tratamiento. Se observó un efecto significativo del tiempo ( $p < 0,001$ ), indicando que la conversión alimenticia varió a lo largo de las semanas. Asimismo, se encontró una interacción significativa entre el tiempo y el grupo ( $p < 0,001$ ), lo cual sugiere que la evolución semanal de la conversión alimenticia fue distinta según el tratamiento administrado. En cuanto al efecto del tratamiento, también se observaron diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,001$ ). La prueba post hoc de Tukey mostró que el grupo control, alimentado exclusivamente con forraje verde, presentó una conversión alimenticia significativamente mayor (menos eficiente) en comparación con los grupos T1, T2 y T3 suplementados con bloques nutricionales ( $p < 0,05$ ). En conjunto, estos hallazgos indican que la suplementación con bloques nutricionales mejoró significativamente la eficiencia alimenticia de los cuyes, siendo el grupo T1 el que alcanzó la conversión más baja (3,47), frente al grupo control (4,27), lo que refleja un uso más eficiente del alimento.



**Gráfico 5.** Evolución semanal de la conversión alimenticia de los cuyes por grupo experimental.

El Gráfico 5 muestra la evolución semanal de la conversión alimenticia de los cuyes según el tratamiento, mostrando patrones que coinciden con el efecto significativo del tiempo y la interacción tratamiento–semana que se obtuvieron en el ANOVA-RM ( $p < 0,001$ ). Durante las primeras semanas, los grupos suplementados con vitamina C (T1, T2 y T3) presentan valores de conversión más bajos y estables en comparación con el grupo control, lo que indica una mayor eficiencia en el aprovechamiento del alimento. Esta tendencia se nota con mayor claridad en la semana 3, en la que los cuatro grupos alcanzan su mejor eficiencia. A partir de la semana 4, los grupos suplementados mantienen una conversión relativamente uniforme, mostrando ligeras fluctuaciones, mientras que el grupo control muestra un ascenso progresivo que se acentúa en las semanas finales. Entre las semanas 6 y 8, el grupo control alcanza los valores de conversión más altos,

indicando así una menor eficiencia alimenticia, mientras que T1 y T2 continúan mostrando un desempeño más favorable. El tratamiento T1, presenta los valores más bajos en varias semanas, lo que concuerda con su promedio final significativamente diferente respecto al control.

**Tabla 9.** Conversión alimenticia promedio (g/g) de los cuyes por grupo experimental durante las etapas de crecimiento y engorde (n = 10 por grupo)

Grupo experimental	Conversión alimenticia etapa de crecimiento ± DE (g)	Conversión alimenticia etapa de engorde ± DE (g)
T0 (Control)	3,68 ± 0,64 <sup>a</sup>	6,08 ± 1,22 <sup>a</sup>
T1 (120 mg Vit. C)	3,25 ± 0,43 <sup>ab</sup>	4,14 ± 0,64 <sup>b</sup>
T2 (150 mg Vit. C)	3,04 ± 0,30 <sup>b</sup>	4,99 ± 0,48 <sup>a</sup>
T3 (250 mg Vit. C)	3,48 ± 0,62 <sup>ab</sup>	4,18 ± 0,65 <sup>b</sup>

Nota: DE = desviación estándar. Los valores corresponden a la conversión alimenticia promedio (g de alimento consumido por g de peso ganado) por semana durante cada etapa del estudio. Letras superíndice distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Las diferencias en la etapa de crecimiento se determinaron mediante ANOVA y prueba post hoc de Tukey ( $p < 0,05$ ), mientras que en la etapa de engorde se utilizó ANOVA con la prueba post hoc de Games-Howell ( $p < 0,05$ ).

El análisis mediante ANOVA de un factor aplicado a los valores promedio de conversión alimenticia durante la etapa de crecimiento reveló diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p = 0,048$ ). Según la prueba post hoc de Tukey, el grupo T2 (150 mg de vitamina C) presentó una conversión alimenticia significativamente más eficiente ( $3,04 \pm 0,30$ ) en comparación con el grupo control ( $3,68 \pm 0,64$ ;  $p = 0,042$ ), siendo este el único contraste con diferencia

estadísticamente significativa. Los grupos T1 (120 mg) y T3 (250 mg) no difirieron significativamente ni del grupo control ni entre sí. Estos hallazgos sugieren que el uso de 150 mg de vitamina C en los bloques nutricionales optimizó la eficiencia alimenticia durante la etapa de crecimiento, mientras que dosis mayores o menores no ofrecieron una mejora significativa frente a la dieta basada exclusivamente en forraje verde.

Durante la etapa de engorde, la prueba de ANOVA mostró diferencias estadísticamente significativas en la conversión alimenticia entre los grupos experimentales ( $p < 0,001$ ), lo que indica que el tipo de dieta influyó en la eficiencia con que los cuyes convirtieron alimento en masa corporal en esta fase. Dado que no se cumplió el supuesto de homogeneidad de varianzas, se aplicó la prueba post hoc de Games-Howell. Esta prueba indicó que el grupo T1 (120 mg de vitamina C) mostró la mejor conversión alimenticia, significativamente superior a la del grupo control y grupo T2. El grupo T3 (250 mg de vitamina C) también presentó una conversión significativamente mejor que el grupo control y el grupo T2. El grupo T2 (150 mg de vitamina C) obtuvo una media intermedia que no difirió significativamente del grupo control. El grupo control (alimentado con forraje verde) mostró la peor eficiencia alimenticia, pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa frente a T2. Estos hallazgos indican que las dietas suplementadas con 120 mg o 250 mg de vitamina C mejoran significativamente la conversión alimenticia respecto a la dieta tradicional, mientras que la dosis intermedia de 150 mg mostró un rendimiento estadísticamente comparable al del grupo control bajo las condiciones del estudio.

#### 4.4.2. Discusión sobre conversión alimenticia

Se evaluó también la conversión alimenticia, calculada como la cantidad de alimento ingerido por unidad de peso ganado (g/g). Esta evaluación se realizó durante las 8 semanas de estudio y por etapas (crecimiento y engorde). Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos a lo largo del estudio. El grupo T1 (120 mg) mostró la mejor eficiencia alimenticia con un valor promedio de  $3,47 \pm 0,35$ , significativamente inferior al del grupo control ( $4,28 \pm 0,61$ ;  $p < 0,05$ ). Le siguieron T2 ( $3,53 \pm 0,24$ ) y T3 ( $3,66 \pm 0,43$ ), que también fueron estadísticamente diferentes al grupo control, superándolo en eficiencia, y sin mostrar diferencias significativas con el grupo T1. Este resultado indica que la inclusión de bloques nutricionales con vitamina C mejora la conversión alimenticia frente al uso exclusivo de forraje verde. Durante la etapa de crecimiento, el análisis estadístico realizado mostró una conversión alimenticia significativamente más eficiente en el grupo T2 ( $3,04 \pm 0,30$ ) en comparación con el grupo control ( $3,68 \pm 0,64$ ;  $p = 0,042$ ). En cambio, durante la etapa de engorde, fue el grupo T1 el que presentó la mejor conversión ( $4,14 \pm 0,64$ ), mostrando diferencias estadísticamente significativas frente al grupo control ( $6,08 \pm 1,22$ ) y frente a T2 ( $4,99 \pm 0,48$ ). En esta etapa, el grupo T3 mostró una conversión eficiente ( $4,18 \pm 0,65$ ), sin diferencias estadísticas con el grupo T1, superando al grupo control. Esto indica que, aunque el grupo T2 fue más eficiente durante la etapa de crecimiento, su desempeño disminuyó en la etapa de engorde, mientras que T1 mantuvo una eficiencia estable y superior en ambas fases. La evolución semanal de los valores de conversión alimenticia (Gráfico 4) muestran que los grupos T1, T2 y T3 mantuvieron una eficiencia estable durante las 8 semanas del estudio, a

diferencia del grupo control, que mostró un incremento en sus valores, alcanzando sus peores índices en las últimas semanas de estudio.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son consistentes con los obtenidos por Machaca Vargas (2017), quien reportó que el índice de conversión alimenticia mejoró al suplementar con vitamina C con niveles de 20-40 mg/cuy/día, mostrando valores de 8,73 y 9,19 frente a 11,39 en el grupo sin vitamina. Aunque los valores absolutos difieren del presente estudio por diferencias metodológicas (duración del estudio y tipo de dieta), se evidencia que dosis moderadas de vitamina C mejoran la conversión alimenticia. Del mismo modo, Quisbert et al. (2022) encontraron que los tratamientos con vitamina C (300 mg/kg de concentrado) presentaron mejor conversión alimenticia (7,62) con respecto al grupo control (9,45), aunque en su estudio los valores son más elevados, probablemente debido a la exclusión de forraje y a las características del alimento base, los resultados que mostraron que los grupos suplementados con vitamina C fueron más eficientes que el grupo control, son similares a los observados en el presente estudio. Otro estudio que observó mejoras en la conversión alimenticia tras la administración oral de vitamina C oral (3,69 g) fue el de Córdova Crisanto (2019), quien observó un valor de 3,69, muy cercano al valor de T1 del presente estudio (3,47). Sin embargo, en su caso, la mejora fue vinculada no solo a la vitamina C, sino al espacio vital disponible, demostrando la importancia del manejo del ambiente en la eficiencia alimenticia. En cambio, el estudio realizado por Linares Cubas (2023) se reportó una conversión alimenticia más eficiente en el grupo control (4,0) a diferencia de los grupos suplementados con 120 y 130 mg de vitamina C (4,7 y 5,0, respectivamente), lo que fue atribuido al estrés generado por la suplementación oral diaria de la vitamina. Este aspecto destaca una ventaja del presente estudio, ya que

mediante el uso de bloques nutricionales se evitó la manipulación diaria, permitiendo evaluar el efecto neto de la suplementación, sin provocar estrés al animal. Por su parte, Tarazona Ahuite (2011) no encontró diferencias significativas en la conversión alimenticia de cuyes suplementados con dosis de vitamina C de 200 y 300 mg, lo que sugiere que, a partir de ciertos niveles de suplementación, los beneficios sobre la eficiencia se estabilizan, patrón que coincide con el observado en el presente estudio. La evidencia acumulada indica que la vitamina C es un factor que mejora la conversión alimenticia de cuyes suplementados, lo cual puede explicarse debido a su rol clave en el funcionamiento óptimo del aparato digestivo y la absorción de nutrientes (Otanwa et al., 2023). Además, como se ha indicado anteriormente, la suplementación con vitamina C aumenta la capacidad antioxidante global en los cuyes, reduciendo el daño oxidativo en el hígado (Cadenas et al., 1994). Este efecto antioxidante beneficia la salud general del animal, lo que es vital para una correcta digestión y absorción de nutrientes. Asimismo, una ingesta excesiva de esta vitamina puede reducir la eficiencia en la absorción y provocar trastornos gastrointestinales (Nelson et al., 1978). Por otro lado, se ha demostrado que el alimento concentrado es rico en proteínas y carbohidratos, lo que hace que aumente su disponibilidad de energía en comparación con los forrajes (Claffey et al., 2018), que suelen tener un alto contenido de fibra y dificulta la digestión y absorción de nutrientes (Tacuri-Lalbay et al., 2024). Los forrajes como la alfalfa y el heno de avena proporcionan fibra esencial, pero es posible que no satisfagan las demandas energéticas de los cuyes en crecimiento (Huanca et al., 2024). Esto explicaría la menor conversión alimenticia observada en el grupo alimentado con forraje en comparación con los grupos de concentrado suplementado con vitamina C.

Los resultados obtenidos tras el análisis de la conversión alimenticia muestran que la suplementación con bloques nutricionales enriquecidos con vitamina C puede mejorar con diferencia la eficiencia alimenticia de los cuyes, especialmente cuando se utilizan dosis de 120 a 150 mg. Esta mejora no solo tiene implicancias nutricionales y fisiológicas al optimizar la relación entre el consumo de alimento y el crecimiento, sino también puede representar un beneficio económico, al reducir el costo por kilogramo producido. Además, esta estrategia de alimentación puede representar una alternativa viable en sistemas de producción con limitaciones de forraje, manteniendo un alto desempeño productivo.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

1. La suplementación con bloques nutricionales enriquecidos con vitamina C en dosis de 120 mg/ kg de alimento permitió obtener un óptimo desempeño productivo en cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde, logrando pesos finales y ganancias de peso comparables o superiores al sistema tradicional basado en forraje verde, con una mejor conversión alimenticia.
2. Durante la etapa de crecimiento los grupos control y T1 (120 mg de vitamina C) mostraron una ganancia de peso promedio similar, mientras que, durante la etapa de engorde, el grupo T1 superó al control, evidenciando un efecto positivo de la suplementación con vitamina C en esa etapa.
3. Con respecto a la conversión alimenticia, se observó una mejor eficiencia en los grupos suplementados con vitamina C, especialmente con las dosis de 120 y 150 mg, tanto en la etapa de crecimiento como en la de engorde, lo que indica que los bloques nutricionales enriquecidos con vitamina C muestran un mejor aprovechamiento del alimento.
4. La dosis más alta de vitamina C (250 mg/kg de alimento) afectó negativamente el peso vivo y la ganancia de peso; sin embargo, no se evidenció un efecto negativo en la conversión alimenticia. Esto sugiere la existencia de un umbral fisiológico óptimo para la suplementación de esta vitamina.
5. El uso de bloques nutricionales enriquecidos con vitamina C representa una alternativa eficiente y práctica para la suplementación en cuyes, especialmente en sistemas semi intensivos o donde exista escasez de forraje verde, permitiendo optimizar la productividad sin comprometer el bienestar animal.

## **CAPÍTULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda la utilización de bloques nutricionales suplementados con 120 mg de vitamina C en sistemas de producción semi intensiva como estrategia eficiente para mejorar el rendimiento productivo en cuyes.

Evitar el uso de dosis elevadas de vitamina C (por encima de 250 mg) ya que podrían ocasionar efectos adversos sobre el crecimiento y la ganancia de peso, sin aportar beneficios adicionales.

En sistemas con acceso limitado o estacional de forraje, se sugiere la implementación de bloques nutricionales como alternativa alimenticia viable, en especial en fases críticas como la etapa de crecimiento y engorde, donde se ha mostrado una mayor respuesta a la suplementación.

Para estudios futuros, se recomienda evaluar biomarcadores fisiológicos y metabólicos, como indicadores de función hepática o perfil hematológico, con el fin de profundizar en los mecanismos fisiológicos asociados al efecto de la vitamina C.

Se recomienda realizar estudios complementarios que comparan diferentes tipos de presentación de vitamina C (protegida, liposomada, microencapsulada) para optimizar su eficacia nutricional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Águila, R. (2020) *La incomprendida conversión alimenticia*. Disponible en: <https://www.porcicultura.com/destacado/La-incomprendida-conversion-alimenticia> (Accedido: 10 de enero de 2025).
- Balocchi, O. (2007) *Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo*. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/281041644>.
- Benítez-González, E.E., Chamba-Ochoa, H.R., Calderón-Abad, Á.E. y Cordero-Salazar, F.B. (2019) *Evaluación de bloques nutricionales en la alimentación de cobayos (Cavia porcellus) en etapas de crecimiento y engorde*, *Journal of the Selva Andina Animal Science*. Journal of the Selva Andina Animal Science. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2311-25812019000200005&lng=es&nrm=iso&tlang=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812019000200005&lng=es&nrm=iso&tlang=es) (Accedido: 7 de agosto de 2023).
- Benito, D., Vergara, V., Chauca, L. y Remigio, R. (2008) *Evaluación de diferentes niveles de vitamina C en cuyes raza Perú PPC durante su lactancia*. Lima, Perú. Disponible en: <https://repositorio.inia.gob.pe/items/0fd78979-bb3f-4800-a79a-231a6ae60736> (Accedido: 10 de enero de 2025).
- Bondi, A. (1989) *Nutrición animal*. Acribia. 125 p.
- Cadenas, S., Rojas, C., Pérez-Campo, R., López-Torres, M. y Barja, G. (1994) «Effect of Dietary Vitamin C and Catalase Inhibition on Antioxidants and Molecular Markers of Oxidative Damage in Guinea Pigs», *Free Radical Research*, 21(2), pp. 109-118. Disponible en: <https://doi.org/10.3109/10715769409056562>.
- Camino, J. y Hidalgo, V. (2014) «Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde», *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(2), pp. 190-197. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609)

91172014000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=pt (Accedido: 28 de mayo de 2025).

Caycedo Vallejo, A.J. (2000) *Experiencias investigativas en la producción de cuyes: contribución al desarrollo técnico de la explotación*. Editado por Universidad de Nariño, Vicerrectoría de Investigaciones Posgrados y Relaciones Internacionales, y Facultad de Ciencias Pecuarias.

Chauca de Zaldívar, L. (1997) *Producción de cuyes (Cavia porcellus)*. Editado por Food & Agriculture Org. Disponible en: <https://www.fao.org/4/w6562s/w6562s01.htm> (Accedido: 10 de enero de 2025).

Chauca, L., Muscari, J. y Higaonna, R. (2005) *INFORME FINAL Sub Proyecto: "Generación de Líneas mejoradas de cuyes de alta productividad" INIA-INCAGRO*. Lima.

Cisneros, R. (2017) *Suplementación de bloques nutricionales en el crecimiento y acabado de cuyes machos (Cavia porcellus) de línea Perú - Ayacucho, 2750 m.s.n.m.*

Claffey, N.A., Fahey, A.G., Gkarane, V., Moloney, A.P., Monahan, F.J. y Diskin, M.G. (2018) «Effect of forage to concentrate ratio and duration of feeding on growth and feed conversion efficiency of male lambs», *Translational Animal Science*, 2(4), pp. 419-427. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/TAS/TXY071>.

Córdova Crisanto, R.E. (2019) *Efecto de la suplementación de vitamina C oral en cuyes (Cavia porcellus) sometidos a reducción del espacio vital sobre los parámetros productivos*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.

Dulloo, R.M., Majumdar, S., Chakravarti, R.N., Mehta, S.K. y Mahmood, A. (1981) «Effect of Vitamin C Deficiency in Guinea Pigs on Intestinal Functions and Chemical Composition of Brush Border Membrane», *Annals of Nutrition and Metabolism*, 25(4), pp. 213-220. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000176497>.

- Eva, J.K., Fifield, R. y Rickett, M. (1976) «Decomposition of supplementary vitamin C in diets compounded for laboratory animals», *Laboratory Animals*, 10(2), pp. 157-159. Disponible en: <https://doi.org/10.1258/002367776781071440>.
- Fernández, G., San Martín, F. y Escurra, E. (1997) «Uso de bloques nutricionales en la suplementación de ovinos al pastoreo», *Rev Inv Pec IVITA*, Vol. 8. Disponible en: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/brevistas/veterinaria/v08\\_n1/pdf/a04.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/brevistas/veterinaria/v08_n1/pdf/a04.pdf) (Accedido: 1 de agosto de 2023).
- Flórez, J., Armijo, J.A. y Mediavilla, Á. (1997) «Vitaminas liposolubles e hidrosolubles», en *Farmacología humana*. Tercera edición, pp. 991-1005.
- Gil, V. (2007) *Importancia del cuy y su competitividad en el mercado*.
- Guamán Juela, N.A. (2022) *Efecto de la adición de diferentes dosis de vitamina c (Ácido ascórbico) en cuyes (Cavia porcellus) de la raza perú en las etapas de gestación y lactancia en el cantón Pablo Sexto*. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Macas - Ecuador.
- Guevara, J., Lozano, V.H. y Valenzuela, J. (2014) «Evaluación de dos niveles de vitamina c en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento sin forraje verde», *Anales Científicos*, 75(2), pp. 471-474. Disponible en: <https://doi.org/10.21704/AC.V75I2.988>.
- Guillermo, C.A., Petruzzi, H.J., Stritzler, N.P., Ferri, C.M., Pagella, T.V. y Rabotnikof, C.M. (2005) *Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización del horno a microondas*. Disponible en: [https://produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/43-uso\\_microondas\\_ms.pdf](https://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/43-uso_microondas_ms.pdf) (Accedido: 10 de enero de 2025).
- Hidalgo, V., Moreno, A., Cabrera, P. y Montes, T. (1995) «Crianza de Cuyes: Programa de Investigación en Carnes», *Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú*.
- Horton, R., Moran, L., Scrimgeour, G., Perry, M. y Rawn, D. (2008) *Principios de Bioquímica*. Cuarta edición. 340 p.

- Huanca, B.R., Higuera, M.A.C., Machaca, R.S., Aruquipa, J.E.R. y Betancur, H.N.C. (2024) «Fibrous concentrate on the productive and reproductive performance of guinea pigs in family -commercial breeding in the Andes», *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 23(4), pp. 661-671. Disponible en: <https://doi.org/10.5965/223811712342024661>.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA (2011) *Dirección De Extensión Agraria Programa Nacional De Medios Y Comunicación Técnica*. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/raza/cuy/Cuy-raza-peru.pdf (Accedido: 25 de enero de 2024).
- Instituto Nacional Tecnológico (2016) *Manual del protagonista Nutrición Animal*.
- Jara, N., Cifuentes, M., Martínez, F., González-Chavarría, I., Salazar, K., Ferrada, L. y Nualart, F. (2022) «Vitamin C Deficiency Reduces Neurogenesis and Proliferation in the SVZ and Lateral Ventricle Extensions of the Young Guinea Pig Brain», *Antioxidants*, 11(10), p. 2030. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ANTIOX11102030/S1>.
- Kabir, Y. y Ahmad, K. (1985) «Protective role of vitamin C against neurolathyrism in guinea pigs», *J Pakistani Med Assoc*, 35, pp. 2-5.
- Kajjak, N., Félix, F. y Huanay, P. (2015) *Crianza Tecnificada de cuyes*. Huancayo. Disponible en: [www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe).
- Lehninger, A.L. (1995) «Vitaminas y coenzimas», en *Bioquímica. Las bases moleculares de la estructura y función celular*. Segunda edición, pp. 341-370.
- León, Z., Silva, E., Wilson, A. y Callacna, M. (2016) «Vitamina C protegida en concentrado de *Cavia porcellus* “cuy” en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje», *Scientia Agropecuaria*, 7(SPE), pp. 259-263. Disponible en: <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2016.03.14>.
- Levine, M., Conry-Cantilenat, C., Wang, Y., Welch, R.W., Washko, P.W., Dhariwal, K.R., Park, J.B., Lazarev, A., Graumlich, J.F., Kings, J. y Cantilena, L.R. (1996) *Vitamin C pharmacokinetics in healthy volunteers: Evidence for a*

*recommended dietary allowance, Medical SciencesMolecular and Clinical Nutrition Section, Building.* Warren Grant Magnuson Clinical Center.

Levine, M., Ebenuwa, I. y Violet, P.C. (2020) «Vitamin C», *Essential and Toxic Trace Elements and Vitamins in Human Health*, pp. 241-262. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805378-2.00018-8>.

Linares Cubas, L. (2023) *Efecto de la vitamina C sobre los parámetros productivos en la etapa de engorde en cuyes (Cavia porcellus) de raza Perú, Cajamarca, 2022.* Tesis de Grado. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca.

Machaca Vargas, I.Y. (2017) *Influencia de la vitamina “C” sobre los parámetros productivos en cuyes (Cavia porcellus L.) en Ichu – Puno.* Tesis de Grado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno.

Mahmoodian, F. y Peterkofsky, B. (1999) *Biochemical and Molecular Roles of Nutrients Vitamin C Deficiency in Guinea Pigs Differentially Affects the Expression of Type IV Collagen, Laminin, and Elastin in Blood Vessels 1.*

Makkar, H.P.S., Sánchez, Manuel., Speedy, A.W. y Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2007) *Feed supplementation blocks: urea-molasses multinutrient blocks: simple and effective feed supplement technology for ruminant agriculture.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d6719f07-c6f2-4abf-b264-1203cbd8a796/content> (Accedido: 10 de enero de 2025).

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) (2019) *Potencial del mercado internacional para la carne de cuy.*

Moreno, R.A. (1989) *Producción de cuyes.*

Mortensen, A., Hasselholt, S., Tveden-Nyborg, P. y Lykkesfeldt, J. (2013) «Guinea pig ascorbate status predicts tetrahydrobiopterin plasma concentration and oxidation ratio in vivo», *Nutrition Research*, 33(10), pp. 859-867. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.NUTRES.2013.07.006>.

Nelson, D.L. y Cox, M.M. (2008) «Lehninger Principles of Biochemistry, 4th Edition», en, p. 195.

- Nelson, E.W., Lane, H., Gabri, P.J. y Scott, B. (1978) «Demonstration of Saturation Kinetics in the Intestinal Absorption of Vitamin C in Man and the Guinea Pig», *The Journal of Clinical Pharmacology*, 18(7), pp. 325-335. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/J.1552-4604.1978.TB01601.X>; REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:15524604;W GROUP:STRING:PUBLICATION.
- Novoa, A. (1983) *Aspectos nutricionales en la producción de leche*. Editado por R. Andrés y B. Novoa. Costa Rica. Disponible en: [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/473/Aspectos\\_nutricionales.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/473/Aspectos_nutricionales.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Accedido: 10 de enero de 2025).
- NRC (1995) «National Research Council (US) Subcommittee on Laboratory Animal Nutrition. Nutrient Requirements of Laboratory Animals: Fourth Revised Edition», *Washington (DC): National Academies Press (US)*, (Dc), pp. 1-67. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK231927/> (Accedido: 7 de agosto de 2025).
- NRC (National Research Council) (2007) *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids*. Washington, DC, USA: National Academy Press.
- Olazábal L., J., Camargo H., R., García L., M. y Morales-Cauti, S. (2020) «Deficiencia de vitamina C como causa de mortalidad y morbilidad en cuyes de crianza intensiva y su tratamiento», *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), pp. 1718-1723. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17147>.
- Ortíz Núñez, J.E. (2021) *Utilización de tres niveles (8mg, 10mg, 12mg) de vitamina C (ácido ascórbico) en concentrado en ganancia de peso en cuyes de recria, en el cantón Ambato*. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga - Ecuador.
- Ortiz, V. (1995) *Engorde de cuyes mejorados hembras y machos alimentados con cebada y tarwi más suplemento mineral vs concentrado comercial en Pampa del Arco a 2750 m.s.n.m.*

Otanwa, O.O., Ndidi, U.S., Ibrahim, A.B., Balogun, E.O. y Anigo, K.M. (2023) «Prooxidant effects of high dose ascorbic acid administration on biochemical, haematological and histological changes in *Cavia porcellus* (Guinea pigs): a Guinea pig experimental model», *PAMJ. 2023; 46:18*, 46(18). Disponible en: <https://doi.org/10.11604/PAMJ.2023.46.18.36098>.

Quijandría, B. (1988) *Producción de cuyes*. 2da ed. Roma: FAO.

Quisbert, Y.C., Gutiérrez, E.D. y Espinoza, M. (2022) «Evaluación de diferentes niveles de ácido ascorbico, en la etapa de acabado en cuyes (*Cavia porcellus* L.) con exclusión de forraje», *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 9(3), pp. 79-84. Disponible en: <https://doi.org/10.53287/OGKC1024QT96X>.

Reynaga, M.F., Vergara, V., Chauca, F., Muscari, G. y Higaonna, O. (2020) «Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti», *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3). Disponible en: <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V31I3.18173>.

Reynaga, M.F., Vergara, V., Chauca, L., Muscari, J. y Higaonna, R. (2020) «Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti», *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3).

Reynaga Rojas, M.F., Vergara Rubín, V., Chauca Francia, L., Muscari Greco, J. y Higaonna Oshiro, R. (2020) «Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti», *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3). Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18173>.

Salgado-Moreno, S., Macias-Flores, M., Sánchez-Torres, L., Arredondo-Castro, M., Gutiérrez-Arenas, D., Avila-Ramos, F., Salgado-Moreno, S., Macias-Flores, M., Sánchez-Torres, L., Arredondo-Castro, M., Gutiérrez-Arenas, D. y Avila-Ramos, F. (2021) «Uso de melaza o aceite de soya con dos niveles de vitamina C en dietas para *Cavia porcellus*», *Abanico veterinario*, 11. Disponible en: <https://doi.org/10.21929/ABAVENT2021.6>.

Sansoucy, R. (1995) «New developments in the manufacture and utilization of multinutrient blocks», pp. 78-83. Disponible en: <https://www.fao.org/4/V4440T/v4440T0s.htm> (Accedido: 11 de enero de 2025).

SENAMHI (2023) *Servicio Nacional de Metereología e Hidrología*.

Serra, H.M. y Cafaro, T.A. (2007) «Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo», *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, pp. 525-532.

Shang, F., Gong, X., Egtesadi, S., Meydani, M., Smith, D., Perrone, G., Scott, L., Blumberg, J.B. y Taylor, A. (2002) «Vitamin C prevents hyperbaric oxygen-induced growth retardation and lipid peroxidation and attenuates the oxidation-induced up-regulation of glutathione in guinea pigs», *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13(5), pp. 307-313. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00173-0](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00173-0).

Silva Sánchez, B., Enrique, J., León, M.S.Z. y Trujillo -Perú, G. (2015) «Efecto de tres niveles de vitamina C de un concentrado comercial sobre el incremento de peso de *Cavia porcellus* “cuy” en la etapa de crecimiento y engorde».

Solorzano, J.D. y Sarria, J.A. (2014) *Crianza, producción y comercialización de cuyes*. Primera edición. Editado por C. Arestegui. Lima: Empresa Editora Macro EIRL.

Tacuri-Lalbay, D., Usca-Méndez, J., Herrera-Ocaña, H. y Flores-Mancheno, L. (2024) «Fodder Mixture Evaluation for the Feeding of Growing-fattening Guinea Pigs in the Quijos Canton of the Province of Napo», *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 3(4), pp. 313-329. Disponible en: <https://doi.org/10.18502/ESPOCH.V3I4.17814>.

Taipe-Lucas, C.I., Ventura-Roman, A.I., Dante Corilla-Flores III, D. y Adolfo Espinoza-Calderón, G.I. (2021) «La crianza de cuy y procesamiento con fines de exportación en la Provincia de Acobamba», *Dominio de las Ciencias*, 7, pp. 1659-1679. Disponible en: <https://doi.org/10.23857/dc.v7i3.2210>.

Tarazona Ahuite, K.G. (2011) *Efecto de la adición de dos niveles de vitamina C sobre los parámetros productivos de cuyes (Cavia porcellus) en la etapa de recría-*

*Yurimaguas.* Tesis de Grado. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Loreto.

Tecnológico, I.N. (2016) *Manual del protagonista Nutrición Animal.*

Tobía, C.R. y Vargas, E.G. (1984) *Fabricación artesanal y semi-industrial de bloques nutricionales.* Costa Rica. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/10312> (Accedido: 11 de enero de 2025).

Trejo-Sánchez, F., Mendoza-Martínez, G., Plata-Pérez, F., Martínez-García, J. y Villarreal-Espino-Barros, O.A. (2019) «Crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) con alimento para conejos y suplementación de vitamina C», *Revista MVZ Córdoba*, 24(3), pp. 7286-7290. Disponible en: <https://doi.org/10.21897/RMVZ.1384>.

Unidad del Centro de Control de Insumos y Residuos Tóxicos (UCCIRT) (2016) *Método de ensayo: Determinación de fibra cruda en alimentos balanceados.* Disponible en: [https://www.senasa.gob.pe/intranet/wp-content/uploads/2016/12/MET-UCCIRT-For-103\\_0-Fibra.pdf](https://www.senasa.gob.pe/intranet/wp-content/uploads/2016/12/MET-UCCIRT-For-103_0-Fibra.pdf) (Accedido: 11 de enero de 2025).

Valdés, F. (2006) «Vitamina C», *Actas Dermo-Sifiliográficas*. Ediciones Doyma, S.L., pp. 557-568. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0001-7310\(06\)73466-4](https://doi.org/10.1016/S0001-7310(06)73466-4).

Vannucchi, H. y Rocha, M. de M. (2012) «Vitamina C ( ácido ascórbico )», *International Life Sciences Insitute do Brasil (ILSI-Brasil)*, 21(Vitamina C). Disponible en: <https://ilsi.org/brasil/wp-content/uploads/sites/9/2016/05/21-Vitamina-C.pdf> (Accedido: 11 de enero de 2025).

## ANEXOS

### Anexo 1. Ficha técnica del ácido ascórbico (Vitamina C)



### FICHA TÉCNICA ACIDO ASCORBICO

#### 1.- NOMBRE DEL PRODUCTO / DESCRIPCION

Ácido L-ascórbico / VITAMINA C / CAS.: 5081-7

Factor de la dieta que debe estar presente en la alimentación humana para prevenir el escorbuto. Posiblemente el ácido ascórbico actúa como catalizador de óxido-reducción en las células. Cristales blancos (generalmente en placas o agujas), punto de Fusión 192°C, soluble en agua, ligeramente soluble en alcohol, insoluble en éter, cloroformo, benceno, éter de petróleo, aceites y grasas, estable al aire cuando está seco.

#### 2.- COMPOSICION

C6H8O6

#### 3.- CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS Y MICROBIOLOGICAS

Característica	Límites	Unidades
Cenizas sulfatadas*	NMT 0.1	%
Metales pesados*	10	ppm
Hierro	2	ppm
pH*	2.0 – 3.0	
Rotación óptica específica*	+ 20.8	°C
Residuos por ignición*	0.1 máx.	%
Ácido Oxálico	0.2 máx.	%
Cobre*	5 ppm	%
Punto de fusión*	190 - 192	°C

\* Características mínimas que deben ser incluidas en los Certificados de análisis de cada lote.

#### MICROBIOLOGICO:

No aplica.

**4.- TRATAMIENTO DE CONSERVACIÓN**

No aplica.

**5.- PRESENTACION - ENVASES - EMBALAJES**

Cajas de cartón por 25 kilos.

**6.- CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**

Almacenar en lugar fresco y seco. Evítese el contacto con humedad, polvo, olores extraños y la presencia de luz.

**7.- VIDA UTIL**

02 años.

**8.- INSTRUCCIONES DE USO**

Usado en nutrición, para fijación del color, aromatizante y preservativo para carnes y otros alimentos, oxidante para la pasta del pan, arrancamiento de los frutos agrios en la cosecha, agente reductor en química analítica.

Dosis sugerida: 1.5g – 5 g /Kg , en función a requerimientos nutricionales establecidos

**9.- CONTENIDO DEL ROTULADO**

Nombre del producto, Fecha de fabricación, fecha de vencimiento, número de lote.

**Insuquimica SAC**

La Calidad es lo Primero

Central Telefónica: 719 - 6949 Móvil WhatsApp: 993 - 523 - 032

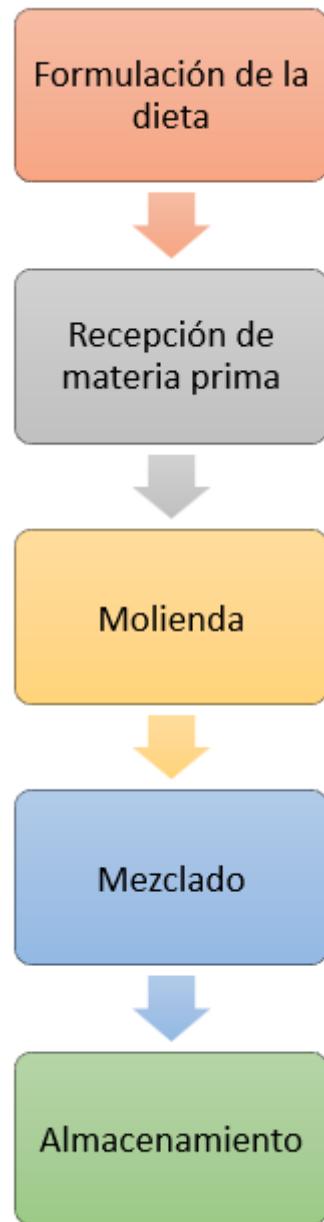
Email: [ventas@insuquimica.com](mailto:ventas@insuquimica.com) / Web site: [www.insuquimica.com](http://www.insuquimica.com)

### Anexo 2. Elaboración de requerimiento nutricional para alimento preparado

Insumos	Cantidad %	M.S %	NDT %	Proteína %	Ca %	P %	FC %	EM Mcal/Kg
<b>Maíz grano</b>	35	30,45	31,5	3,5	0,007	0,112	1,4	1,1725
<b>Afrecho de trigo</b>	19	16,91	13,3	2,983	0,0266	0,2185	2,09	0,5073
<b>Torta de soya</b>	16,5	14,85	13,365	8,0025	0,04455	0,1023	0,9735	0,5214
<b>Cebada</b>	10	8,9	8,4	1,3	0,006	0,042	0,51	0,329
<b>Melaza de caña</b>	3	2,25	2,25	0,12	0,036	0,003	0	0,0867
<b>Trigo</b>	15	13,05	12,6	2,115	0,0075	0,0555	0,36	0,42
<b>Carbonato de calcio</b>	1,5	1,5	0	0	0,57	0,0003	0	0
<b>Fosfimin GT</b>	0,25				0,00625	0,00425		
<b>Total</b>	<b>100,25</b>	<b>87,91</b>	<b>81,42</b>	<b>18,02</b>	<b>0,70</b>	<b>0,54</b>	<b>5,33</b>	<b>3,04</b>

### Anexo 3. Elaboración de requerimiento nutricional para bloques nutricionales

Insumos	Cantidad %	M.S %	NDT %	Proteína %	Ca %	P %	FC %	EM Mcal/Kg
<b>Maíz grano</b>	37	32,19	33,3	3,7	0,0074	0,1184	1,48	1,2395
<b>Torta de soya</b>	24,75	22,275	20,0475	12,00375	0,066825	0,15345	1,46025	0,7821
<b>Cebada</b>	5	4,45	4,2	0,65	0,003	0,021	0,255	0,1645
<b>Melaza de caña</b>	20,25	15,1875	15,1875	0,81	0,243	0,02025	0	0,585225
<b>Trigo</b>	6	5,22	5,04	0,846	0,003	0,0222	0,144	0,168
<b>Cemento</b>	4				1,76			
<b>Cal apagada</b>	3				1,2			
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>79,32</b>	<b>77,78</b>	<b>18,01</b>	<b>3,28</b>	<b>0,34</b>	<b>3,34</b>	<b>2,94</b>

**Anexo 4. Diagrama de flujo de elaboración de alimento preparado**

**Anexo 5. Diagrama de flujo de elaboración de bloque nutricional**

## **Anexo 6. Elaboración de alimento preparado y cálculo de la ración**

Se elaboró y calculó el alimento preparado cada semana durante las 8 semanas que duró la experimentación, el cual fue incrementando al obtener datos de la ganancia de peso vivo de los cuyes de manera semanal. En este caso se trabajó con el promedio de pesos iniciales de los 4 grupos experimentales: 436,5 g, 413,5 g, 452,7 g y 424,5 g para los tratamientos: T0 (alfalfa verde), T1 (120 mg), T2 (150 mg) y T3 (250 mg), respectivamente.

- Cantidad de alfalfa verde ofrecida (TCO), los cuyes consumen el 30 % de su peso vivo en forraje verde, para el tratamiento T0 (alfalfa verde)

436,5 g -----	100 %
130 g -----	30 %

130 g de alfalfa verde (TCO)/cuy x 10 cuyes = 1300 g./día x 7 días = 9100 g semanales, que fueron incrementándose de acuerdo al peso semanal promedio obtenido de dicho tratamiento.

- Cantidad de alimento preparado, los cuyes consumen el 6 % de su peso vivo, en alimentos balanceados, en este caso se sumó los pesos promedios de los 3 tratamientos (T1, T2 y T3), para obtener la cantidad de alimento preparado a suministrar.

430 g -----	100 %
26 g -----	6 %

Son 26 g de alimento preparado, pero en realidad se brindó 30 g de alimento preparado/cuy x 30 cuyes (10 de cada tratamiento) = 900 g/día x 7 días = 6300 g semanales, que fueron incrementándose de acuerdo al peso semanal promedio obtenido en los 3 tratamientos.

## **Anexo 7. Elaboración y dosificación de la vitamina C en los bloques nutricionales**

Se elaboro los bloques nutricionales a partir del cuadro del Anexo 3, para ello se utilizó un molde de plástico de capacidad de 1 oz, número 18, una vez desmoldado el peso promedio fue de 34 g que luego de 2 días de secado a temperatura ambiente, tuvieron un peso final de 30 g cada bloque nutricional.

Para la dosificación de vitamina C en 120, 150 y 250 mg, para su posterior elaboración en bloques nutricionales, se realizó la siguiente operación. Cuyas cantidades se mezcló en un kilogramo de alimento preparado.

- Para 120 mg de vitamina C

1 g -----	1000 mg
0,12 g -----	120 mg
Entonces $0,12 \text{ g} \times 1000 \text{ mg} = 120 \text{ mg}$	

Para obtener 120 mg en cada bloque de 30 gr se utilizó 36 g de vitamina C en un kilogramo.

- Para 150 mg de vitamina C

1 g -----	1000 mg
0,15 g -----	150 mg
Entonces $0,15 \text{ g} \times 1000 \text{ mg} = 150 \text{ mg}$	

Para obtener 150 mg en cada bloque de 30 gr se utilizó 50 g de vitamina C en un kilogramo.

- Para 250 mg de vitamina C

1 g -----	1000 mg
0,25 g -----	250 mg
Entonces $0,25 \text{ g} \times 1000 \text{ mg} = 250 \text{ mg}$	

Para obtener 250 mg en cada bloque de 30 gr se utilizó 75 g de vitamina C en un kilogramo.

## Anexo 8. Registro de datos

### 1. Registro de pesos promedio por cada grupo experimental durante las 8 semanas de estudio

Tratamiento	Semana								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Control</b>	436,5	490	581	683	749,5	829,4	907,1	970	1029
<b>T1 (Vit. C 120 g)</b>	413,5	435,7	501,5	605,8	701,6	784,1	876,1	925,4	1036,5
<b>T2 (Vit. C 150 g)</b>	452,7	471,1	525,2	589,5	683,6	784,3	862,3	915,2	1001,3
<b>T3 (Vit. C 250 g)</b>	424,5	441,2	475	560,8	619,9	689,9	767,6	812,3	855,8
<b>Promedio</b>	<b>431,8</b>	<b>459,5</b>	<b>520,675</b>	<b>609,775</b>	<b>688,65</b>	<b>771,925</b>	<b>853,275</b>	<b>905,725</b>	<b>980,65</b>

## 2. Pesos promedio por grupo experimental

<b>ID</b>	<b>Control</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>1</b>	785,56	770,11	692,56	553,56
<b>2</b>	801,56	622,44	764,00	649,89
<b>3</b>	671,00	746,67	631,78	660,89
<b>4</b>	752,33	550,56	634,78	622,11
<b>5</b>	755,00	736,33	689,22	681,44
<b>6</b>	781,67	678,22	618,78	616,89
<b>7</b>	760,00	728,33	731,56	674,22
<b>8</b>	846,11	637,33	751,11	570,89
<b>9</b>	560,56	882,00	702,56	615,67
<b>10</b>	703,44	626,00	767,22	628,89
<b>Promedio</b>	<b>741,72</b>	<b>697,80</b>	<b>698,36</b>	<b>627,44</b>
<b>DE</b>	<b>80,21</b>	<b>94,59</b>	<b>55,66</b>	<b>41,72</b>

**3. Ganancia de peso promedio por cada grupo experimental durante las 8 semanas de estudio.**

Tratamiento	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Control</b>	53,5	91	102	66,5	79,9	77,7	62,9	59
<b>T1 (Vit. C 120 g)</b>	22,2	65,8	104,3	95,8	82,5	92	49,3	111,1
<b>T2 (Vit. C 150 g)</b>	18,4	54,1	64,3	94,1	100,7	78	52,9	86,1
<b>T3 (Vit. C 250 g)</b>	16,7	33,8	85,8	59,1	70	77,7	44,7	43,5
<b>Promedio</b>	<b>27,7</b>	<b>61,175</b>	<b>89,1</b>	<b>78,875</b>	<b>83,275</b>	<b>81,35</b>	<b>52,45</b>	<b>74,925</b>

#### 4. Ganancia de peso promedio por grupo experimental

ID	Control	T1	T2	T3
1	68,75	85,50	78,75	21,88
2	83,25	80,63	71,38	66,50
3	58,25	88,00	54,00	70,38
4	82,25	68,63	45,00	41,88
5	85,88	73,75	80,63	73,75
6	80,13	86,00	72,50	37,50
7	74,25	66,50	76,00	60,63
8	95,75	59,38	79,13	70,00
9	54,00	104,75	55,63	40,88
10	58,13	65,63	72,75	55,75
<b>Promedio</b>	<b>74,06</b>	<b>77,88</b>	<b>68,58</b>	<b>53,91</b>
<b>DE</b>	<b>13,88</b>	<b>13,67</b>	<b>12,44</b>	<b>17,45</b>

**5. Conversión alimenticia promedio por cada grupo experimental durante las 8 semanas de estudio**

Tratamiento	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Control</b>	3,89	2,80	2,70	4,50	3,50	4,69	6,10	6,05
<b>T1 (Vit. C 120 g)</b>	5,11	2,56	2,17	2,50	3,57	3,59	5,24	3,04
<b>T2 (Vit. C 150 g)</b>	4,68	2,86	2,19	2,40	2,63	3,48	5,95	4,03
<b>T3 (Vit. C 250 g)</b>	4,27	4,55	2,15	2,92	3,51	3,52	4,17	4,20
<b>Promedio</b>	<b>4,49</b>	<b>3,19</b>	<b>2,30</b>	<b>3,08</b>	<b>3,30</b>	<b>3,82</b>	<b>5,37</b>	<b>4,33</b>

## 6. Conversión alimenticia promedio por grupo experimental

ID	Control	T1	T2	T3
1	4,96	3,82	3,60	3,78
2	4,71	3,08	3,49	3,52
3	4,21	3,11	3,24	4,33
4	3,75	3,16	3,71	3,39
5	3,30	3,91	4,10	3,17
6	4,28	3,00	3,38	4,15
7	4,09	3,53	3,59	3,28
8	3,80	3,63	3,38	3,09
9	4,35	3,74	3,31	3,96
10	5,35	3,74	3,49	3,92
<b>Promedio</b>	<b>4,28</b>	<b>3,47</b>	<b>3,53</b>	<b>3,66</b>
<b>DE</b>	<b>0,61</b>	<b>0,35</b>	<b>0,24</b>	<b>0,43</b>

## Anexo 9. Análisis estadístico

### 1. Peso vivo

#### 1.1. Normalidad

	Grupo experimental	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Semana0	Control	,948	10	,642
	T1	,981	10	,970
	T2	,901	10	,225
	T3	,813	10	,021
Residuo para Semana1	Control	,825	10	,029
	T1	,948	10	,643
	T2	,882	10	,138
	T3	,912	10	,292
Residuo para Semana2	Control	,861	10	,079
	T1	,977	10	,946
	T2	,938	10	,529
	T3	,935	10	,500
Residuo para Semana3	Control	,837	10	,041
	T1	,985	10	,987
	T2	,893	10	,182
	T3	,932	10	,468
Residuo para Semana4	Control	,860	10	,076
	T1	,978	10	,954
	T2	,910	10	,282
	T3	,947	10	,638
Residuo para Semana5	Control	,876	10	,118
	T1	,920	10	,359
	T2	,893	10	,185
	T3	,907	10	,259
Residuo para Semana6	Control	,956	10	,744
	T1	,955	10	,726
	T2	,835	10	,038
	T3	,959	10	,771
Residuo para Semana7	Control	,961	10	,794
	T1	,932	10	,471
	T2	,864	10	,085
	T3	,905	10	,247
Residuo para Semana8	Control	,924	10	,389
	T1	,936	10	,505
	T2	,805	10	,017
	T3	,925	10	,399

## 1.2. ANOVA medidas repetidas

### Prueba de esfericidad de Mauchly<sup>a</sup>

Medida: Semana

Efecto intra-sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon <sup>b</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
factor1	,000	347,618	35	,000	,210	,238	,125

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Grupo

Diseño intra-sujetos: factor1

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación.

Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

### Prueba de efectos intra sujetos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Semana	Greenhouse-Geisser	12771020,589	1,683	7590393,456	609,641 ,000
	Límite inferior	12771020,589	1,000	12771020,589	609,641 ,000
Semana *	Greenhouse-Geisser	213087,611	5,048	42215,859	3,391 ,009
	Límite inferior	213087,611	3,000	71029,204	3,391 ,028
Error(fSemana)	Greenhouse-Geisser	754143,133	60,571	12450,591	
	Límite inferior	754143,133	36,000	20948,420	

### Prueba de efectos inter sujetos

#### Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: Semana

Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	172057657,336	1	172057657,336	3782,166	,000
Grupo	604076,364	3	201358,788	4,426	,010
Error	1637705,967	36	45491,832		

## Tukey

### Comparaciones múltiples

Medida: Semana

HSD Tukey

(I) Grupo experimental	(J) Grupo experimental	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
Control	T1	43,92	31,795	,519
	T2	43,37	31,795	,530
	T3	114,28*	31,795	,005
T1	Control	-43,92	31,795	,519
	T2	-,56	31,795	1,000
	T3	70,36	31,795	,139
T2	Control	-43,37	31,795	,530
	T1	,56	31,795	1,000
	T3	70,91	31,795	,134
T3	Control	-114,28*	31,795	,005
	T1	-70,36	31,795	,139
	T2	-70,91	31,795	,134

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 5054.648.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

### Semana

HSD Tukey<sup>a,b</sup>

Grupo experimental	N	Subconjunto	
		1	2
T3	10	627,44a	
T1	10	697,80a	697,80b
T2	10	698,36a	698,36b
Control	10		741,72b
Sig.		,134	,519

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 5054.648.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

b. Alfa = .05.

### 1.3. Normalidad para etapas crecimiento y engorde

		Pruebas de normalidad		
		Grupo experimental	Shapiro-Wilk	
			Estadístico	gl
Peso de la etapa de crecimiento	Control		,888	10
	T1		,973	10
	T2		,939	10
	T3		,857	10
Peso de la etapa de engorde	Control		,945	10
	T1		,936	10
	T2		,824	10
	T3		,928	10

### 1.4. ANOVA crecimiento

ANOVA					
Peso de la etapa de crecimiento					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	49969,749	3	16656,583	4,124	,013
Dentro de grupos	145413,225	36	4039,256		
Total	195382,973	39			

### 1.5. Tukey crecimiento

Peso de la etapa de crecimiento					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Grupo experimental	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2		
T3	10	568,4140			
T1	10	616,8990	616,8990		
T2	10	624,1000	624,1000		
Control	10		668,0730		
Sig.		,222	,290		

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

### 1.6. ANOVA engorde

ANOVA					
Peso de la etapa de engorde					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	167349,769	3	55783,256	4,458	,009
Dentro de grupos	450492,575	36	12513,683		
Total	617842,344	39			

### 1.7. Tukey engorde

Peso de la etapa de engorde					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Grupo experimental	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2		
T3	10	834,0500			
T2	10	958,2500	958,2500		
T1	10		980,9500		
Control	10		999,5000		
Sig.		,080	,842		

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

### 1.8. Pesos finales Seman 8

Grupo experimental	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Semana8 Control	,924	10	,389	
T1	,936	10	,505	
T2	,805	10	,047	
T3	,925	10	,399	

### Especificaciones de simulación de

#### muestreo

Método de muestreo	Simple
Número de muestras	1000
Nivel de intervalo de confianza	95,0%
Tipo de intervalo de confianza	Percentil

#### Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Semana8	Se basa en la media	,120	3	36	,948
	Se basa en la mediana	,146	3	36	,932
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,146	3	34,540	,932
	Se basa en la media recortada	,123	3	36	,946

#### ANOVA

#### Semana8

		Suma de cuadrados		Media cuadrática		F	Sig.
		gl					
Entre grupos	214708,900	3		71569,633		5,197	,004
Dentro de grupos	495790,200		36	13771,950			
Total	710499,100		39				

#### Semana8

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Grupo experimental	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3	10	855,80	
T2	10		1001,30
Control	10		1029,00
T1	10		1036,50
Sig.		1,000	,907

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

## 2. Ganancia de peso

### 2.1. Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Gain_Sem1	,132	40	,076
Residuo para Gain_Sem2	,110	40	,200*
Residuo para Gain_Sem3	,084	40	,200*
Residuo para Gain_Sem4	,134	40	,067
Residuo para Gain_Sem5	,074	40	,200*
Residuo para Gain_Sem6	,062	40	,200*
Residuo para Gain_Sem7	,106	40	,200*
Residuo para Gain_Sem8	,157	40	,014

### 2.2. Anova de medidas repetidas

#### Prueba de esfericidad de Mauchly<sup>a</sup>

Medida: Ganancia

Efecto intra-sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon <sup>b</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
Semana	,203	53,261	27	,002	,734	,942	,143

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Grupo

Diseño intra-sujetos: Semana

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación.

Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

#### Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: Ganancia

Origen		Tipo III de		Media cuadrática	F	Sig.	Potencia observada <sup>a</sup>
		suma de cuadrados	gl				
Semana	Greenhouse-Geisser	117300,488	5,136	22839,390	14,817	,000	1,000
Grupo	Geisser	55440,488	15,408	3598,243	2,334	,004	,981
Error(Semana)	Greenhouse-Geisser	285006,025	184,892	1541,474			

a. Se ha calculado utilizando alpha = .05

### Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: Ganancia

Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de		Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
	suma de cuadrados	gl				
Intersección	1506181,613	1	1506181,613	898,165	,000	,961
Grupo	26527,012	3	8842,338	5,273	,004	,305
Error	60370,375	36	1676,955			

### Ganancia

HSD Tukey<sup>a,b</sup>

Grupo experimental	N	Subconjunto	
		1	2
T3	10	53,9125	
T2	10	68,5750	68,5750
Control	10		74,0625
T1	10		77,8750
Sig.		,126	,486

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 209,619.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

b. Alfa = .05.

### 2.3. Prueba de normalidad para ganancia de peso por etapas

#### Pruebas de normalidad

	Grupo experimental	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Gain_crecimiento	Control	,170	10	,200*	,931	10	,461
	T1	,151	10	,200*	,905	10	,250
	T2	,192	10	,200*	,894	10	,188
	T3	,251	10	,074	,923	10	,387
Gain_engorde	Control	,260	10	,054	,843	10	,049
	T1	,161	10	,200*	,946	10	,626
	T2	,215	10	,200*	,864	10	,084
	T3	,212	10	,200*	,892	10	,178

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

## 2.4. Anova crecimiento

### Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de				
		Levene	gl1	gl2	Sig.	
Gain_crecimiento	Se basa en la media	,054	3	36	,983	
	Se basa en la mediana	,034	3	36	,991	
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,034	3	35,013	,991	
	Se basa en la media recortada	,036	3	36	,991	

### ANOVA

#### Gain\_crecimiento

	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2885,608	3	961,869	3,446	,027
Dentro de grupos	10049,614	36	279,156		
Total	12935,222	39			

#### Gain\_crecimiento

##### HSD Tukey<sup>a</sup>

Subconjunto para alfa = 0.05			
Grupo experimental	N	1	2
T3	10	57,1833	
T2	10	68,2667	68,2667
T1	10	77,1000	77,1000
Control	10		78,4333
Sig.		,053	,532

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

## 2.5. Anova engorde

### Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de	gl1	gl2	Sig.
		Levene			
Gain_engorde	Se basa en la media	17,707	3	36	,000
	Se basa en la mediana	14,546	3	36	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	14,546	3	21,172	,000
	Se basa en la media recortada	17,451	3	36	,000

### ANOVA

#### Gain\_engorde

	Suma de	Media			Sig.
	cuadrados	gl	cuadrática	F	
Entre grupos	6976,119	3	2325,373	4,647	,008
Dentro de grupos	18013,225	36	500,367		
Total	24989,344	39			

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Gain\_engorde

#### Games-Howell

		Diferencia de		
(I) Grupo experimental	(J) Grupo experimental	medias (I-J)	Error estándar	Sig.
Control	T1	-19,25000*	5,91638	,023
	T2	-8,55000	5,39261	,421
	T3	16,85000	13,57413	,615
T1	Control	19,25000*	5,91638	,023
	T2	10,70000	3,98623	,070
	T3	36,10000	13,07925	,079
T2	Control	8,55000	5,39261	,421
	T1	-10,70000	3,98623	,070
	T3	25,40000	12,85081	,261
T3	Control	-16,85000	13,57413	,615
	T1	-36,10000	13,07925	,079
	T2	-25,40000	12,85081	,261

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

## 2.6. ANOVA ganancia de peso total (Bootstrap)

Pruebas de normalidad							
Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	experimental	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Gain_total	Control	,173	10	,200*	,939	10	,539
	T1	,151	10	,200*	,948	10	,647
	T2	,289	10	,018	,842	10	,047
	T3	,165	10	,200*	,914	10	,306

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de homogeneidad de varianzas						
	Estadístico de					
	Levene	gl1	gl2	Sig.		
Gain_total	Se basa en la media	,769	3	36	,519	
	Se basa en la mediana	,690	3	36	,564	
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,690	3	33,772	,564	
	Se basa en la media recortada	,736	3	36	,537	

### ANOVA

Gain_total					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	212216,100	3	70738,700	5,273	,004
Dentro de grupos	482963,000	36	13415,639		
Total	695179,100	39			

### Gain\_total

HSD Tukey <sup>a</sup>			
Subconjunto para alfa = 0.05			
Grupo experimental	N	1	2
T3	10	431,3000	
T2	10	548,6000	548,6000
Control	10		592,5000
T1	10		623,0000
Sig.		,126	,486

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

### 3. Conversión alimenticia

#### 3.1. Normalidad de los residuos

	Grupo experimental	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para CA_Sem1	Control	,878	10	,124
	T1	,820	10	,025
	T2	,946	10	,627
	T3	,970	10	,892
Residuo para CA_Sem2	Control	,529	10	,000
	T1	,970	10	,894
	T2	,680	10	,001
	T3	,974	10	,922
Residuo para CA_Sem3	Control	,940	10	,558
	T1	,785	10	,010
	T2	,886	10	,153
	T3	,910	10	,280
Residuo para CA_Sem4	Control	,914	10	,311
	T1	,934	10	,493
	T2	,927	10	,415
	T3	,861	10	,077
Residuo para CA_Sem5	Control	,907	10	,260
	T1	,903	10	,234
	T2	,810	10	,019
	T3	,829	10	,032
Residuo para CA_Sem6	Control	,909	10	,275
	T1	,942	10	,580
	T2	,859	10	,073
	T3	,834	10	,038
Residuo para CA_Sem7	Control	,925	10	,400
	T1	,919	10	,352
	T2	,925	10	,403
	T3	,965	10	,845
Residuo para CA_Sem8	Control	,933	10	,482
	T1	,930	10	,446
	T2	,947	10	,629
	T3	,890	10	,168

### 3.2. Anova de medidas repetidas

#### Prueba de esfericidad de Mauchly<sup>a</sup>

Medida: Conver\_alimenticia

Efecto intra-sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon <sup>b</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
Semana	,325	37,579	27	,087	,774	1,000	,143

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Grupo

Diseño intra-sujetos: Semana

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación.

Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

#### Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: Conver\_alimenticia

Origen		Tipo III de					
		suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Semana	Esfericidad asumida	262,178	7	37,454	23,816	,000	
	Greenhouse-Geisser	262,178	5,418	48,389	23,816	,000	
	Huynh-Feldt	262,178	7,000	37,454	23,816	,000	
	Límite inferior	262,178	1,000	262,178	23,816	,000	
Semana *	Esfericidad asumida	117,635	21	5,602	3,562	,000	
	Greenhouse-Geisser	117,635	16,254	7,237	3,562	,000	
	Huynh-Feldt	117,635	21,000	5,602	3,562	,000	
	Límite inferior	117,635	3,000	39,212	3,562	,024	
Error(Semana)	Esfericidad asumida	396,305	252	1,573			
	Greenhouse-Geisser	396,305	195,054	2,032			
	Huynh-Feldt	396,305	252,000	1,573			
	Límite inferior	396,305	36,000	11,008			

### Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: Conver\_alimenticia

Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de			Parámetro			
	cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	de no centralidad	Potencia observada <sup>a</sup>
Intersección	4463,997	1	4463,997	3039,778	,000	3039,778	1,000
Grupo	33,095	3	11,032	7,512	,000	22,536	,976
Error	52,867	36	1,469				

a. Se ha calculado utilizando alpha = .05

### Conver\_alimenticia

Grupo experimental	N	Subconjunto	
		1	2
HSD Tukey <sup>a,b</sup>			
T1	10	3,4711	
T2	10	3,5301	
T3	10	3,6593	
Control	10		4,2794
Sig.		,761	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,184.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

b. Alfa = .05.

### 3.3. Normalidad para etapas

Pruebas de normalidad							
Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>				Shapiro-Wilk		
	experimental	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CA_crecimiento	Control	,174	10	,200*	,954	10	,712
	T1	,135	10	,200*	,956	10	,741
	T2	,196	10	,200*	,918	10	,338
	T3	,132	10	,200*	,972	10	,905
CA_engorde	Control	,167	10	,200*	,950	10	,663
	T1	,141	10	,200*	,946	10	,617
	T2	,218	10	,195	,954	10	,712
	T3	,175	10	,200*	,913	10	,299

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

### 3.4. Anova para crecimiento

Pruebas de homogeneidad de varianzas						
		Estadístico de				
		Levene	gl1	gl2	Sig.	
CA_crecimiento	Se basa en la media	2,125	3	36	,114	
	Se basa en la mediana	1,486	3	36	,235	
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,486	3	27,044	,241	
	Se basa en la media recortada	2,119	3	36	,115	

### ANOVA

CA_crecimiento					
	Suma de	Media			
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,309	3	,770	2,913	,048
Dentro de grupos	9,513	36	,264		
Total	11,822	39			

**CA\_crecimiento**HSD Tukey<sup>a</sup>

Grupo experimental	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T2	10	3,0428	
T1	10	3,2478	3,2478
T3	10	3,4845	3,4845
Control	10		3,6798
Sig.		,237	,255

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

**3.5. Anova para engorde****Pruebas de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
CA_engorde	Se basa en la media	5,811	3	36	,002
	Se basa en la mediana	5,340	3	36	,004
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	5,340	3	32,769	,004
	Se basa en la media recortada	5,738	3	36	,003

**ANOVA****CA\_engorde**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática		
				F	Sig.
Entre grupos	24,750	3	8,250	12,881	,000
Dentro de grupos	23,058	36	,640		
Total	47,808	39			

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CA\_engorde

Games-Howell

		Diferencia de		
		medias (I-J)	Error estándar	Sig.
(I) Grupo experimental	(J) Grupo experimental			
Control	T1	1,93700*	,43625	,003
	T2	1,08600	,41551	,092
	T3	1,89450*	,43729	,004
T1	Control	-1,93700*	,43625	,003
	T2	-,85100*	,25491	,019
	T3	-,04250	,28904	,999
T2	Control	-1,08600	,41551	,092
	T1	,85100*	,25491	,019
	T3	,80850*	,25667	,028
T3	Control	-1,89450*	,43729	,004
	T1	,04250	,28904	,999
	T2	-,80850*	,25667	,028

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**Anexo 10. Registro fotográfico del trabajo experimental**

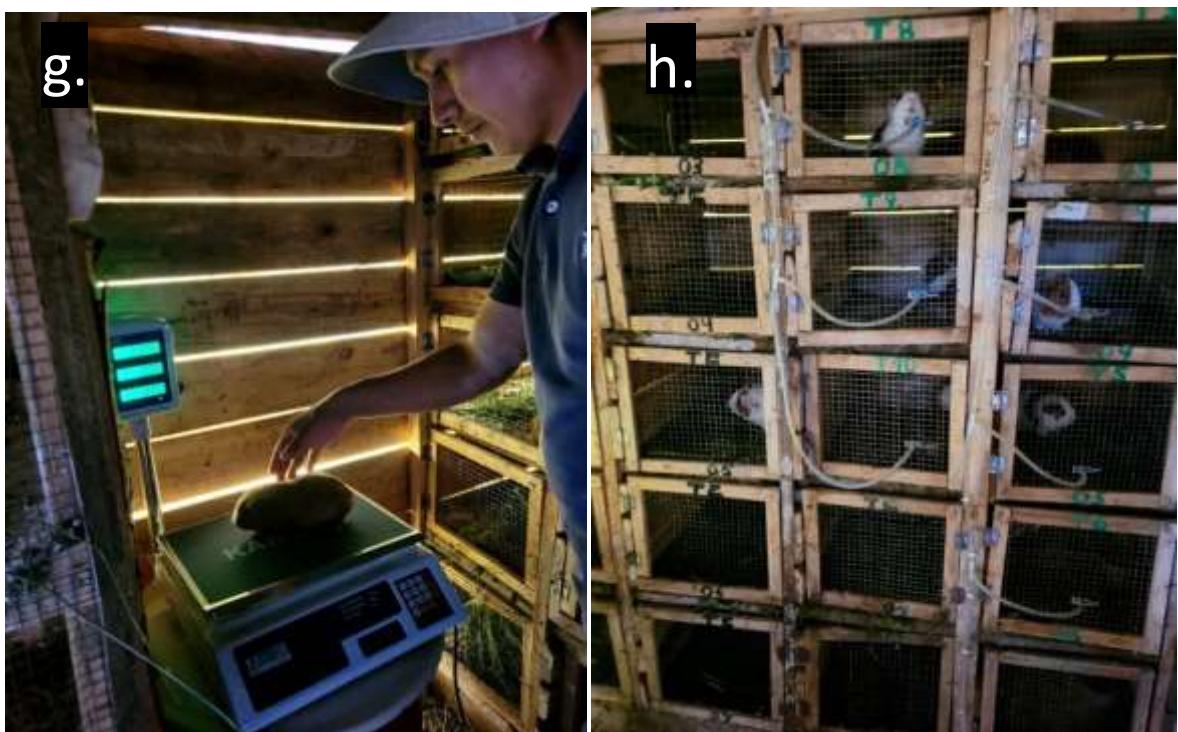
**Figura 1.** a) Selección, sexado y b) Pesaje de los animales para los tratamientos experimentales.



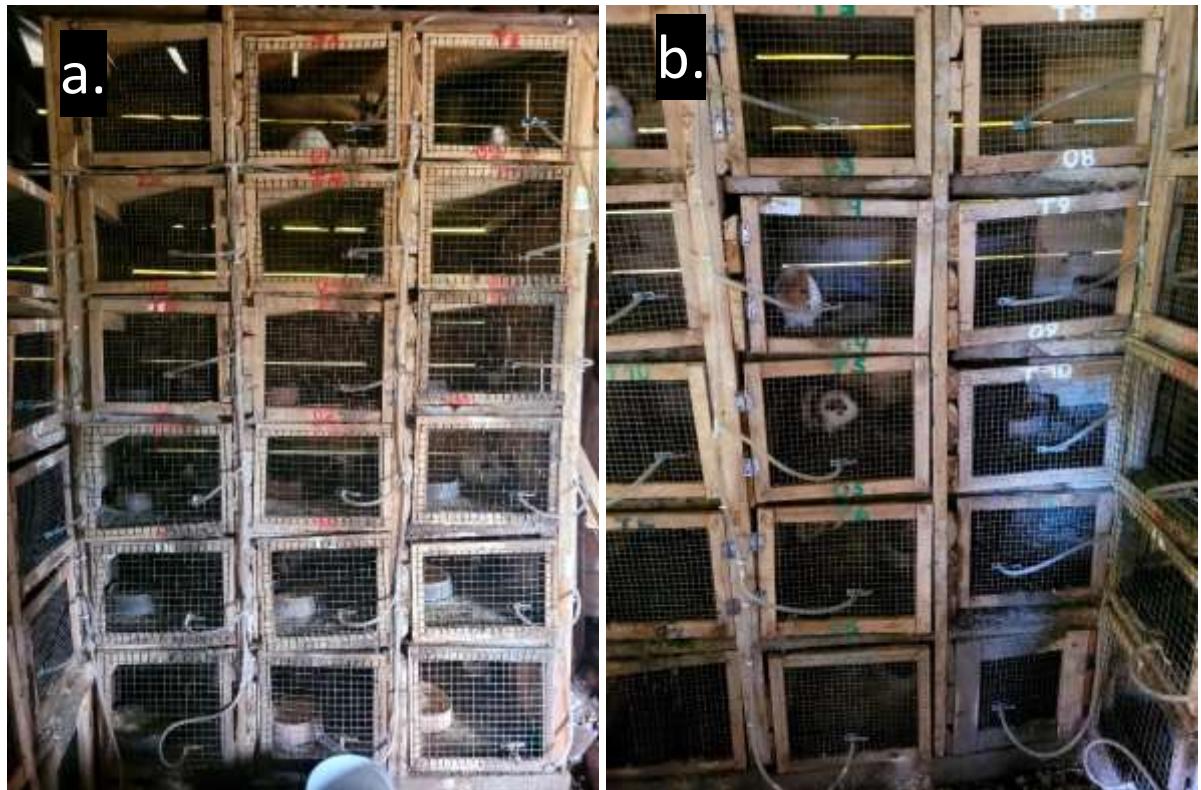
**Figura 2.** a) Elaboración de bloques nutricionales y b) Conservación de bloques nutricionales.



**Figura 3.** a) Pesado de insumos para bloques nutricionales y b) Elaboración de alimento preparado.



**Figura 4.** a) Control de pesos y b) Ubicación de los tratamientos experimentales.



**Figura 5. a) y b)** Ubicación de los cuyes en sus respectivas jaulas individuales.



**Figura 6. a)** Alimento preparado y bloque nutricional brindado diariamente y **b)** Control de pesos semanales de los cuyes.