

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL**



**“DINÁMICA DEL CRECIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DE
ÁCIDOS GRASOS DE LA CARCASA DE DOS GENOTIPOS DE
CUYES (*Cavia porcellus*)”**

**Presentada por:
VÍCTOR HIDALGO LOZANO**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN CIENCIA ANIMAL**

Lima - Perú

2023

Tesis Doctorado

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

10%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

porcino.info

Fuente de Internet

<1 %

2

Javier Camino M., Víctor Hidalgo L..
"EVALUACIÓN DE DOS GENOTIPOS DE CUYES
(Cavia porcellus) ALIMENTADOS CON
CONCENTRADO Y EXCLUSIÓN DE FORRAJE
VERDE.", Revista de Investigaciones
Veterinarias del Perú, 2014

Publicación

<1 %

3

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

<1 %

4

José Antonio Sarria Bardales, Víctor Vergara
Rubín, José Luis Cantaro Segura, Pedro
Alejandro Rojas. "Evaluación de niveles de
energía digestible en dos sistemas de
alimentación en la respuesta productiva y
reproductiva de cuyes (Cavia porcellus)",
Revista de Investigaciones Veterinarias del
Perú, 2020

Publicación

<1 %

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL

DINÁMICA DEL CRECIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y

DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARCASA DE DOS

GENOTIPOS DE CUYES (*Cavia porcellus*)

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE

DOCTORIS PHILOSOPHIAE

Presentada por:

VÍCTOR HIDALGO LOZANO

Sustentada y aprobada ente el siguiente jurado:

Ph.D. Carlos Gómez Bravo

PRESIDENTE

Ph.D. Carlos Vilchez Perales

ASESOR

Ph.D. Víctor Guevara Carrasco

MIEMBRO

Ph.D. Mariano Echevarría Rojas

MIEMBRO

Ph.D. Jorge Ernesto Guevara Vásquez

MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado:

Al Señor todo poderoso que me brinda todas las oportunidades para ser mejor persona y me permite cumplir mis metas.

Con mucho cariño a mi padre Gerardo Hidalgo y a mi madre Alvina Lozano que con sus ejemplos, sacrificios y amor han permitido cumplir mis metas.

A mi esposa, compañera de mi vida por su amor y apoyo incondicional, así como también a mis hijos por el apoyo y comprensión.

A mis queridos hermanos y en especial a mi hermana Rosa y Hercilia que me apoyaron en mi formación personal y académico.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis, PhD. Carlos Vílchez Perales, por su apoyo, enseñanza, consejos académicos y profesionales, para culminar satisfactoriamente con el presente trabajo de investigación.

A mis profesores y miembros del jurado del presente estudio, PhD. Carlos Gómez Bravo, PhD. Víctor Guevara Carrasco, PhD. Mariano Echevarría Rojas y PhD. Jorge Guevara Vásquez, por compartir sus experiencias y aportes en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Santa, Chimbote, Perú. Por brindarme la oportunidad de realizar la determinación de ácidos grasos y aplicar mis conocimientos en el área de ciencia animal.

A mis exalumnos e Ingenieros Javier Camino M. y Henry Valerio C., quienes colaboraron en el trabajo de campo y de laboratorio del presente trabajo de investigación, demostrando sus habilidades y experiencias en el manejo de animales y técnicas de laboratorio.

A la Sra. Amelia Chingay Cabrera, Secretaria del Programa de Investigación en Carnes por su apoyo en el tipeado del presente trabajo de investigación.

Al Ingeniero Abdón Ricse Fernández por su colaboración en el cuidado de los animales en estudio y en el sacrificio de los mismo como parte del presente trabajo experimental.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	ANTECEDENTES GENERALES	3
2.2	MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LOS CUYES EN EL PERÚ.....	4
2.2.1	Formas de mejoramiento genético.....	4
2.2.2	Líneas y genotipos de cuyes en el Perú	5
2.3	GANANCIA DE PESO DE LOS CUYES DEL GENOTIPO PERÚ Y CIENEGUILLA	7
2.4	DINÁMICA Y MODELOS MATEMÁTICOS DE LA CURVA DE CRECIMIENTO EN CUYES	8
2.4.1	Dinámica de la curva de crecimiento de los animales	8
2.4.2	Modelos matemáticos de la curva de crecimiento	11
2.5	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARCASA	14
2.5.1	Composición química de la carne de diferentes especies	14
2.5.2	Modelo matemático de Gompertz para composición corporal	17
2.6	PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARCASA	21
2.6.1	Perfil de ácidos grasos en la carcasa de cuy y en otras especies de animales	21
2.6.2	Los ácidos grasos esenciales e importancia de la relación ω^6/ω^3 en la carne de los animales	25
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1	LUGAR DE EJECUCIÓN	28
3.2	INSTALACIONES Y EQUIPOS	28
3.3	ANIMALES EXPERIMENTALES	29
3.4	GENOTIPOS DE CUYES EVALUADOS.....	30
3.5	RÉGIMEN DE ALIMENTACIÓN	30
3.6	ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS Y DE LA CARCASA DE CUY	32
3.6.1	Análisis químico del alimento balanceado y del rastrojo de brócoli	32
3.6.2	Determinación del perfil de ácidos grasos de los alimentos	32
3.6.3	Composición química de la carcasa de cuy	33

3.6.3	Determinación del perfil de ácidos grasos de la carcasa de cuy	34
3.7	SANIDAD	34
3.8	CÁLCULO DE GANANCIA PESO Y CURVA DE CRECIMIENTO	35
3.8.1	Ganancia de peso vivo de los genotipos de cuyes	35
3.8.2	Determinación de la dinámica de la curva de crecimiento	35
3.9	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	36
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1	ENSAYO 1: RESPUESTA PRODUCTIVA DE LOS DOS GENOTIPOS DE CUYES	38
4.1.1	Incremento de peso vivo semanal y diario	38
4.1.2	Curva de crecimiento de los cuyes según la ecuación de Gompertz.....	40
4.2	ENSAYO 2: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARCASA DE CUY	43
4.2.1	Contenido de humedad, proteína total y grasa cruda	43
4.2.2	Estimaciones de los componentes químicos de la carcasa de cuy del genotipo Perú y Cieneguilla según ecuación de Gompertz	46
4.3	ENSAYO 2: PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARCASA DE CUY	50
4.3.1	Ácidos grasos saturados (SSAT)	50
4.3.2	Ácidos grasos monoinsaturados (SMON)	51
4.3.3	Ácidos grasos poliinsaturados (SPOL)	53
4.3.4	Importancia biológica de la relación de ácidos grasos ω^6/ω^3	55
V.	CONCLUSIONES	58
VI.	RECOMENDACIONES	59
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
VIII.	ANEXOS	71

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1:	Parámetros productivos de cuyes machos de la raza Perú	6
Tabla 2:	Propiedades matemáticas del modelo de Gompertz parametrizado.....	13
Tabla 3:	Análisis proximal de la carne de capybara adulto de ambos sexos	16
	(porcentaje)	
Tabla 4:	Tasa de crecimiento ¹ del peso vivo, deposición de proteína y grasa de acuerdo a la edad y sexo en pollos broilers Ross (g/día).....	17
Tabla 5:	Parametrización del modelo de Gompertz para la canal y sus componentes químicos en cerdos	18
Tabla 6:	Estimaciones de parámetros de crecimiento, peso vivo, proteína, grasa, agua y ceniza corporal en pollos broilers según ecuación de Gompertz ..	20
Tabla 7:	Perfil de ácidos grasos en carcasa de diferentes genotipos de cuyes (expresado en porcentaje)	24
Tabla 8:	Composición de ácidos grasos del músculo de diferentes especies de roedores	25
Tabla 9:	Composición porcentual del alimento balanceado	30
Tabla 10:	Contenido nutricional del alimento balanceado (base fresca y seca)	31
Tabla 11:	Análisis químico proximal del rastrojo de brócoli y del alimento balanceado (base fresca y seca)	32
Tabla 12:	Perfil de ácidos grasos y contenido de grasa de los alimentos	33
Tabla 13:	Resumen del promedio de peso vivo total, incremento de peso semanal y diario por genotipo (1-32 semanas)	39
Tabla 14:	Estimaciones de parámetros y error estándar asintóticos (EE) del crecimiento de cuyes de los genotipos Perú y Cieneguilla	41
Tabla 15:	Composición química porcentual de la carcasa de cuy de diferentes edades	44
Tabla 16:	Estimaciones de parámetros y error estándar asintóticos del contenido de humedad, proteína y grasa de la carcasa de los cuyes del genotipo Perú y Cieneguilla	49
Tabla 17:	Perfil de ácidos grasos en la carcasa del cuy del genotipo Perú y Cieneguilla (1 a 32 semanas de edad)	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Secuencia del crecimiento y desarrollo del cuy	9
Figura 2: Curva y tasa de crecimiento del peso vivo de cuyes machos	10
Figura 3: Curvas de la parametrización del Modelo de Gompertz para el peso de la canal y sus componentes químicos en cerdos castrados	19
Figura 4: Dinámica del crecimiento de Gompertz estimada y pesos corporales de diferentes edades de los cuyes del genotipo Perú y Cieneguilla	42
Figura 5: Dinámica de la tasa de crecimiento del peso corporal de los cuyes del genotipo Perú y Cieneguilla	42
Figura 6: Curvas estimadas por Gompertz del contenido de humedad, proteína y grasa a diferentes edades del cuy del genotipo Perú y Cieneguilla	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Composición química del alimento balanceado de cuy.....	71
Anexo 2: Composición de la premezcla de vitaminas y micro minerales para cuy	72
Anexo 3: Ficha técnica del Rovimix Stay C-35 (vitamina C)	73
Anexo 4: Ficha técnica del antifúngico	74
Anexo 5: Promedio de peso vivo, incremento de peso semanal y diario, por genotipo (0 – 32 semanas de edad)	75
Anexo 6: Contenido de humedad, grasa y proteína de la carcasa de cuy del genotipo Perú (porcentaje)	77
Anexo 7: Contenido de humedad, grasa y proteína de la carcasa de cuy del genotipo Cieneguilla	78
Anexo 8: Perfil de ácidos grasos del rastrojo de brócoli	79
Anexo 9: Perfil de ácidos grasos del alimento balanceado para cuyes	81
Anexo 10: Perfil de ácidos grasos de la carcasa de cuy de los genotipos Perú y Cieneguilla (porcentaje)	83

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del genotipo, sobre la respuesta productiva mediante la curva de crecimiento, composición química y perfil de ácidos grasos de la carcasa de los genotipos de cuyes Perú y Cieneguilla. La investigación se realizó en dos etapas. En la primera, se evaluó la curva de crecimiento propuesto por Gompertz. Se utilizaron 40 cuyes machos (20 por genotipo), distribuidos al azar en cinco pozas de cuatro cada uno por genotipo, fueron alimentados con rastrojo de brócoli y concentrado. Los controles de pesos se realizaron semanalmente hasta las 32 semanas de edad. En la segunda etapa, se evaluó la curva de deposición de los componentes químicos utilizando la ecuación de Gompertz y el perfil de ácidos grasos de la carcasa de los dos genotipos. Se utilizaron 48 cuyes machos (24 por genotipo), distribuidos al azar en ocho pozas con tres cuyes cada uno por genotipo. El manejo y la alimentación fue igual a la primera etapa del estudio. El diseño estadístico utilizado fue el Completamente al Azar en Bloques y para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS Studio Environment (SAS 2005), con un nivel de significación de $\alpha:0.05$. En la ecuación de Gompertz, se observó que la función de la relación entre la máxima tasa de crecimiento y el tamaño adulto (k) en el genotipo Cieneguilla fue mayor ($P<0.05$) al genotipo Perú. La edad de la máxima ganancia de peso en el punto de inflexión (t_i) fue de 9.708 y 9.168 semanas para los genotipos Perú y Cieneguilla, respectivamente. En cuanto a los componentes químicos de la carcasa, la asíntota del contenido de humedad y proteína en la carcasa del genotipo Perú fue superior ($P<0.05$) al de Cieneguilla, mas no en el contenido de grasa que fue similar ($P>0.05$) en ambos. Igualmente, la función de la relación de la máxima tasa de deposición de los tres componentes químicos en la carcasa y el contenido a la edad adulta (k) fue similar ($P>0.05$) en los dos genotipos. La edad de la máxima tasa de deposición de humedad y proteína total en el punto de inflexión (t_i) son inferiores a la máxima tasa de deposición de grasa superior en ambos genotipos. Respecto, al perfil de ácidos grasos de la carcasa, se observó que el contenido de ácidos grasos saturados totales e individuales fue similar ($p>0.05$) en los dos genotipos, pero el contenido de ácidos grasos monoinsaturados y ácido oleico (C18:1C) fue superior ($p<0.05$) en el genotipo Cieneguilla, mientras que el contenido de ácidos grasos poliinsaturados, ácido linoleico y linolénico fue superior ($P<0.05$) en la carcasa del genotipo Perú.

Palabras claves: genotipo, curva de crecimiento, punto de inflexión, ácidos grasos.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the genotype on the productive response through the growth curve, chemical composition and fatty acid profile of the carcass of the genotypes of Peru and Cieneguilla guinea pigs. The research was carried out in two stages. In the first, the growth curve proposed by Gompertz was evaluated. Forty male guinea pigs (20 per genotype) were used, randomly distributed in five pens of four each per genotype, they were fed with broccoli stubble and concentrate. Weight controls were performed weekly until 32 weeks of age. In the second stage, the deposition curve of the chemical components was evaluated using the Gompertz equation and the fatty acid profile of the carcass of the two genotypes. Forty-eight male guinea pigs (24 per genotype) were used, randomly distributed in eight pens with three guinea pigs each per genotype. Management and feeding was the same as the first stage of the study. The statistical design used was Completely Randomized in Blocks and the SAS Studio Environment program (SAS 2005) was used for the statistical analysis, with a significance level of $\alpha:0.05$. In the Gompertz equation, it was observed that the function of the relationship between the maximum growth rate and adult size (k) in the Cieneguilla genotype was higher ($P<0.05$) than the Peru genotype. The age of maximum weight gain at the inflection point (ti) was 9,708 and 9,168 weeks for the Peru and Cieneguilla genotypes, respectively. Regarding the chemical components of the carcass, the asymptote of the moisture and protein content in the carcass of the Peru genotype was higher ($P<0.05$) than that of Cieneguilla, but not in the fat content, which was similar ($P>0.05$). in both. Similarly, the function of the ratio of the maximum deposition rate of the three chemical components in the carcass and the content at adulthood (k) was similar ($P>0.05$) in the two genotypes. The age of maximum moisture deposition rate and total protein at the inflection point (ti) are lower than the maximum upper fat deposition rate in both genotypes. Regarding the fatty acid profile of the carcass, it was observed that the content of total and individual saturated fatty acids was similar ($p>0.05$) in the two genotypes, but the content of monounsaturated fatty acids and oleic acid (C18:1C) was higher ($p<0.05$) in the Cieneguilla genotype, while the content of polyunsaturated fatty acids, linoleic and linolenic acid was higher ($P<0.05$) in the carcass of the Peru genotype.

Keywords: genotype, growth curve, inflection point, fatty acids.

I. INTRODUCCIÓN

En todo sistema de producción animal, la tasa de crecimiento corporal es una medida muy importante del proceso productivo, el mismo que obedece a un proceso biológico propio de cada especie animal y es el resultado del aumento del tamaño, peso y cambios producidos en las funciones de los diferentes órganos y tejidos que ocurren a lo largo del ciclo de vida de un animal. El crecimiento se define como un proceso multifactorial y complejo que incluyen fenómenos de hipertrofia e hiperplasia celular que dan origen a cambios en el peso y tamaño corporal, con un aumento de peso muy rápido y de forma exponencial en la fase prenatal; mientras que el crecimiento posnatal obedece a una curva sigmoideal con un punto de inflexión y una asíntota (Whittemore *et al.* 1988).

Por otro lado, el cuy es una de las especies domésticos poco estudiado en cuanto a la dinámica de crecimiento y composición corporal a diferentes edades, genotipos y líneas. De acuerdo al origen y tipo de mejoras genéticas que han tenido los progenitores de esta especie los primeros investigadores en estudiar su anatomía y crecimiento de los diferentes órganos como animal de laboratorio fueron Gericke *et al.* (2005), cuyos resultados pueden utilizarse como punto de partida para nuevas investigaciones con esta especie doméstica.

Sin embargo, es probable que cada línea o genotipo de cuy que se produce en el país, podría haber desarrollado sus propias características productivas y reproductivas que deben ser evaluados mediante trabajos de investigación para obtener mayor información sobre la tasa del crecimiento y composición de la carne, lo que permitiría establecer un procedimiento estándar que facilitaría comparar los resultados de estudios realizados en otros países (Kouakou *et al.* 2013; Morales *et al.* 2011); asimismo, servirán de base para futuras investigaciones en la mejora genética y alimentación de esta especie. Estos resultados beneficiarán a los criadores en la producción de cuyes con mayor rendimiento, tamaño y mejor calidad de carne para los consumidores.

Esta escasa información en cuyes como especies productivas, amerita mayor estudio sobre la curva de crecimiento, calidad y composición de la carcasa de cuyes mejorados

genéticamente en el país con fines productivos, lo que ha motivado el desarrollo del presente trabajo de investigación, teniendo como objetivo principal, evaluar el efecto del genotipo, sobre la respuesta productiva mediante la dinámica de la curva de crecimiento, composición química y perfil de ácidos grasos de la carcasa de los genotipos de cuyes Perú y Cieneguilla

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES GENERALES

La producción de cuyes en el país es una actividad pecuaria cuyo sistema de crianza varía en función a las regiones, mercado y clima; es así que, en la costa peruana predomina la crianza semi-comercial, mientras que en la zona andina predomina la crianza familiar, con bajo nivel tecnológico en cuanto a alimentación, genética, sanidad y manejo. La carne lo destinan principalmente al autoconsumo y el pequeño excedente lo envían al mercado (Camino e Hidalgo 2014; Sarria *et al.* 2019). Sin embargo, en las últimas décadas, gracias al conocimiento de las bondades de la carne de cuy que es saludable y delicioso (Rosenfeld 2008) y que es una fuente económica de proteína animal de alta calidad para los humanos, ha motivado la crianza de esta especie principalmente en los países en vías de desarrollo (Lammers *et al.* 2009).

En los sistemas de producción pecuaria y específicamente de los cuyes, existen muchos factores que influyen en los resultados de los parámetros productivos como la tasa de crecimiento, conversión alimenticia, composición de la carne y contenido de ácidos grasos que depositan en los tejidos. Al respecto, los factores que influyen en la composición de la carne son la edad, peso vivo, composición de la dieta, el sexo y el genotipo del animal (Chauca *et al.* 1998; Kouakou *et al.* 2013). Los factores de mayor importancia son la composición de la dieta y el genotipo de los animales (Do y Mair 2022). En el país se tienen diferentes genotipos, ecotipos y líneas de cuyes desarrollados en diferentes condiciones ambientales a través de la selección artificial (Camino e Hidalgo 2014). En los últimos años el Instituto Nacional de Investigación Agrario (INIA) ha liberado al mercado diferentes genotipos llamados razas como Perú, Andina, Inti con características propias en cuanto a producción (Reynaga *et al.* 2020). Sin embargo, en algunos estudios observaron que el cruzamiento a base de genotipos comerciales Perú, Andina e Inti no produce efectos favorables sobre la mejora de la eficiencia a la conversión alimenticia y el rendimiento de carcasa (Meza *et al.* 2018).

2.2 MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LOS CUYES EN EL PERÚ

2.2.1 Formas de mejoramiento genético

Los avances y nuevos conocimientos sobre el manejo, requerimientos nutricionales y sistemas de alimentación de los cuyes, sentaron las bases para realizar estudios sobre mejoramiento genético, con la finalidad de incrementar los rendimientos productivos de los animales. En el Perú se inician los estudios de mejoramiento genético de cuyes en el año de 1966 con germoplasma de diferentes ecotipos a nivel nacional. Existen tres formas de mejoramiento genético, la selección artificial, el cruzamiento y la consanguinidad:

La primera, consiste en la selección de los animales con características superiores, los cuales serán destinados como reproductores, con la finalidad que en las generaciones siguientes la proporción de genes deseables superen a las no deseables. Esta forma de mejoramiento genético se realiza mediante mediciones y evaluaciones de las características expresados en el fenotipo (García 2006 citado por Camino e Hidalgo 2014). Por otro lado, las características de mayor interés genética, son aquellos que inciden directamente en la rentabilidad de los parámetros productivos como la conversión alimenticia, el tamaño de camada y el número de animales logrados, peso al nacimiento y al destete. Sin embargo, no todos estos parámetros son susceptibles a ser considerados en el proceso de mejora genética porque dependen de la heredabilidad y de la correlación genética (Dilar *et al.* 1972; Quijandría *et al.* 1983b).

La segunda forma es a través del mejoramiento por cruzamiento, que consiste básicamente en el apareamiento de los animales de linajes con distinto origen, de esta manera se produce una complementariedad genética que hace que estos animales sean superiores al promedio de los padres por efecto del vigor híbrido (Solarte *et al.* 2002; Rodríguez *et al.* 2013).

La tercera forma de mejoramiento es por consanguinidad, que consiste en la formación de linajes altamente homogéneos mediante el apareamiento de individuos con un parentesco más cercano que el promedio de la población. Sin embargo, esta última forma, tiende a reducir los niveles productivos de una población, motivo por el cual es

solo aplicable de manera experimental o con finalidad de formar lotes consanguíneos de reproductores denominados “abuelos”, los cuales mediante cruzamiento entre líneas no emparentadas proveerán de individuos híbridos con mejores características productivas (Rodríguez *et al.* 2015).

2.2.2 Líneas y genotipos de cuyes en el Perú

De acuerdo a la zona geográfica, los cuyes presentan diferentes características fenotípicas, conformando ecotipos como los provenientes de Cajamarca, Huancayo y Arequipa, que varían en cuanto a color de pelo, de ojos y conformación corporal. Pero desde el punto de genotipo, los cuyes se clasifican en dos grupos: Criollos y Mejorados. El primero, son animales pequeños, rústicos y bien adaptados al medio ecológico; mientras que el cuy mejorado es producto del cruzamiento entre genotipos desarrollados en diferentes centros de investigación, así tenemos: Perú, Andina, Inti y últimamente el Kuri, liberado por el INIA (Chauca 2022) que le dieron la denominación de “Razas “, Genotipo Yauris (Universidad Nacional del Centro de Huancayo), Genotipo Cieneguilla – UNALM (Sarria *et al.* 2019). Al respecto, fueron tres las instituciones pioneras que iniciaron en el año de 1960 las investigaciones en esta especie: la Universidad Nacional Agraria La Molina, la Estación Experimental La Molina (actualmente INIA) y la Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo (Chauca *et al.* 2008).

En la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) se inició el mejoramiento genético del cuy a partir del año 1962 con la recolección de diversos ecotipos de cuyes en todo el país, el mejoramiento se dio mediante selección artificial en función al peso vivo final, produciendo variedades con elevado peso corporal al beneficio, llegando a registrar animales de 800 g de peso vivo a los seis meses y tres kg a los dos años de edad, a esta variedad se le conoció popularmente como “cuyes gigantes La Molina”. En la segunda etapa, la selección se enfocó al desarrollo de animales precoces, seleccionando como reproductores a los animales con velocidad de crecimiento superiores. En etapas posteriores se seleccionó en base a colores de capa; sin embargo, la continuidad del proceso de mejoramiento se vio afectado por motivos pocos conocidos (Sarria *et al.* 2019). Asimismo, la Unidad Experimental Agropecuaria del INIA inicia el mejoramiento genético de esta especie animal en el año 1966, con animales de diferentes regiones, principalmente de la sierra norte del Perú en función a

su precocidad y prolificidad, obteniendo por selección y cruzamiento genotipos con la denominación de razas. En el caso de la raza Perú se seleccionaron animales en función al mayor peso vivo final a los 91 días. En una siguiente etapa de selección enfocaron en reducir la edad de saca, seleccionando por precocidad en la descendencia. Este genotipo es una de los más conocidos en el país y tal como afirman Chauca *et al.* (2008), es considerado como raza Perú desde el año 2004, se caracteriza por su precocidad ya que alcanza un peso de 1,046 g a las ocho semanas de edad, con una ganancia de peso diario de 16.93 g, que lo hace más exigente en nutrientes, recomendando utilizar raciones con 18 por ciento de proteica cruda y 3,000 Kcal de energía digestible (INIA 2005). Los principales parámetros productivos de este genotipo se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1: Parámetros productivos de cuyes machos de la raza Perú

Parámetros	Unidad	Promedio
Peso individuales		
• Al nacimiento	g	175.50
• 14 días de edad	g	326.30
• 8 semanas de edad	g	1,046.00
Incremento de peso		
• Total (42 días engorde)	g	711.00
• Diario	g	16.93
Consumo de alimento (TCO)	Kg	
• Alimento balanceado (90.38% MS) ¹		1.98
• Chala (21.58 por ciento MS)		2.52
Consumo de alimento (MS)	g	
• Total	g	2.153
• Diario	g	51.30
Conversión alimenticia	g	3.03
Rendimiento de carcasa	%	72.64

Fuente: INIA (2005).

¹Ración incluye 18.5 por ciento de proteína cruda, 2.97 Mcal/Kg de Energía digestible.

TCO = Tal como ofrecido, MS = Materia seca.

En cuanto al genotipo Cieneguilla – UNALM, el mejoramiento genético comienza en el año 1982 cuando la Universidad Nacional Agraria La Molina recibe del Ministerio de Agricultura la Granja de Cuyes de la Empresa Ganadera Amazonas, ubicada en el distrito de Cieneguilla. Posteriormente, entre los años 1989 y 1992 se introducen cinco genotipos mejorados de diferentes procedencias: La Molina (Granja Animales Menores -UNALM), Auquicuy (Granja Auquicuy–Ecuador), Fundación para el Desarrollo Nacional (Granja Papa León XIII–Pucusana), del Valle de Mantaro y Santa María (Granja Santa María–Chorrillos). Estos genotipos se mantuvieron separados y sin aparearse entre si hasta el año 1993, el genotipo Auquicuy fue la base para comenzar con el apareamiento debido a sus buenas características productivas (Sarria *et al.* 2019). De esta manera, el genotipo Cieneguilla–UNALM proviene de la consolidación de genotipos por medio del apareamiento indeterminado entre ellos, con exclusión de la línea la Molina, estos cuyes del genotipo Cieneguilla–UNALM se caracterizan por ser animales rústicos y con una buena velocidad de crecimiento y peso al sacrificio (Camino e Hidalgo 2014).

2.3 GANANCIA DE PESO DE LOS CUYES DEL GENOTIPO PERÚ Y CIENEGUILLA

Los factores que están directamente relacionados con el ritmo de crecimiento son la selección genética y el ambiental, de este último factor el más importante es la nutrición y alimentación de los animales, además de la buena salud, manejo e instalaciones adecuados (Sarria *et al.* 2019). Al respecto, en un trabajo de investigación en cuyes del genotipo Cieneguilla criados con tres sistemas de alimentación: con solo alfalfa verde, alimento balanceado más alfalfa verde (mixto) y solo alimento balanceado (integral), observaron mayor peso vivo total y ganancia de peso total ($p < 0.05$) a la décima semana de edad a favor de la dieta mixta y la integral respecto a la dieta con solo alfalfa verde o control (Huamaní *et al.* 2016). Sin embargo, Aliaga y Gómez (2020) no encontraron diferencias significativas en pesos finales y ganancias de peso diario en cuyes del genotipo Cieneguilla alimentados con concentrado integral, concentrado con 0.17 mg de Se/Kg y concentrado con 0.24 mg de Se/kg a las nueve semanas de edad. En otro estudio en cuyes del genotipo Perú, alimentados con forraje y alimento concentrado con diferentes niveles de treonina,

reportaron mayor ganancia de peso diario ($p < 0.05$) a las 10 semanas de edad con 0.63 por ciento de treonina y la menor ganancia diario y peso final con 0.55 g de treonina en el concentrado (Paredes y Cerquín 2021).

Por otro lado, la línea genética puede ser un factor importante en las variaciones de los parámetros productivos en los animales de granja. Al respecto, Cruz *et al.* (2021) observaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en peso vivo y ganancia de peso diario en cuyes machos de ocho semanas de edad a favor de la línea Mantaro comparada a la línea Saño; en cuanto a las características de precocidad y prolificidad no encontraron diferencias ($p > 0.05$) entre ambas líneas. En otro trabajo de investigación, reportaron efecto de la raza de cuyes sobre el peso vivo final y ganancia de peso diario a las nueve semanas de edad alimentados con dieta integral (concentrado) y mixta (concentrado más maíz chala), entre las razas Perú, Andina e Inti, mostrando diferencias ($P < 0.05$) a favor de la raza Perú respecto a las otras dos razas en estudio (Reynaga *et al.* 2020). Estos valores de pesos vivos son cercanos a los valores publicados por el INIA (2005) en cuanto a peso al nacimiento y a las ocho semanas de edad en la raza Perú. En otro estudio, reportaron diferencias significativas en ganancia de peso diario a favor del genotipo Cieneguilla respecto al genotipo Perú a las 12 semanas de edad (Camino e Hidalgo 2014). Al respecto, Chauca *et al.* (2008) informaron ganancia de peso diario y total de 16.9 y 711 g en cuyes genotipo Perú a las ocho semanas de edad, respectivamente. Valores bastante cercanos fueron reportados en cuyes del genotipo Cieneguilla–UNALM a las siete semanas de edad (Airahuacho y Vergara 2017).

2.4 DINÁMICA Y MODELOS MATEMÁTICOS DE LA CURVA DE CRECIMIENTO EN CUYES

2.4.1 Dinámica de la curva de crecimiento de los animales

En todas las especies de animales la vida inicia con la fecundación de la célula femenina (óvulo) cuyo peso es insignificante y después del nacimiento crecen hasta alcanzar un peso a la madurez, de acuerdo a la especie y genotipo del individuo. El crecimiento posnatal puede ser representado por una curva sigmoideal en el cual primero se observa un crecimiento lento seguido de un crecimiento rápido hasta la

madurez que se vuelve nuevamente lento (Whittemore *et al.* 1988; Gericke *et al.* 2005; Noguera *et al.* 2008). En la Figura 1 se propone la secuencia del crecimiento y desarrollo de un cuy, desde la fecundación hasta la adultez.

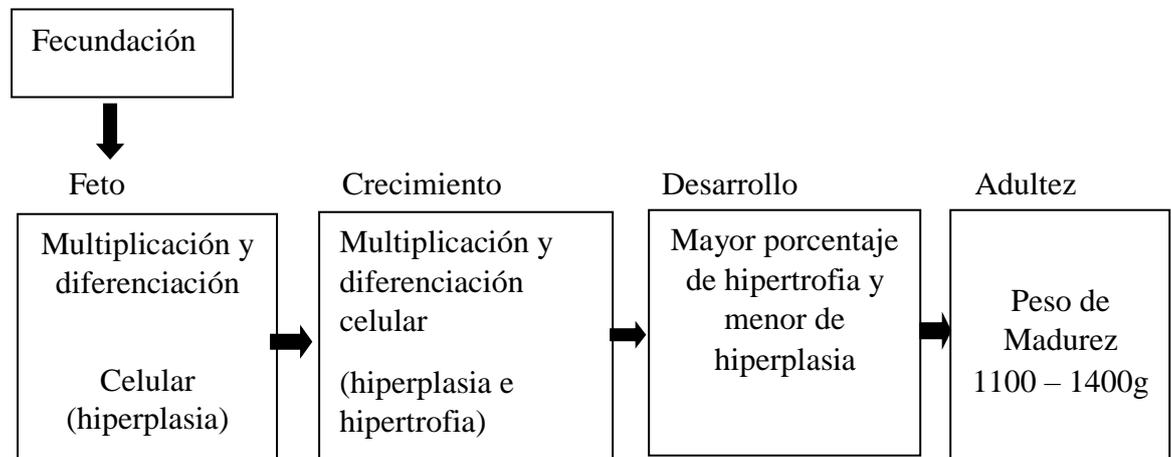
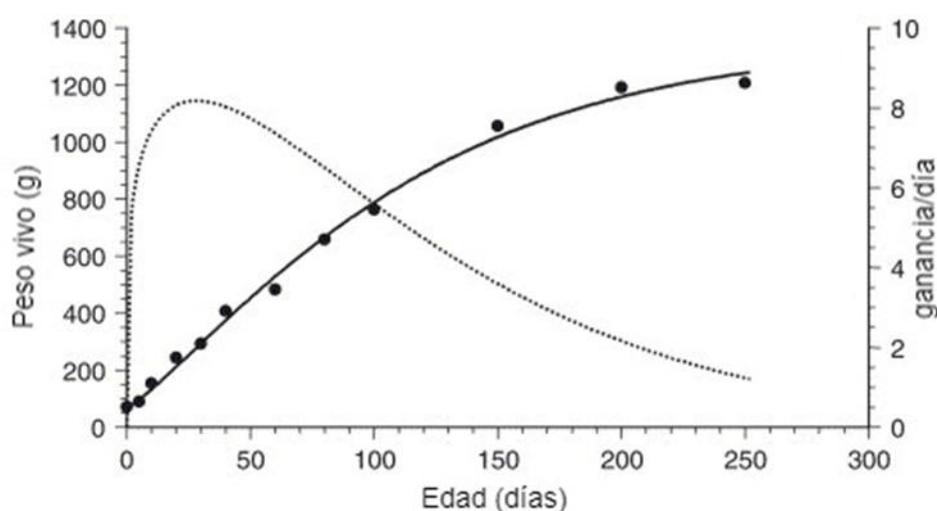


Figura 1: Secuencia del crecimiento y desarrollo del cuy.

En un sistema de producción de carne de una granja, el parámetro más deseado es la ganancia de peso vivo por unidad de tiempo y cantidad de alimento consumido, que al final también se traduce como tasa de crecimiento. Al respecto, una adecuada descripción de la dinámica del crecimiento puede ser utilizada para explicar y predecir el comportamiento productivo de los animales (Casas *et al.* 2010).

Asimismo, el crecimiento de los animales se ajusta a una curva sigmoidea. Se pueden distinguir en la curva dos partes: a) una fase acelerada al principio de la vida, donde el crecimiento es rápido por unidad de tiempo y b) es la parte de auto inhibición (Fowler 1968). A partir de cierta edad, que corresponde después de la pubertad, el crecimiento disminuye, hasta que finalmente el animal alcanza la madurez (Fowler 1968). La tasa de crecimiento se pone de manifiesto por el aumento de peso por unidad de tiempo y si se registran los pesos vivos a diferentes edades desde la concepción hasta la madurez, su representación gráfica da lugar a la “curva de crecimiento”. La etapa de mayor intensidad del crecimiento es de gran importancia económica ya que es el periodo en que los animales productores de carne rinden el mayor beneficio (Gericke *et al.* 2005).

Al respecto, Gericke *et al.* (2005), observaron que la máxima tasa de crecimiento del cuy macho se da a los 28 días de edad (punto de inflexión) con un crecimiento máximo de 8.17 g/día y la curva de crecimiento sigue una tendencia exponencial hasta los 250 días de edad (Figura 2). Esta especie animal alcanza su máximo desarrollo hasta los 8 o 9 meses de edad (Habermhl 1975 citado por Gericke *et al.* 2005); en tanto, Cooper y Schiller (1975) observaron que los cuyes aumentan de peso corporal hasta los 15 meses de edad. Sin embargo, el tiempo de vida, en condiciones de excelente salud de los cuyes, puede variar alrededor de seis a ocho años como máximo (FAO 2000).



— Curva de crecimiento Tasa de crecimiento

Figura 2: Curva y tasa de crecimiento del peso vivo de cuyes machos

Fuente: Gericke *et al.* (2005)

Factores como tamaño de camada y número de parto pueden hacer variar la tasa de crecimiento hasta cierta edad en los cuyes. Al respecto, Burgos-Paz *et al.* (2010), observaron que los pesos al nacimiento y al destete de los cuyes nacidos en tamaños de camada menores o igual a cuatro, tuvieron mayores pesos ($p < 0.05$) hasta los 90 días de edad, pero posteriormente, los nacidos en camadas superiores a cuatro crías mostraron pesos similares ($p > 0.05$) a los nacidos en camadas de cuatro o menos cuyes. Asimismo, en cuanto al efecto del número de partos, observaron que individuos nacidos en segundo y tercer parto tuvieron los mayores pesos ($p < 0.05$) a los 90 y 120 días de edad, mientras que los nacidos en el cuarto parto alcanzaron los menores pesos a los 90 y 120 días de edad. Estos valores se deberían al desgaste

físico, fisiológico y metabólico que tiene la hembra durante su fase reproductiva (Burgos–Paz *et al.* 2010).

2.4.2 Modelos matemáticos de la curva de crecimiento

Una apropiada descripción matemática de la dinámica de crecimiento de los animales puede ser usada para explicar los patrones observados en el campo, comparar tasas de crecimiento y predecir el comportamiento productivo de los animales en una empresa en particular (Casas *et al.* 2010). Al respecto, un modelo de crecimiento ajustado brinda una oportunidad para describir características importantes tales como precocidad, ganancia de peso diario, peso adulto y el intervalo de tiempo entre el nacimiento y la madurez (Casas *et al.* 2010). Asimismo, modelar la curva de crecimiento de los animales es importante para optimizar las prácticas de manejo y alimentación, así como la mejor genética y la eficiencia productiva de los animales (Do y Miar 2020)

Al respecto, diferentes modelos matemáticos han sido utilizados para describir el crecimiento animal, dado que este proceso al no seguir una tendencia lineal es necesario explorar modelos empíricos no lineales que permitan estudiar la relación entre la edad, velocidad de crecimiento y madurez, para efectos de investigación y recomendaciones de orden productivo (Noguera *et al.* 2008). Asimismo, estas estimaciones de parámetros interpretables biológicamente de una función de crecimiento asociadas a las características productivas de los animales pueden ser una alternativa para programas de selección, buscando precocidad con mayor peso y mejor calidad de la carne (Noguera *et al.* 2008). La forma de la curva de crecimiento se puede utilizar en programas de mejoramiento genético (Fitzhugh 1976), porque se ha demostrado en diferentes especies de animales que los parámetros de crecimiento son hereditarios y responden a los programas de selección (Mignon-Grasteau 1999; Wurzinger *et al.* 2005). Sin embargo, Do y Mair (2020), advierten tener presente en un programa de selección, que el peso máximo estimado y la tasa de crecimiento maduro en visones varían entre los modelos y difieren entre sexos, porque los machos crecen más rápido y alcanzan el peso corporal máximo a mayor edad que las hembras.

Entre los modelos matemáticos que han sido diseñados para describir la curva de crecimiento se tiene el modelo de Gompertz (1825), propuesto por Winsor (1932) que explica los fenómenos biológicos y económicos asociados al crecimiento de los animales. Este modelo asume que la tasa de crecimiento postnatal se incrementa monotónicamente hasta que alcanza un máximo y después decrece en forma monótona asintóticamente. Asimismo, la correspondiente curva de crecimiento es sigmoideal, con un punto de inflexión (el cual corresponde a la máxima tasa de crecimiento con la edad) y una asíntota. En la fase inicial se observa un periodo donde la tasa de crecimiento es cercano a “0”, también denominada fase lag, y se describe como el tiempo en el cual se presenta la maduración del sistema inmunológico y se estructura el requerimiento de mantenimiento, su duración está limitada por el valor de delta. Este valor corresponde a la edad a la cual la línea tangente al punto de inflexión corta al eje X (Devlieghere *et al.* 2008).

Al respecto, la ecuación de Gompertz surge a partir de modelos de crecimiento autorregulados, donde la tasa de crecimiento disminuye exponencialmente con el tiempo después de alcanzar el punto de inflexión. En la Tabla 2 se muestra las propiedades matemáticas del modelo de Gompertz. Esta ecuación fue parametrizado por Winsor (1932) citado por Casas *et al.* (2010):

$$Y = a * \exp(-\exp(b - (c * t)))$$

Donde:

Y: Es el peso del animal a un tiempo t

a>0: Es el peso adulto

c>0: Describe el índice de madurez o tasa específica de crecimiento.

b>0: Controla la diferencia entre el peso inicial y el peso final a un tiempo t

Punto de inflexión: es el punto en el tiempo donde $Y = a/\exp$ y este da un $t = b/c$

La curva de crecimiento de Gompertz permite generar asimetría alrededor del punto de inflexión y alcanza este punto antes del 50 por ciento del peso adulto; además, muestra crecimientos tempranos y rápidos, pero unos valores más lentos en la medida que se aproxima a la asíntota, con un largo periodo de crecimiento lineal alrededor del punto de inflexión (Casas *et al.* 2010).

Tabla 2: Propiedades matemáticas del modelo de Gompertz parametrizado

Propiedades	
Ecuación	$y = a \cdot \exp(-\exp(-k \cdot (t - t_i)))$
Número constante	3
Asintota	$y = a$ (peso adulto)
Inflexión	$t = b/k$; $y = a/\exp$
Simetría	Asimétrico
Tasa de Crecimiento	$dy/dt = k \cdot y = \exp(b - (k \cdot t)) = k \cdot y \cdot \ln(a/y)$
Tasa máxima de crecimiento	$(k \cdot a)/\exp$
Tasa relativa en función de t	$1/y \cdot dy/dt = k \cdot \exp(b - (k \cdot t))$
Tasa relativa en función de t	$1/y \cdot dy/dt = k (\ln a - \ln y)$

Fuente: Winsor (1932)

Por otro lado, los modelos Bertalanffy, Gompertz y Logístico hacen predicciones con bastante aproximación del peso de los animales a través del tiempo; mientras que el modelo Brady subestima el peso al nacimiento independiente del sexo de los animales (Noguera *et al.* 2008). Por otro lado, la parametrización de los coeficientes del modelo de Gompertz para peso corporal y peso de la canal provee de una información muy valiosa ya que permite estimar la ganancia diaria para cada una de las variables evaluadas incluyendo la dinámica de macromoléculas de la canal en torno a su expresión con la edad (Casas *et al.* 2010).

Utilizando el modelo matemático de Gompertz en cuyes machos y hembras, Noguera *et al.* (2008) reportaron valores para A (estimación de peso a la madurez) de 1331.3 y 1232.4 g, para B (parámetro de integración) de 2.0368 y 2.0152 y para K (estimación de la precocidad a la madurez) de 0.028 y 0.0306 g/día en machos y hembras, respectivamente. Todos los modelos revelan que los machos presentan un mayor peso maduro que las hembras. Mientras que las hembras crecen a una tasa mayor que los machos, alcanzando el peso adulto a una menor edad (Noguera *et al.* 2008); asimismo, las tasas de crecimiento expresados en gramos/día estimados por los modelos, para machos varía entre 0.0079 y 0.0471 en tanto que para las hembras fluctuaran entre 0.0106 y 0.0486. Esto indica que cuanto mayor es el valor de K, más rápidamente el cuy alcanzará su peso adulto. Animales con un alto valor de K

presentan madurez precoz en comparación con individuos que tienen valores más bajos de K con peso iniciales semejantes (Noguera *et al.* 2008).

En Colombia, en un estudio de meta análisis utilizaron 3,343 datos de producción, reproducción y genealogías de *Cavia porcellus* para estimar mediante un modelo animal los componentes de variancia y covarianza para el cálculo de los parámetros genéticos y ambientales de las características productivas de mayor importancia económica; para estas estimaciones utilizaron el promedio de peso al nacimiento de 133.72 g (Solarte *et al.* 2002). Valores superiores fueron registrados por el INIA (2005) y Soto *et al.* (2020) en cuyes del genotipo Perú y Cieneguilla, respectivamente.

En otras especies de animales de granja como los pollos broiler, se realizaron dos experimentos para evaluar un modelo y estimar el requerimiento de energía metabolizable (EM) para determinar los parámetros de crecimiento mediante la ecuación de Gompertz, observando en machos y hembras el peso a la madurez (W_m) de 6,050 y 4,801 g, respectivamente, la tasa de madurez (B) por día de 0.0389 y 0.0362, respectivamente y la edad o tiempo (t^*) de la máxima tasa de crecimiento fue a los 39 y 38 días, respectivamente (Sakomura *et al.* 2005), encontrando algunas discrepancias con otros estudios, en la estimación del valor t^* que es el tiempo en el cual se maximiza la tasa de crecimiento y se observa la precocidad en los pollos modernos; para otros autores, este valor es mayor como el de Gous *et al.* (1999) y Hancock *et al.* (1995) quienes reportaron valores máximos de la tasa de crecimiento en pollos a la edad de 40 y 43, de 43 y 45 días en machos y hembras, respectivamente. Estos valores de tasa de crecimiento máximos difieren entre machos y hembras después de los 21 días de edad a favor de los machos (Sakomura *et al.* 2005).

2.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARCASA

2.5.1 Composición química de la carne de diferentes especies

La estimación de la composición corporal de los animales es esencial para los sistemas de producción más eficientes (Fernández *et al.* 2010). Además, la

composición corporal inicial es importante para predecir el requerimiento de energía para crecimiento, pero su valoración tiene sus limitaciones en los animales vivos (Tedeschi *et al.* 2004; Baker *et al.* 2006).

Las proporciones de agua, proteína y ceniza del tejido corporal de los animales desprovistos de grasa son notablemente constantes. Al respecto, Clawson *et al.* (1991) en un estudio de meta análisis con aproximadamente 200 trabajos de investigación con diferentes tipos de animales (mamíferos, aves y peces) de diferentes edades, observaron que el agua, las proteínas y las cenizas del tejido cuerpo libre de grasa se encuentran en una relación alrededor de 19:5:1 (74-76 por ciento de agua de agua, 20 – 22 por ciento de proteína y 3–5 por ciento de ceniza) en ganado vacuno, cabras, ratones, ratas, ovejas, cerdos, pollos, codornices, pavos y peces (Clawson *et al.* 1991). En otro experimento con conejos de 4 a 9 semanas de edad alimentados con diferentes niveles e linaza en la dieta, no observaron efecto de la dieta sobre la composición del músculo *longísimus*, específicamente en cuanto a contenido de proteína y grasa a la novena semana de edad (Peiretti y Meineri 2010).

El crecimiento y el desarrollo pueden medirse en relación a los cambios de los tejidos corporales, debido a la edad y a la retención de compuestos químicos que constituyen la masa corporal de los animales, y que sirve de información básica para estimar las necesidades de nutrientes (Mitchell 1962 citado por Ayala 2018). A medida que aumenta el peso vivo, también incrementa la proporción de los compuestos químicos del tejido corporal, pero a distintos ritmos. Al respecto, la grasa se deposita a un ritmo creciente con la edad del animal, en tanto que, la proteína y ceniza, lo hacen en ritmos decrecientes a medida que el animal aumenta de edad. Asimismo, al comienzo de la vida, los aumentos de peso están constituidos principalmente por agua, proteína y minerales, que son necesarios para el crecimiento de los músculos y del hueso, posteriormente los incrementos de peso contienen cantidades crecientes de grasa y como consecuencia, su contenido energético aumenta (Mitchell 1962, citado por Ayala 2018).

En la Tabla 3 se muestra el análisis proximal de la carne del capibara (roedor silvestre) criado en cautiverio y libre, reportado por diferentes autores citados por

Anwar y Kegan (2020). Se observa que la humedad de la carne de capibara (*Hydroahoerus hidrochaeris*) oscila entre 74.10 y 75.87 por ciento, la proteína varía de 20.65 a 22.80 por ciento y los lípidos de 0.40 a 1.48 por ciento.

Tabla 3: Análisis proximal de la carne de capybara (*Hydroahoerus hidrochaeris*) adulto de ambos sexos (porcentaje)

Tipo de alojamiento	Humedad	Proteína	Lípidos	Ceniza	Fuente
Criados en jaula	75.80	21.74	0.74	0.90	Gerardi <i>et al.</i> (2007)
Criados en Jaulas	75.87	22.11	1.36	1.09	Sardín <i>et al.</i> (2003)
Criados libres,	74.75	20.65	1.48	1.20	Felix <i>et al.</i> (2014)
Criados libres	74.10	22.00	0.40	1.30	Saldanha <i>et al.</i> (2002)
Criados libres	75.70	22.80	0.40	1.10	Saldanha <i>et al.</i> (2002)

Fuente: Adaptado de Anwar y Kegan (2020)

En un trabajo de investigación con pollos broiler Ross de ambos sexos (Tabla 4) observaron que la composición química corporal de los machos es superior en depositar proteína durante todo el periodo de crecimiento; mientras que las hembras incrementan la deposición de grasa con la edad, porque los machos mostraron una tasa más amplia de deposición de proteína desde los 21 a los 42 días de edad mientras que las hembras retuvieron de 21 a 35 días de edad (Sakomura *et al.* (2005). En el año 1990 se reportó en un estudio con pollos broilers de 7 a 21 días de edad, alimentados con diferentes niveles de aceite de linaza; a los 21 días existiendo diferencias significativas en contenido de proteína y grasa en los músculos por efecto del aceite de linaza, igualmente no encontraron efecto del sexo sobre estos parámetros a esta edad (Olomu y Baracos 1990). Al respecto, Do y Miar (2020) mencionan que la curva de crecimiento se puede utilizar para describir los cambios de la masa corporal, la longitud o el número de células a lo largo de tiempo o edad de los animales.

Tabla 4: Tasa de crecimiento¹ del peso vivo, deposición de proteína y grasa de acuerdo a la edad y sexo en pollos broilers Ross (g/día)

Edad (días)	Crecimiento Corporal		Deposición de Proteína		Deposición de Grasa	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
7	24.7	24.9	4.1	2.3	1.3	2.1
14	43.5	38.2	7.1	4.9	3.6	3.8
21	62.8	50.4	9.6	13.5	7.1	6.0
28	77.7	59.1	10.8	14.1	10.6	8.4
35	85.6	63.2	10.7	9.6	13.1	10.6
42	86.3	63.0	9.6	5.3	13.8	12.3
49	81.4	59.4	8.1	2.6	13.2	13,3
56	72.9	53.6	6.5	1.3	11.7	13.6
63	62.8	46.8	5.1	0.60	9.8	13.4
70	52.6	39.9	3.9	0.28	7.9	12.6

¹Tasa de crecimiento calculadas de los derivados de la ecuación de Gompertz

Fuente: Sakomura *et al.* (2005)

2.5.2 Modelo matemático de Gompertz para composición corporal

Este modelo también es aplicado a datos de composición corporal de diferentes especies de animales. Al respecto, Casas *et al.* (2010) aplicaron este modelo para estudiar la tasa de crecimiento y composición química de la carcasa de cerdos, observando que los valores de edad y peso al punto de inflexión de la curva fueron similares para la mayoría de las variables medidas en el peso corporal y el peso de la canal. Sin embargo, el potencial de retención de proteína se ha incrementado con la selección genética, así como también los resultados de otros factores asociados a la edad, podrían estar influenciados con las técnicas de medición (Casas *et al.* 2010). Por otra parte, los procesos de valoración de la dinámica de las macromoléculas de la canal, muestran que el parámetro tasa de maduración es diferente para las fracciones de lípidos y proteína (Andersen y Pedersen 1996 y Knap 2000).

En la Tabla 5 se observan los valores de parametrización del modelo de Gompertz para la canal y sus componentes químicos en cerdos reportados por Casas *et al.*

(2010). En estudio, reportaron el peso promedio de la canal al nacimiento de 1.28 kg con una composición corporal estimada de 78.8, 14.5, 9.1 y 4.5 por ciento de agua, lípidos, proteína y cenizas, respectivamente. La tasa absoluta de crecimiento a los 100 kg fue 700 g/día para la ganancia de peso de la canal y las ganancias de la composición química de la canal relativa de agua, lípidos, proteína y ceniza fue de 46.1, 38.0, 15.0 y 2.7 por ciento, respectivamente. Los días requeridos para lograr un grado de madurez del 50 por ciento fueron de 182 días para el peso de canal. Mientras que el tiempo de crecimiento desde el nacimiento hasta el 98 por ciento de la madurez fue estimado en 509 días para el peso de canal, variando la composición de las macromoléculas de acuerdo al grado de madurez de los animales (Casas *et al.* 2010).

Tabla 5: Parametrización del modelo de Gompertz para la canal y sus componentes químicos en cerdos

Variable	Peso de la canal	agua	Lípidos	Proteínas	Ceniza
A	181.0	87.01	65.22	27.06	5.57
B	1.5997	1.4945	2.0994	1.6159	1.5197
C	0.0108	0.0112	0.0115	0.0120	0.0095
Edad punto de inflexión, días	148.12	133.44	182.56	134.66	159.97
Peso al punto de inflexión, kg	66.58	32.00	23.99	9.95	2.04
dy/dt Max. kg/d	07.19	0.358	0.276	0.119	0.19
Peso al nacimiento, kg	1.280	1.009	0.18	0.177	0.58
Fase lag o estructuración, d	55.53	44.16	95.60	51.33	54.71
Tasa relativa de crecimiento a 100 kg, kg/d	0.0085	0.0074	0.0139	0.0078	0.0086
Tasa absoluta de crecimiento a 100 kg, kg/d	0.7009	0.3323	0.27.07	0.1104	0.0194
50% de madurez, d	182.06	166.17	214.43	165.20	198.55
98% de madurez, d	509.41	481.93	521.86	459.82	570.70

Fuente: Casas *et al.* (2010)

La dinámica del crecimiento de los componentes químicos de la canal y el peso total de la misma, estimada con los parámetros obtenidos con el modelo de Gompertz se indica en la Figura 3. Asimismo, la tasa máxima de retención de

proteína se presente a una edad más temprana en relación con el peso de la canal del cerdo, mientras que la retención máxima de lípidos fue más tardía. Este comportamiento es compatible con rendimientos de líneas genética no mejoradas o afectadas por factores asociados al sistema de alimentación, el ambiente o el estado sanitario (Casa *et al.* 2010).

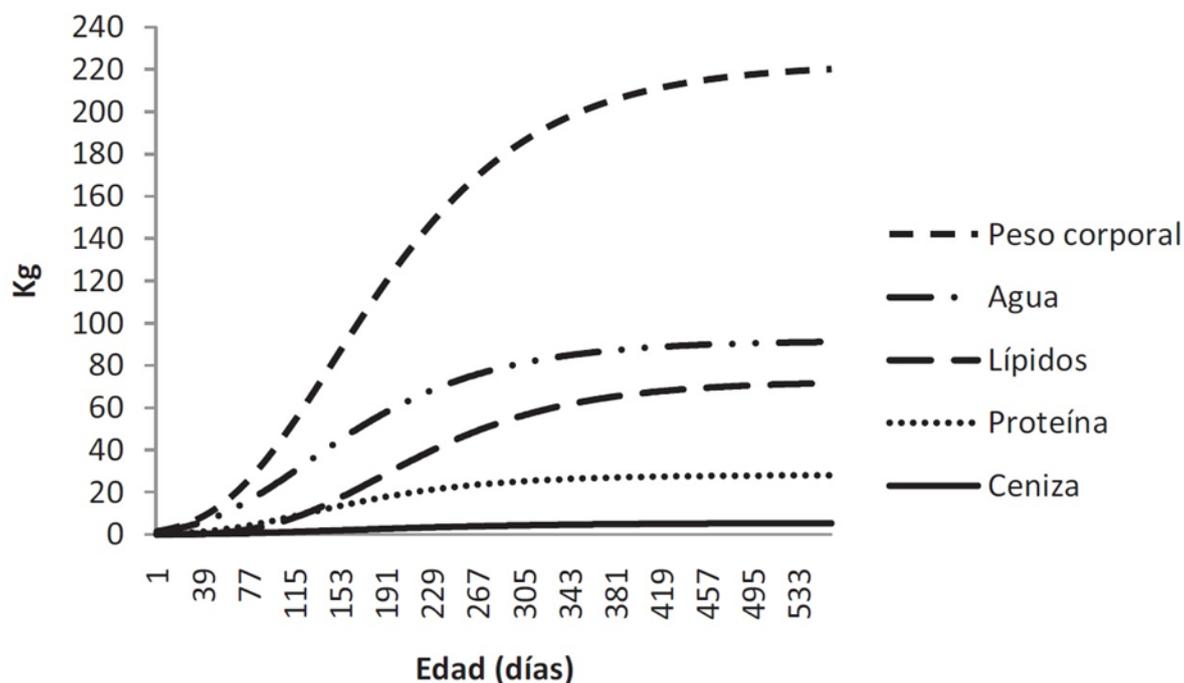


Figura 3: Curvas de la parametrización del Modelo de Gompertz para el peso de la canal y sus componentes químicos en cerdos castrados

Fuente: Casas *et al.* (2010)

En un experimento con pollos broiler de ambos sexos, utilizaron la ecuación de Gompertz para estudiar la utilización de energía y descripción de los parámetros de crecimiento, reportando valores de peso a la madurez de 616 y 368 g de proteína corporal, 818 y 1,234 g de grasa corporal, 3,773 y 2,313 g de agua corporal para machos y hembras, respectivamente (Sakomura *et al.* 2005). Estos resultados muestran la superioridad de la retención de proteína en los machos durante el periodo de crecimiento. Mientras que las hembras incrementan la deposición de grasa con la edad. Asimismo, los machos tuvieron mayor tasa de retención de proteína de 21 a 42 días y las hembras de 21 a 35 días. A partir de esta edad, la tasa de retención de proteína disminuye mucho más rápido en las hembras que en los machos, lo que indica que los machos tienen un mayor potencial para retener proteína corporal. En cuanto a la retención de grasa corporal los machos

incrementan hasta los 28 días con una constante máximo de 28 a 49 días luego decrece con la edad; sin embargo, las hembras incrementaron la tasa de retención de grasa hasta 42 días y mantuvieron una alta tasa de retención hasta los 70 días (Tabla 6) (Sakomura *et al.* 2005).

Tabla 6: Estimaciones de parámetros de crecimiento, de peso vivo, proteína, grasa, agua y ceniza corporal en pollo broiler según ecuación de Gompertz

Variables	Sexo	Parámetros			
		W _{in} (g) ¹	B (por d) ²	t*(d) ³	r ²
Peso vivo	Machos	6,050	0.0389	39	0.99
	Hembras	4,801	0.0362	38	0.99
Proteína corporal	Machos	616	0.0483	31	0.87
	Hembras	368	0.1092	25	0.78
Grasa corporal	Machos	818	0.0455	42	0.93
	Hembras	1,234	0.0297	56	0.93
Agua corporal	Machos	3,773	0.0327	43	0.98
	Hembras	2,313	0.0379	34	0.97
Ceniza corporal	Machos	201	0.283	50	0.96
	Hembras	127	0.0320	42	0.95

Fuente: Sakomura *et al.* (2005)

¹W_{in}(g) = Peso a la madures

²B (per d) = Tasa de maduración

³t*(d) = Tiempo en el cual la tasa de crecimiento es máxima.

En un estudio con cuyes del genotipo Perú y Cieneguilla alimentados con dietas con y sin inclusión de forraje verde, no encontraron diferencias significativas en porcentaje de grasa en la carcasa a las 12 semanas de edad (Camino e Hidalgo 2014); mientras, Kaijak (2003) citado por Chauca *et al.* (2008), reportaron diferencias significativas en contenido de grasa en la carcasa de cuyes de las líneas Mantaro, Saño y Tipo 1 a las 13 semanas de edad; variaciones que podrían deberse a la alta variabilidad genética de estas líneas de cuyes regionales, así como también, al peso vivo a una determinada edad del animal. En otro experimento en conejos demostraron que la deposición de grasa muscular es afectada significativamente por el genotipo de la especie; esto se debería a la actividad de las enzimas lipogénicas

(glucosa 6, fosfato deshidrogenasa y ácido graso sintasa) y a las oxidativas (β -hidroxiacetil-CoA deshidrogenasa y citrato sintasa) durante el metabolismo lipídico del tejido muscular (Zomaño *et al.* 2010).

Otro factor que hace variar la composición de la carcasa es el tipo de alimento que consumen los animales, como fue reportado en un estudio en cuyes del genotipo Cieneguilla, alimentados con solo alfalfa verde (control), alimento balanceado más alfalfa (mixto) y alimento integral, registrando mayor porcentaje de grasa ($p < 0.05$) en los cuyes alimentados con dietas a base de alimento balanceado respecto al control (Huamaní *et al.* 2016). Similar tendencia fueron reportados por Guevara *et al.* (2016) en un experimento en cuyes del mismo genotipo, alimentados con dietas conteniendo aceite de pescado y sachá inchi, observando menor porcentaje de grasa en la carcasa con las dietas que contenían sachá inchi.

Por otro lado, existen evidencias que sugieren que más del 60 por ciento del cambio en la composición de ácidos grasos del tejido adiposo del cerdo está asociado con la concentración y fuente de grasa de la dieta, el mismo que se produce durante los primeros 25 días de alimentación (Koch *et al.* 1968; Wiseman y Agunbiade 1998).

2.6 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARCASA

2.6.1 Perfil de ácido grasos en la carcasa de cuy y otras especies de animales

En las últimas décadas, se han realizado estudios con la finalidad de evaluar la calidad de la grasa de la carcasa mediante su composición de ácidos grasos saturados e insaturados (principalmente los poliinsaturados) en diferentes especies de animales; así como también sus funciones biológicas y su importancia en la vida y salud de los animales como también del ser humano como consumidor final de los productos de origen animal (Givens 2005).

Al respecto, en un estudio con tejido muscular del lomo de vacunos, cerdos y corderos, observaron que la diferencia más notable en los rumiantes y monogástricos (cerdo), que este último tiene cinco veces mayor concentración de ácido linoleico y significativamente mayor porcentaje de ácido mirístico, araquidónico y ácido

docosaheptaenoico (DHA). Esta diferencia del perfil de ácidos grasos en el músculo se debe a la biohidrogenación de los ácidos poliinsaturados por los microorganismos del rumen-retículo, convirtiéndolo en ácidos grasos monoinsaturados como el oleico y saturados como el ácido esteárico, los mismos que son absorbidos en el intestino delgado e incorporados en los tejidos de los rumiantes (Enser *et al.* 1996).

En otro experimento con toretes Angus cruzados y alimentados con ración de engorde y otro lote con solo pasto cultivado (ryegrass, alfalfa y dactylis), durante 140 días, determinaron el perfil de ácidos grasos del tejido adiposo subcutáneo, registrando a 0 y 140 días de engorde con alimento balanceado y con pastura similar concentración de ácido palmítico y palmitoleico pero mayor porcentaje ($p < 0.05$) de ácido oleico y linoleico a los 140 días de engorde con una dieta de alimento balanceado (Fincham *et al.* 2009).

En otro estudio con ganado vacuno, alimentado con solo forraje verde, reportaron que a pesar de la biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos poliinsaturados de la dieta, suficiente cantidad de ácido linoleico llega al intestino delgado para la absorción y deposición en el tejido muscular y hepático; además, con la dieta a base de forraje verde la carne contiene niveles más altos de ácidos grasos del grupo ω^3 comparados con los vacunos alimentados con raciones de engorde. La relación ω^6/ω^3 es consistente, observando valores de 2:1 en la carne de vacuno alimentado con forraje verde, mientras que esta relación es superior a 5:1 con raciones de engorde (Razminowicz *et al.* 2006).

En un trabajo de investigación con cuyes del genotipo Cieneguilla alimentados con dietas enriquecidas con sachá inchi y aceite de pescado, observaron un incremento en el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados, reducción de monoinsaturados y saturados con las dietas enriquecidas, comparadas con la dieta control (sin aceite de pescado y sachá inchi). En cuanto al porcentaje de ácido linoleico fue superior con las dietas que contenían sachá inchi, pero similar al control; la misma tendencia observaron con el ácido α linolénico (Guevara *et al.* 2016).

Por otro lado, Huamaní *et al.* (2016) evaluaron el efecto de la dieta sobre el perfil de ácidos grasos en la carcasa de cuy del genotipo Cieneguilla. No observaron diferencias significativas en contenido de ácidos grasos saturados, entre tipos de dietas (solo alfalfa verde, concentrado más alfalfa y concentrado integral); pero los cuyes alimentados con solo alfalfa verde tuvieron menor ($p < 0.05$) contenido de ácidos grasos monoinsaturados y mayor ($p < 0.05$) contenido de poliinsaturados, comparados con las dietas que contenían alimento balanceado. Asimismo, reportaron que el contenido de ácido oleico y linoleico fueron inferiores ($p < 0.05$), pero superior en ácido α linolénico ($p < 0.05$) con solo alfalfa verde, comparados con los animales alimentados con alimento balanceado (Huamaní *et al.* 2016). Al respecto, Antúnez de Mayolo (1999), citado por Guevara *et al.* (2016), también registró menor contenido de ácido linoleico pero mayor en ácido α linolénico en la carcasa de cuy alimentados con solo pasto natural; tampoco registró valores de ácido eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA) en la carne de cuyes.

En la Tabla 7 se observan valores del perfil de ácidos grasos en la carcasa de varios genotipos de cuyes, reportados por diferentes autores. Se puede observar alta variación del perfil de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados de cuyes alimentados con diferentes tipos de dietas así como animales de diferente genotipos y líneas genéticas (Huamaní *et al.* (2016; Flores–Mancheno *et al.* 2015 y Guevara *et al.* 2016).

Tabla 7: Perfil de ácidos grasos en la carcasa de diferentes genotipos de cuyes (expresado en porcentaje)

Ácidos grasos	Huamaní <i>et al.</i> (2016) ¹	Flores – Mancheno <i>et al.</i> (2015) ²			Guevara <i>et al.</i> (2016) ³
		Peruano Mejorado	Andino	Criollo	
Láurico C:12	-	0.57 ^a	0.57 ^a	0.56 ^a	-
Mirístico C14:0	-	2.47 ^b	2.55 ^a	2.56 ^a	-
Pentadecanoico C15:1	-	0.72 ^a	0.73 ^a	0.71 ^a	-
Palmítico C16:0	19.56	27.33 ^a	27.57 ^b	27.81 ^a	-
Palmitoleico C26:1	5.42	1.52 ^a	1.51 ^a	1.51 ^a	-
Heptadecanoico C17:0	-	0.91 ^b	0.95 ^a	0.89 ^a	-
Esteárico C18:0	7.31	4.18 ^a	4.15 ^a	4.08 ^a	-
Eslaídico C18:1	-	0.78 ^a	0.67 ^b	0.64 ^b	-
Oleico C18:1n-9 cis	16.24	28.55 ^a	27.79 ^b	26.94 ^b	23,43
Erúxico	-	0.41 ^a	0.30 ^a	0.31 ^a	-
Linoleico C18:2n-6 cis	32.71	11.93 ^a	11.21 ^b	12.06 ^a	36.41
α Linolénico c18:3n-3	7.32	2.29 ^a	1.92 ^b	1.98 ^b	5.45
Saturados (AGS)	27.94	37.01 ^a	36.71 ^a	37.11 ^a	30.45
Monoinsaturados (AGM)	21.66	31.44 ^a	30.49 ^a	29.26 ^a	26.09
Poliinsaturados (AGP)	49.87	14.22 ^a	13.30 ^a	14.04 ^a	42.88
Relación ω ⁶ /ω ³	4.44	5.21	5.84	6.09	7.10

Fuente: Adaptado de Huamaní *et al.* (2016); Flores–Mancheno *et al.* (2015) y Guevara *et al.* (2016)

¹: Alimentados con concentrado más alfalfa verde

²: Alimentados con concentrado más alfalfa y desechos de cosecha.

³: Alimentados con concentrado de cuy más rastrojo de brócoli

^{ab}: Letras diferentes en fila muestran diferencias significativas (p<0.05)

En un estudio con cuatro diferentes especies de roedores silvestres y domésticos, evaluaron la composición de ácidos grasos del tejido muscular, reportando que el porcentaje total de ácidos grasos saturados es menor (p<0.05) en el cuy que en el capybara, pero similar al conejo y paca, mientras que el porcentaje total de ácidos grasos monoinsaturados en el cuy es similar estadísticamente a las otras especies, pero contiene mayor (p<05) porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados comparado al conejo y capybara (Tabla 8) (Betancourt y Díaz 2014). Asimismo, en la Tabla 8

se presenta la composición de ácidos grasos del músculo de diferentes especies de roedores silvestres y domésticos, citados por Betancourt y Díaz (2014).

Tabla 8: Composición de ácidos grasos del músculo de diferentes especies de roedores

Porcentaje de ácidos grasos en relación al total de grasa muscular				
Ácidos grasos	Ronsoco (<i>Capybara</i>) ²	Majaz (<i>L. paca</i>) ³	Conejo	Cuy
C14:0 (mirístico)	3.0 ± 0.1 ¹	2.8 ± 0.2 ¹	4.0 ± 0.1 ¹	ND ¹
C16:0 (palmítico)	27.8 ± 0.2	26.6 ± 1.1	35.5 ± 0.1	25.3 ± 0.5
C16:1 (palmitoico)	2.0 ± 0.1 ^{ab}	2.2 ± 0.2 ^{ab}	4.4 ± 0.1 ^a	1.3 ± 0.1 ^b
C17:0 (heptadecanoico)	1.2 ± 0.1	1.4 ± 0.1	0.52 ± 0.1	ND
C17:1 (heptadecanoico)	0.1 ± 0.1	0.9 ± 0.1	ND	ND
C18:0 (esteárico)	7.1 ± 0.8 ^{ab}	8.4 ± 1.0 ^a	6.0 ± 0.1 ^b	7.4 ± 0.2 ^{ab}
C18:1n-9 (oleico)	24.5 ± 0.6	21.6 ± 0.9	25.0 ± 0.4	24.7 ± 0.5
C18:2n-6 (linoleico)	10.7 ± 0.3 ^b	13.3 ± 1.3 ^b	31.4 ± 0.1 ^a	31.3 ± 0.1 ^a
C18:3n-6 (gama-Linoleico)	1.3 ± 0.1	ND	ND	ND
C18:3n-3 (alfa-Linoléico)	20.0 ± 20.3 ^a	12.5 ± 0.9 ^b	1.5 ± 0.1 ^d	7.7 ± 0.2 ^c
C20:3n-3 (eicotetroenoico)	ND	9.0 ± 0.1 ^a	2.0 ± 0.3 ^b	1.3 ± 0.2 ^b
C22:5n-3 (docosapentaenoico DPA)	ND	1.0 ± 0.1	ND	ND
Total AGS (saturados)	39.4 ± 0.7 ^a	36.3 ± 2.1 ^{ab}	36.0 ± 0.2 ^{ab}	32.6 ± 0.4 ^b
Total AGMI (monoinsaturados)	27.9 ± 0.4 ^a	24.6 ± 0.9 ^b	29.3 ± 1.2 ^a	26.1 ± 0.5 ^{ab}
Total AGPI (poliinsaturados)	38.7 ± 0.3 ^b	36.1 ± 0.2 ^{ab}	34.5 ± 1.0 ^b	40.3 ± 0.1 ^a
Total n-3	20.0 ± 0.3 ^a	22.5 ± 0.3 ^a	3.5 ± 0.1 ^c	9.0 ± 0.2 ^b
Total n-6	12.0 ± 0.3 ^b	13.3 ± 0.1 ^b	31.1 ± 1.5 ^a	31.3 ± 0.1 ^a
Relación n-6/n-3	0.6 ± 0.1 ^c	0.5 ± 0.1 ^c	8.9 ± 0.1 ^a	3.5 ± 0.3 ^b

Fuente: Betancourt y Díaz (2014)

¹: Promedios ± error de standard. ²: *Hydroahoerus hydrochaeris*. ³: *Cuniculus paca*
^{abc}: Letras diferentes en fila muestran diferencias significativas (p<0.05)

2.6.2 Los ácidos grasos esenciales y la importancia de la relación ω^6/ω^3 en la carne de los animales

En la década del 80 se comenzaron a entender sobre las funciones biológicas de los ácidos grasos esenciales y en la actualidad sigue siendo un tema de mucho interés para la nutrición, porque estos ácidos grasos deben ser consumidos en la dieta de los seres humanos y de los animales para una buena salud y eficiente producción. Los

ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico (ω^6) y el α linolénico (ω^3) son requeridos para la formación de la membrana celular y mantener su flexibilidad; también son precursores de los eicosanoides que participan en varios procesos biológicos, incluyendo la agregación plaquetaria, contracción de los vasos sanguíneos e intervienen en el metabolismo del colesterol (Carrero 2005). En teoría, algunos animales tienen capacidad para convertir el ácido α linolénico (ALA) en ácidos grasos ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenolico (DHA) en una forma relativamente eficiente, pero otras especies tienen capacidad limitada como los peces y humanos que solo pueden convertir alrededor del 5 por ciento de ALA en EPA y menos de 0.5 por ciento en DHA en los humanos (Carrero 2005). Para Simopoulos (2000), entre los beneficios de los ácidos grasos ω^3 como el EPA y DHA es reducir los niveles de triglicéridos sanguíneo, eleva el colesterol bueno (HDL), previene la formación de trombos y favorece la vasodilatación

Los ácidos grasos esenciales no solo deben ser consumidos en cantidad suficiente, sino también deben guardar una cierta relación entre ambos grupos de ácidos grasos poliinsaturados llamados omegas (ω), porque las vías metabólicas para la síntesis de ω^6 y ω^3 a partir del ácido linoleico y ácido linolénico, respectivamente, compiten por las mismas enzimas desaturasas y elongasas; por lo tanto, la relación de ω^6/ω^3 es muy importante para la salud (Salim 1999 y Holub 2002, citados por Huamaní *et al.* 2015). La relación óptima recomendada de ω^6/ω^3 varía entre 4:1 o 5:1. Sin embargo, existen diferentes estudios que asocian el exceso en el consumo de ácidos grasos ω^6 con enfermedades cardiovasculares, cáncer, con procesos inflamatorios e inmunológicos. Al respecto, Harris (1997), menciona que en los problemas cardiovasculares, el consumo de estos ácidos grasos manteniendo la relación ω^6/ω^3 de 4:1 disminuye en un 70 por ciento la mortalidad. En cáncer, el consumo de 2.5:1 de ω^6/ω^3 reduce la proliferación de células tumorales, mas no con una relación de 4:1 de estos ácidos grasos.

Por otro lado, la inclusión de ingredientes ricos en ω^3 en la dieta de los animales ayuda a reducir la relación de los ácidos grasos ω^6/ω^3 menor o igual a 6:1 como

sugieren las organizaciones y fundaciones vinculadas con la salud humana. Estos reportes han estimulado el interés en la investigación sobre este tema, con el objetivo de mejorar los niveles de los ácidos grasos ω^3 en los productos de origen animal como carne, leche y huevo (Ramírez *et al.* 2004). Al respecto, existe evidencia que los alimentos de origen animal como la carne es una fuente dietética de PUFA n-3 antiinflamatorios de cadena larga (LC) y ácido linoleico conjugado (CLA) (McAfee *et al.* 2010).

En un estudio con cuyes alimentados con dietas suplementadas con sachá inchi, reportaron una relación de ω^6/ω^3 de 3.1 en la carne, este valor es inferior a la suplementación con aceite de pescado (4.1) y al control (7.1); las dos primeras relaciones está dentro de las recomendaciones para proteger la salud del ser humano (Guevara *et al.* 2016). En otro experimento, observaron con una dieta a base de alfalfa verde, la carne de cuy contenía una relación baja de ω^6/ω^3 comparada con los cuyes alimentados con una dieta mixta y con concentrado integral (Huamaní *et al.* 2015).

En cuanto al efecto de la especie animal, en un trabajo experimental, evaluaron el perfil de ácidos grasos y la relación de los ácidos grasos esenciales (ω^6/ω^3) en el músculo de cuatro especies de roedores alimentados con una dieta a base forraje, observando que el músculo del cuy contiene la mejor relación de ω^6/ω^3 (3.5), mientras que del conejo tiene una relación alta (8.9) y la capibara (ronsoco) y la paca (majas) niveles muy bajas (0.6 y 0.5, respectivamente) (Tabla 8) (Betancourt y Díaz 2014). La alta variación en cuanto al contenido de ácidos grasos en la carne de estas especies podría deberse que es posible que exista un metabolismo de ácidos grasos diferente entre estas especies asociado con el sistema digestivo de los rumiantes (Betancourt y Díaz 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó mediante dos ensayos, a) Ensayo 1: Evaluación del crecimiento de dos genotipos de cuyes hasta las 32 semanas de edad, esta evaluación se realizó en las instalaciones del Programa de Investigación y Proyección Social en Carnes. b) Ensayo 2: Análisis y determinación de la composición química y perfil de ácidos grasos de la carcasa de dos genotipos de cuyes de diferentes edades. Los análisis químicos proximales se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) del Departamento Académico de Nutrición, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria la Molina y la determinación de los ácidos grasos de la carcasa se realizó en el Laboratorio de Bioquímica de la Universidad Nacional de Santa, Chimbote, Ancash.

3.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS

Los animales experimentales fueron distribuidos en pozas con piso de cemento dentro de un galpón de material noble, con un área de 81 m² con altura de techo de 3.5 m, con buena ventilación y con temperatura que varió entre 18°C y 24°C registrado a los 8:30 y 12:30 horas, respectivamente.

Antes de distribuir los cuyes, las pozas fueron desinfectadas y flameadas usando una mochila, después de 24 horas se colocó coronta molida como piso absorbente de cinco cm de espesor. Para el suministro de alimento se utilizaron comederos de arcilla revestido de porcelana de forma circular y con capacidad de 300 g, igualmente como bebederos se utilizaron pocillos de arcilla revestido de porcelana de forma circular, con capacidad de 250 ml, el mismo que fue limpiado y renovado con agua limpia diariamente.

Para el registro de peso vivo de los cuyes, suministro de alimento balanceado, forraje verde, residuo de alimento y peso de la carcasa al beneficio se utilizó una balanza digital de cinco kg de capacidad con dos g de aproximación.

3.3 ANIMALES EXPERIMENTALES

El presente estudio se realizó en dos etapas:

Ensayo 1: Se utilizaron en total 40 cuyes (20 del genotipo Cieneguilla y 20 del genotipo Perú) machos, desde el nacimiento hasta las 32 semanas de edad. Después del destete (14 días) fueron distribuidos al azar en cinco pozas con cuatro animales cada uno por cada genotipo (total 10 pozas). Los mismos que fueron pesados semanalmente hasta las 32 semanas de edad.

Ensayo 2: Se utilizaron 48 cuyes (24 del genotipo Cieneguilla y 24 del genotipo Perú) machos y de una semana de edad para la evaluación semanal de la composición química y perfil de ácidos grasos de la carcasa hasta las 32 semanas de edad).

Los progenitores para estos dos ensayos, los cuyes del genotipo Cieneguilla fueron proporcionados por la Granja de Cuyes de Cieneguilla la cantidad de 21 hembras próximo al empadre de 80 días de edad y cuatro machos de 98 días. Igualmente, los cuyes del genotipo Perú fueron adquiridos en la Estación Experimental Donoso, Huaral (Lima) la cantidad de 21 hembras próximos al empadre (78 días de edad) y 4 machos de 90 días de edad, los mismos que fueron distribuidos en tres pozas por genotipo con un macho cada uno. Los gazapos del primer parto del genotipo Cieneguilla, después del destete fueron devueltos a la granja de Cieneguilla, mientras que los del genotipo Perú fueron criados para aumentar la población. Las crías del segundo parto de ambos genotipos se utilizaron para los dos ensayos de este estudio. Los gazapos al nacimiento, fueron identificados con aretes de aluminio y pesados. En el ensayo 1, para prueba de performance, los gazapos destetados (14 días de edad) fueron pesados y colocados en sus respectivas pozas. Para el ensayo 2, tres gazapos al azar por poza desde la primera semana de edad fueron sacrificados y el resto de los animales posterior al destete, fueron ubicados al azar en sus respectivas pozas para ser sacrificados posteriormente hasta las 32 semanas de edad.

3.4 GENOTIPOS DE CUYES EVALUADOS

Se evaluaron los siguientes genotipos mediante dos ensayos:

1: Genotipo Perú (INIA)

2: Genotipo Cieneguilla (UNALM)

Los cuyes de los dos genotipos y de los dos ensayos del presente estudio recibieron el mismo tipo de alimento (concentrado y forraje) (Tabla 9), el mismo manejo y controles respectivos.

3.5 RÉGIMEN DE ALIMENTACIÓN

Se utilizó como forraje el rastrojo de brócoli (*Brassica oleracea L. Var Itálica Plenck*) procedente de la zona de Pachacamac y Cieneguilla, se suministró diariamente (8:40 am) el 15 por ciento del peso vivo promedio de los cuyes de cada poza. Asimismo, los animales recibieron diariamente un alimento balanceado de similar composición nutricional que utiliza la Granja de Cuyes de Cieneguilla (Tabla 9).

Tabla 9: Composición porcentual del alimento balanceado

Ingrediente	Porcentaje
Afrecho de trigo	49.35
Hominy feed	22.28
Gluten de maíz	10.04
Torta de soya	12.30
Heno de alfalfa	3.18
Carbonato calcio	1.48
Sal iodada	0.25
Fosfato dicálcico	0.50
DL-metionina	0.07
Suplemento de vitaminas-minerales ¹	0.20
Rovimix Stay – C 35 ²	0.20
Antifúngico	0.15
TOTAL	100.00

¹: Composición del suplemento de vitaminas + minerales (Anexo 2)

²: Ficha técnica del Rovimix stay C-35 (Anexo 3)

³: Ficha técnica del antifúngico (Anexo 4)

Fuente: Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, Facultad de Zootecnia, UNALM

El alimento balanceado fue formulado tomando en cuenta las recomendaciones publicadas por el National Research Council (NRC 1995), y adquirido de la Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) (Tabla 9).

El contenido nutricional del alimento balanceado fue de 2.856 Mcal ED/kg y 18.10 por ciento de proteína total tal como ofrecido (Tabla 10 y Anexo 1). Este alimento fue mezclado en la Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos – UNALM. Se suministró a granel diariamente (8:45 am) y a libre discreción.

Tabla 10: Contenido nutricional del alimento balanceado (base fresca y seca)

Nutrientes	Base fresca (porcentaje)	Base seca (porcentaje)
Materia Seca	88.74	100
Proteína cruda	18.10	20.40
Energía digestible (Mcal/kg)	2.856	3.218
Fibra cruda	8.50	9.58
Calcio	0.90	1.01
Fósforo disponible	0.41	0.46
Lisina	0.78	0.88
Metionina – Cisteína	0.80	0.90
Metionina	0.40	0.45
Arginina	1.15	1.30
Fenilalanina	0.84	0.95
Ácido ascórbico, mg/Kg	750.00	845.17
Sodio	0.20	0.22

Fuente: Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, Facultad de Zootecnia, UNALM

El agua limpia y fresca se suministró diariamente a libre disposición en bebederos de arcilla de porcelana, las mismas que fueron lavadas diariamente.

3.6. ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS Y DE LA CARCASA DE CUY

3.6.1 Análisis químico del alimento balanceado y del rastrojo de brócoli

El análisis químico se realizó en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) del Departamento Académico de Nutrición, Facultad de Zootecnia, UNALM, utilizando el método A.O.A.C (2005). Para ello, se pesaron 800 g de ambos alimentos luego fueron depositados en bolsas de plástico, rotulados y enviados al laboratorio. En la Tabla 11 se muestran los valores de análisis químico proximal de ambos alimentos.

Tabla 11: Análisis químico proximal del rastrojo de brócoli y del alimento balanceado (base fresca y seca)

Composición (porcentaje)	Rastrojo de brócoli		Alimento balanceado	
	B. fresca	B. seco	B. fresca	B. seco
Materia Seca	12.86	100	88.00	100
Proteína cruda	3.29	25.58	19.19	21.82
Grasa cruda	0.32	2.49	4.81	5.47
Fibra cruda	1.89	14.69	6.62	7.52
Ceniza	1.27	9.88	5.61	6.37
Extracto libre Nitrógeno	6.09	47.36	51.77	58.82

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos, Facultad de Zootecnia, UNALM

3.6.2 Determinación del perfil de ácidos grasos de los alimentos

La muestra de alimento balanceado y del rastrojo de brócoli pre-secados y molidos se colocaron en bolsas plásticas de polietileno, identificado y rotulados, se enviaron al Laboratorio Físico Químico/GC de Certificaciones del Perú S.A (CERPER)– Callao, para la determinación de grasa y del perfil de ácidos grasos de estos alimentos, utilizando el método de extracción por cromatografía de gas. La separación de la grasa se realizó utilizando el Método NTP 209.019 (1976) y para la determinación del perfil de ácidos grasos de los alimentos utilizaron el método de AOAC-996.06, C41 (2012). En la Tabla 12, Anexos 8 y 9, se muestran los contenidos de grasa y el perfil ácidos grasos del rastrojo de brócoli y del alimento balanceado.

Tabla 12: Perfil de ácidos grasos y contenido de grasa de los alimentos

Grasas y perfil de ácidos grasos		Rastrojo de brócoli	Alimento balanceado
Grasa (g/100 g)		1.78	5.69
Ácidos grasos	C:n	Porcentaje del total de ácidos grasos	
Ácido pentadecanoico	(15:0)	0.51	0.12
Ácido palmítico	(16:0)	23.71	12.43
Ácido palmitoleico	(16:1)	3.15	5.24
Ácido esteárico	(18:0)	2.25	0.83
Ácido oleico	(18:1)	4.16	16.29
Ácido linoleico	(18:2)	13.48	33.51
Ácido γ -Linolénico (18:3) (ω^6)		1.24	13.69
Ácido α -Linolénico (18:3) (ω^3)		37.64	2.23
Ácido cis 11,14 Eicosadienoico (18:2)		1.80	0.51
Ácidos grasos saturados (Σ AGS)		26.46	13.25
Ácidos grasos monoinsaturados (Σ AGI)		7.30	21.53
Ácidos grasos poliinsaturados (Σ AGPI)		54.16	49.91
Ácidos grasos no detectados		12.08	15.31

Fuente: Laboratorio Físico Químico/GC de Certificaciones del Perú S.A (CERPER), Callao

3.6.3 Composición química de la carcasa de cuy

Para la evaluación de la composición química de la carcasa se sacrificaron tres cuyes por poza a las edades de 1, 2, 4, 8, 12, 22 y 32 semanas. La carcasa limpia sin cabeza, patas y órganos nobles (corazón, riñones y pulmones) debidamente codificados y embolsados se congelaron a -4°C . Para el proceso de homogenización de las muestras de carcasa se sometieron a tratamiento térmico utilizando un autoclave marca AII American Sterilzer, modelo N° 025X a 120°C por 40 minutos, ubicado en el Laboratorio de enfermedades infecciosas del Departamento Académico de Nutrición, UNALM, posteriormente fueron homogenizadas en una licuadora de alta velocidad con agua destilada en proporción 2:1 (peso: peso), según el método modificado de Hartsook y Hershberger (1963). Se separaron 20 g de muestra homogenizada por duplicado de cada animal y fue enviada al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) del Departamento Académico de Nutrición – UNALM para la determinación de

humedad, proteína cruda y extracto etéreo o grasa cruda. El contenido de humedad de la carcasa se determinó mediante el método AOAC (2005). 950.46, el contenido de grasa cruda según el método AOAC (2005). 2003.50 y el nitrógeno total (proteína cruda: N x 6.25) utilizando el método AOAC (1990). 984.13.

3.6.4 Determinación del perfil de ácidos grasos de la carcasa de cuy

La carcasa completa de cada cuy menos 40 g que fue retirado para el análisis proximal, fue tratada térmicamente en autoclave y licuada con agua destilada en proporción 2:1 (P/P) según el método modificado de Hartsook y Hersberger (1963), para la extracción de lípidos. Se utilizaron 20 g del extracto de carcasa licuado por animal y por duplicado, se homogenizó con 350 ml de mezcla de cloroformo: metanol 2:1 (v/v) de grado reactivo durante cinco minutos, posteriormente fue lavada con una solución de NaCl al 0.9 por ciento y centrifugado para separar la parte sobrenadante que contiene cloroformo y lípidos. El cloroformo fue eliminado por evaporación con un chorro (2-3 ml) de nitrógeno líquido según el método descrito por Folch *et al.* (1957). La grasa extraída fue guardada en pequeños tubos de pruebas herméticamente cerrados, identificados y congelados. Para la determinación de los ácidos grasos se utilizó un cromatógrafo de gases GC-2010 SHIMADZU, Columna RT. 2560 – FAMES, según el método de la AOAC – 996.06 (AOAC 2000) en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Santa, Chimbote, Perú.

3.7 SANIDAD

Como parte de la bioseguridad se tomaron medidas preventivas mediante el control del ingreso de personas al galpón; cinco días antes de alojar a los animales se realizó la desinfección de las pozas utilizando detergente y flameo con una mochila para eliminar microorganismos patógenos. Los comederos y bebederos igualmente fueron lavados y desinfectados constantemente con detergente y lejía.

3.8 CÁLCULO DE GANANCIA DE PESO Y CURVA DE CRECIMIENTO

3.8.1 Ganancia de peso vivo de los genotipos de cuyes

El registro de peso vivo individual de los cuyes se realizó semanalmente a las 8:00 am, desde el nacimiento hasta las 32 semanas de edad. Para este registro, el día anterior se retiró el alimento a las 4:30 pm con excepción del agua. La ganancia de peso vivo y crecimiento se calculó por diferencia entre el peso final menos peso inicial en cada unidad de tiempo (semanal):

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

Para realizar el registro de peso individualmente se utilizó una pequeña jaula de malla metálica y una balanza digital de precisión con capacidad de cinco kg, previamente calibrada con aproximación de 2 g.

3.8.2 Determinación de la dinámica de la curva de crecimiento

Las curvas de crecimiento de los cuyes machos de los dos genotipos se determinaron con los datos obtenidos de los pesos vivos semanales desde el nacimiento hasta las 32 semanas de edad. Para describir y analizar la dinámica de crecimiento de los dos genotipos de cuyes se utilizó la ecuación de crecimiento de Gompertz empleado por Tjorve y Tjorve (2017).

$$y = a * \exp(-\exp(-k*(t - t_i)))$$

Donde:

y = Es el peso (g) del animal o componente corporal en el tiempo t

a = Es el estimado del peso (g) del animal o componente corporal a la madurez

k = Es el índice o tasa de madurez del animal (g/ día o semana) o estimado de la precocidad de la madurez. También indica velocidad de crecimiento

t_i = Es el tiempo (edad en días o semanas) cuando los animales alcanzan la máxima tasa de crecimiento.

Para Tjorve y Tjorve (2017), algunas de las reparametrizaciones del modelo de Gompertz encontradas en la literatura son más útiles que otras, porque tienen

parámetros de fácil interpretación. Una reparametrización valiosa y comúnmente encontrada es:

$$W(t) = A \exp(-\exp(-k(t - t_i)))$$

Donde $W(t)$ es el valor esperado (masa o longitud) en función del tiempo (por ejemplo, días desde el nacimiento) y t es el tiempo, A representa la asíntota superior (valor adulto), k es un coeficiente de tasa de crecimiento (que afecta la pendiente), y t_i representa el tiempo en la inflexión.

En la terminología de Emmans (1989) la ecuación de crecimiento estudiado en pavos es la siguiente:

$$W = A \exp(-\exp(-B(t - t^*)))$$

Donde:

- W: Es el peso (g) del animal adulto o componente corporal al tiempo t , expresado como una función de A
- A: Es el peso (g) final a la madurez del animal ($a > 0$)
- B: Es la tasa de crecimiento (g/día), cuando $t = t^*$ entonces $W = A/e$ y la tasa de crecimiento, dW/dt es máximo dada por: $(dW/dt)_{\max} = BA/e$ kg/día.
- t^* : Es el tiempo después del nacimiento cuando $W = A/e$, donde e es la base del $\log_e = 2.718$

El cálculo de la ganancia de peso según Emmans (1989) es de acuerdo a la fórmula:

$$dW/dt = B.W.\log_e(A/W), \text{ donde } \log_e = 2.718$$

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el Ensayo 1, la dinámica del crecimiento de los dos genotipos de cuyes y en el Ensayo 2, la composición químicas de la carcasa fueron evaluadas mediante la ecuación de crecimiento de Gompertz (1825).

Para evaluar los datos de crecimiento semanal y la composición química de la carcasa de los dos genotipos de cuyes se emplearon Proc NLIN, REG y AUTOREG en SAS (2005) para ajustar las funciones de regresión lineal y no lineal. Los factores que afectan la curva de crecimiento y la composición química de la carcasa de los cuyes, se evaluaron utilizando el procedimiento de modelo lineal general (PROC GLM) de SAS (2005). Los resultados se dieron como medias de mínimos cuadrados (LSM) del crecimiento semanal con error estándar. Cuando se ajustaron funciones no lineales, se utilizó el método de Gauss-Newton como método de iteración.

Los datos del perfil de ácidos grasos de la carcasa (Ensayo 2) se sometieron a ANOVA utilizando un Diseño en Bloque Completamente al Azar, con dos genotipos y tres repeticiones por edad, considerando la edad en semanas como bloques. Para el análisis de variancia y la comparación de medias se realizó la prueba de significación de Duncan ($p < 0.05$); bajo el Modelo Aditivo Lineal siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Valor observado (ácidos grasos de la carcasa) en el i – ésimo genotipo y j – ésimo bloque

μ : Media de la población general

α_i : Efecto aleatorio del i – ésimo genotipo

β_j : Efecto aleatorio del j – ésimo bloque

ϵ_{ij} : Efecto del error experimental en el i –ésimo genotipo y j –ésimo bloque

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ENSAYO 1: RESPUESTA PRODUCTIVA DE LOS DOS GENOTIPOS DE CUYES

4.1.1 Incremento de peso vivo semanal y diario.

En la Tabla 13 y Anexo 5, se presentan los valores promedio de peso vivo, incremento de peso semanal y diario de los cuyes del genotipo Perú y Cieneguilla desde el nacimiento hasta las 32 semanas de edad. Se observa que ambos genotipos, Perú y Cieneguilla tuvieron un peso al nacimiento similares de 157.2 y 160.1 g respectivamente. Así mismo, se puede notar que hasta las 10 semanas de edad ambos genotipos tuvieron los máximos incrementos de peso semanal y diario de 117.2 y 115.3 g/semanal y 16.74 y 16.47g/día, respectivamente. A partir de las 13 semanas de edad se registró reducción de la ganancia de peso del genotipo Perú y a partir de las 12 semanas del genotipo Cieneguilla. Esta diferencia podría deberse al ciclo productivo y a la genética de la especie, sin embargo, los cuyes no dejaron de ganar peso hasta las 32 semanas de edad, como fue reportado por Cooper y Schiller (1975) hasta los 15 meses de edad de los cuyes.

Al respecto, Camino e Hidalgo (2014) reportaron pesos vivos a las 12 semanas de edad, de 1282 y 1193 g/cuy, con ganancias de pesos diarios de 14.2 y 15.6 g/día en cuyes del genotipo Perú y Cieneguilla, respectivamente. Mientras que Huamaní *et al.* (2016) registraron valores de 957.8 y 12876 g de peso vivo a las 10 semanas de edad en cuyes del genotipo Cieneguilla alimentados con solo alfalfa verde y concentrado más alfalfa verde, respectivamente. Al respecto, se observa mayor ganancia de peso con la suplementación de alimento balanceado por el mayor consumo de materia seca y de nutrientes en general que aprovecha el animal para mantenimiento y ganancia de peso, comparado con una alimentación con solo forraje verde, como fueron observados por Huamaní *et al.* (2016) y Guevara *et al.* (2016).

En el presente estudio no se observó diferencias estadísticas en ganancia de peso hasta las 12 semanas de edad entre ambos genotipos, a diferencia del valores reportados por Camino e Hidalgo (2014) quienes encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) a favor del genotipo Cieneguilla, este comportamiento productivo podría deberse al grado de heterosis de una población de animales, cada vez que el genotipo Cieneguilla proviene del cruzamiento indeterminado de otros genotipos; pero debido a la carencia de registros genealógicos no permite explicar si la diferencia se debería en mayor medida al efecto de la heterosis (Sarría *et al.* 2019). Sin embargo, es más común observar diferencias en ganancias de peso debido a efectos ambientales principalmente de la alimentación con dietas de buena calidad nutricional para que los animales manifiesten su calidad genética mediante una buena respuesta productiva (Do y Mair 2020).

Tabla 13: Resumen del promedio de peso vivo total, incremento de peso semanal y diario por genotipo (0-32 semanas)

Edad (semanas)	Peso vivo total ¹		Incremento de peso vivo semanal ¹		Incremento de peso vivo diario ¹	
	Perú	Cieneguilla	Perú	Cieneguilla	Perú	Cieneguilla
0 (Nac)	157.17	160.13	-	-	-	-
1	186.27	187.14	29.10	27.01	4.16	3.86
2	233.80	228.34	47.53	41.19	6.79	5.88
4	386.12	376.93	85.89	87.53	12.27	12.50
6	583.38	575.76	101.14	101.57	14.45	14.51
7	688.38	680.62	105.00	104.86	15.00	14.98
8	796.03	789.76	107.65	109.14	15.38	15.59
9	907.79	901.54	111.76	111.78	15.97	15.97
10	1024.95	1016.83	117.17	115.29	16.74	16.47
12	1240.13	1227.75	106.15	96.58	15.16	13.80
16	1548.15	1552.10	70.73	64.76	10.10	9.25
22	1964.07	1931.87	65.28	55.91	9.33	7.99
28	2265.88	2192.17	35.48	39.28	5.07	5.61
32	2402.64	2330.02	33.13	35.31	4.73	5.04

1: Promedio de 5 pozas con 4 cuyes cada uno y por genotipo

Asimismo, en la Tabla 13 se observa que a mayor edad después de las 12 semanas, las ganancias de peso disminuyen hasta las 32 semanas de edad en los dos genotipos estudiados, probablemente se debería a la naturaleza del crecimiento de la especie y que no cesa en crecer con edad (Cooper y Schiller 1975). Al respecto, la FAO (2000), menciona en condiciones de excelente salud, el tiempo de vida promedio de los cuyes es de seis años, pudiendo llegar a un máximo de ocho años.

4.1.2 Curva de crecimiento de los cuyes según la ecuación de Gompertz

En la Tabla 14 se muestran las estimaciones de los parámetros y errores estándar asintóticos de la tasa de crecimiento de los cuyes de los genotipos Perú y Cieneguilla, según la ecuación de Gompertz (1825). Se observa que la asíntota de peso (g) adulto (a) es significativamente mayor ($p < 0.05$) en el genotipo Perú (2601.8) comparada al genotipo Cieneguilla (2458.5); sin embargo, la función de la relación entre la tasa máxima de crecimiento y el tamaño maduro (k) del genotipo Cieneguilla (0.1145) es superior ($p < 0.05$) al genotipo Perú (0.1067). Al respecto, Noguera *et al.* (2008) indican que cuanto mayor es el valor de k, más rápido el cuy alcanzará su peso adulto y es más precoz en comparación con los animales que tienen menor valor de k a semejante peso inicial.

Según la ecuación Gompertz, la edad en el punto de inflexión (t_i) del genotipo Perú fue de 9.708 semanas y con el genotipo Cieneguilla el punto de inflexión se dio días antes, a las 9.168 semanas de edad, estos resultados estarían indicando que el genotipo Cieneguilla comenzarían a reducir los incrementos de peso cerca de una semana antes que el genotipo Perú. Al respecto, Camino e Hidalgo (2014) reportaron diferencias significativas en peso vivo a las nueve semanas de edad a favor del genotipo Perú en comparación al genotipo Cieneguilla, esta misma tendencia se observó en este estudio.

Asimismo, los resultados de este estudio coinciden con la afirmación de Noguera *et al.* (2008) quienes indican que cuanto mayor es el valor de k, más rápido el cuy alcanzará su peso adulto y es más precoz en comparación con individuos que tienen menor valor de k a semejante peso inicial. Adicionalmente, Do y Miar (2020), mencionan que la tasa de crecimiento de los animales, son diferentes entre

especies, entre razas dentro de cada especie y varían entre individuos; por lo tanto, podría ser un objetivo interesante para el mejoramiento genético.

Tabla 14: Estimaciones de parámetros y error estándar asintóticos (EE) del crecimiento de cuyes de los genotipos Perú y Cieneguilla

PARAMETROS	GENOTIPO	
	PERU	CIENEGUILLA
	Estimado (EE)	Estimado (EE)
a	2601.8 ^a ± 15.54	2458.5 ^b ± 12.84
k	0.1067 ^b ± 0.00141	0.1145 ^a ± 0.00144
t _i	9.708	9.168

^{a,b} Valores en una misma fila difieren significativamente (P<0.05)

a: Asíntota del peso (g) del animal a la adultez

k: Función de la relación entre la tasa máxima de crecimiento y el tamaño maduro.

t_i: Edad en el punto de inflexión (Semanas)

En la Figura 4 se muestra la dinámica de crecimiento de Gompertz estimada y pesos corporales de los dos genotipos de cuyes. Se observa una curva sigmoidea, con un crecimiento lento en las primeras semanas de edad, seguido de un crecimiento rápido hasta la madurez que se vuelve nuevamente lento, como se muestra en la Figura 5. Al respecto, Gericke *et al.* (2005) observaron que la máxima tasa de crecimiento se da a los 28 días de edad en los cuyes machos y la curva de crecimiento sigue una tendencia exponencial hasta los 250 días de edad (35 semanas) como se indica en la Figura 2.

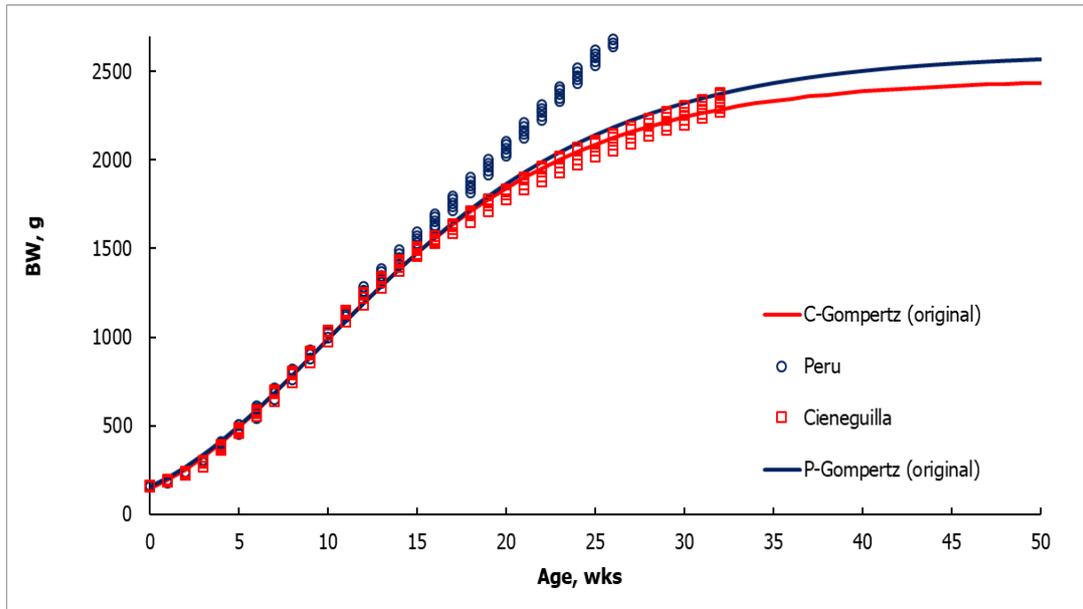


Figura 4: Dinámica del crecimiento de Gompertz estimada y pesos corporales de diferentes edades de los cuyes del genotipos Perú y Cieneguilla

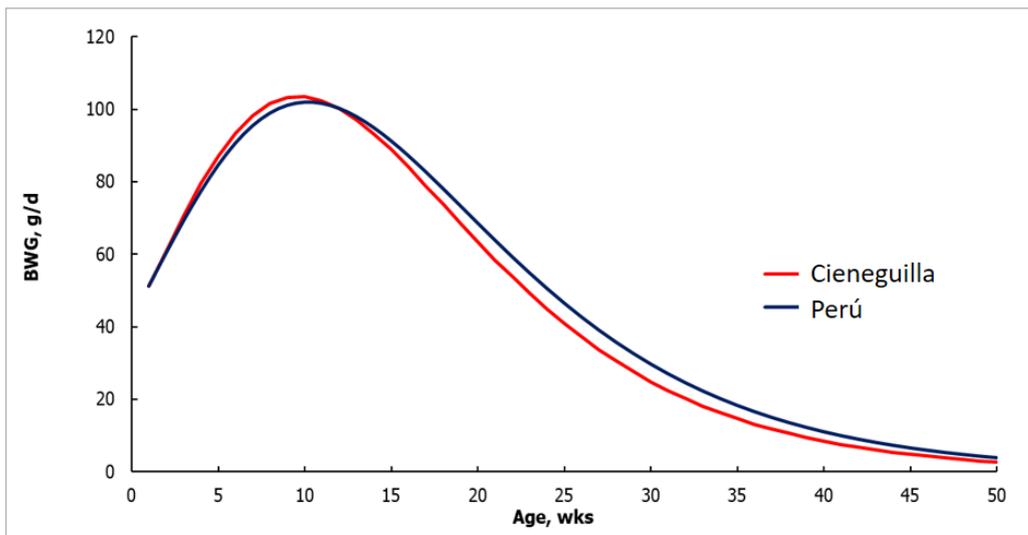


Figura 5: Dinámica de la tasa de crecimiento del peso corporal de los cuyes del genotipo Perú y Cieneguilla

BWG: ganancia de peso vivo (g/d)

Age, wks: edad en semanas

En cuanto a los modelos de predicción, Noguera *et al.* (2008) manifiestan que los modelos Van Bertalanffy, Gompertz y logístico hacen predicciones del peso adulto del cuy más certeras a los valores reportados en la literatura para cuy mejorados y que los machos presentan un mayor peso maduro que las hembras y observaron que

el mayor valor del peso adulto (a) con el modelo Gompertz fue 1331.3 y 1232.4 g para machos y hembras respectivamente. Mientras que Chauca (1997) reporta que el peso adulto de cuyes mejorados puede oscilar entre 1100 a 1300 g, a las 13 semanas de edad, estos valores son cercanos a los registrados en el presente estudio con los genotipos Perú y Cieneguilla.

Cabe mencionar, en lo últimos años se están obteniendo mayores ganancias de peso, debido a la mejora genética (Reynaga *et al.* 2020; Cruz *et al.* 2021) así como mayor conocimiento de los requerimientos nutricional de los animales (Sakomura *et al.* (2005), como la suplementación con alimento balanceado mejora significativamente la tasa de crecimiento de los cuyes (Huamaní *et al.* 2016). Otros factores como tamaño de camada y número de parto de los cuyes pueden hacer variar las tasas de crecimiento hasta cierta edad como fue reportado por Burgos - Paz *et al.* (2010).

4.2 ENSAYO 2: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CARCASA DEL CUY

4.2.1 Contenido de humedad, proteína total y grasa cruda

Conocer la edad de mayor intensidad de crecimiento es de gran importancia económica, porque es el periodo que los animales productores de carne rinden mayor beneficio para el productor; pero también existe especial interés conocer la deposición de nutrientes en los tejidos corporales ya que estos determinan las necesidades de nutritivas del animal (Sakomura 2005). Los componentes químicos como la proteína, grasa, minerales y humedad, están combinados en proporciones relativamente constantes para formar los tejidos del animal (Clawson *et al.*, 1991). Al respecto, en la Tabla 15 y Anexo 6 y 7, se muestran los valores de composición química de la carcasa del cuy de diferentes edades, observando un incremento de la deposición de grasa cruda con el aumento de la edad, en tanto que el contenido de proteína incrementó hasta las 12 semanas de edad, reduciéndose con la edad, probablemente se debe al incremento de la grasa corporal que se produce conforme aumentan en edad; como menciona Ayala (2018) que durante el crecimiento siempre existe alguna deposición de grasa, que va siendo cada vez mayor según se aproxima la madurez del animal.

En cuanto al contenido de proteína cruda en la carcasa del cuy, en la Tabla 15 se observa un incremento (12 semanas) y posteriormente se registra una disminución con la edad de los animales en ambos genotipos, este cambio se debería al aumento en la síntesis de grasa corporal, como fue reportado en otras especies de animales, que a medida que aumenta el peso vivo (sin aparato digestivo), también incrementan los pesos de los componentes químicos (humedad, grasa cruda, proteína cruda y minerales), aunque a distintos ritmos (Mitchell 1966, citado por Ayala 2018). La grasa cruda se deposita a un ritmo creciente en tanto que la proteína cruda, la humedad y minerales lo hacen a ritmos decrecientes. Al comienzo de la vida, los aumentos de peso están constituidos principalmente por humedad, proteína cruda y minerales, que son necesarios para el crecimiento del músculo y del tejido óseo, más adelante, los aumentos de peso contienen cantidades crecientes de grasa y como consecuencia aumenta su contenido de energía (Noblet 2004; Mitchell 1966, citados por Ayala 2018).

Tabla 15: Composición química porcentual de la carcasa de cuy de diferentes edades

Edad (semanas)	Genotipo	Humedad	Grasa cruda	Proteína total
1	Perú	75.26 ± 0.88 ¹	1.75 ± 0.26 ¹	17.70 ± 0.79 ¹
	Cieneguilla	74.94 ± 0.50	1.87 ± 0.29	17.68 ± 0.85
2	Perú	74.21 ± 0.96	2.24 ± 0.33	18.44 ± 0.72
	Cieneguilla	73.85 ± 0.43	2.64 ± 0.39	18.34 ± 0.49
4	Perú	72.28 ± 0.53	3.13 ± 0.34	19.55 ± 0.68
	Cieneguilla	71.47 ± 1.14	3.79 ± 0.64	19.71 ± 0.59
8	Perú	68.02 ± 1.09	6.98 ± 0.43	20.12 ± 0.52
	Cieneguilla	67.12 ± 0.85	7.48 ± 0.58	20.10 ± 0.67
12	Perú	61.88 ± 0.58	12.08 ± 0.48	21.03 ± 0.86
	Cieneguilla	61.63 ± 0.98	12.91 ± 0.56	20.85 ± 0.62
16	Perú	59.18 ± 0.81	15.10 ± 0.56	20.95 ± 0.66
	Cieneguilla	60.19 ± 1.13	15.37 ± 0.78	19.90 ± 0.50
22	Perú	58.49 ± 0.68	17.07 ± 0.56	18.98 ± 0.73
	Cieneguilla	59.52 ± 1.42	17.98 ± 0.46	18.29 ± 0.72
32	Perú	56.87 ± 0.61	20.11 ± 6.06	17.76 ± 0.42
	Cieneguilla	56.60 ± 1.00	21.75 ± 0.77	17.40 ± 0.63

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos – UNALM

¹: Desviación estándar

En la Figura 6 se muestra la curva estimada por el modelo de Gompertz del contenido de humedad, proteína y grasa a diferentes edades de los dos genotipos de cuyes. Se observa que todos los componentes de la carcasa del cuy siguen una curva sigmoidea, pero muy pronunciada en el caso del agua corporal en ambos genotipos. Igualmente, la grasa corporal se deposita en ritmo creciente con el avance de la edad mientras que la proteína se deposita a una velocidad decreciente, como fue reportado por Noblet (2004) en porcinos y que, el contenido energético del cuerpo sigue una curva similar a la deposición de grasa. Al respecto, Sakomura *et al.* (2005), observaron en pollos broilers incrementos en la deposición de proteína en la carcasa hasta los 35 días de edad en los machos y hasta los 28 días en las hembras, posteriormente disminuyó la deposición con el aumento de la edad, coincidiendo con la mayor deposición de grasa hasta los 49 días edad en los machos y hasta los 63 días en las hembras. Entre los factores que influyen en la composición de la carne de cuy son la edad, el peso vivo, la composición de la dieta, el sexo y el genotipo (Reynaga *et al.* 2020; Anwar y Kegan 2020).

Estudios realizados por Girardi *et al.* (2005), con otro tipo de roedor herbívoro como el capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) conocido como “Ronsoco” en el trópico del Perú, en crecimiento, semiconfinado, alimentado con forraje y concentrado de conejo reportan valores de 75.80 por ciento de humedad, 21.7 por ciento de proteína y 0.74 por ciento de lípidos en la carne de este roedor; el contenido de proteína cruda es similar al valor encontrado en los dos genotipos de cuyes del presente estudio (Tabla 15). Sin embargo, el tejido de este roedor (capybara) contiene más humedad y menor porcentaje de grasa corporal que es una característica común de esta especie tanto en juveniles como en adultos (Anwar y Kegan 2020). Por otro lado, estas diferencias observadas en el presente estudio en cuanto a porcentaje de grasa cruda a favor del genotipo Cieneguilla y de proteína cruda a favor del genotipo Perú, podría deberse al origen genético de los ancestros de ambos grupos de animales.

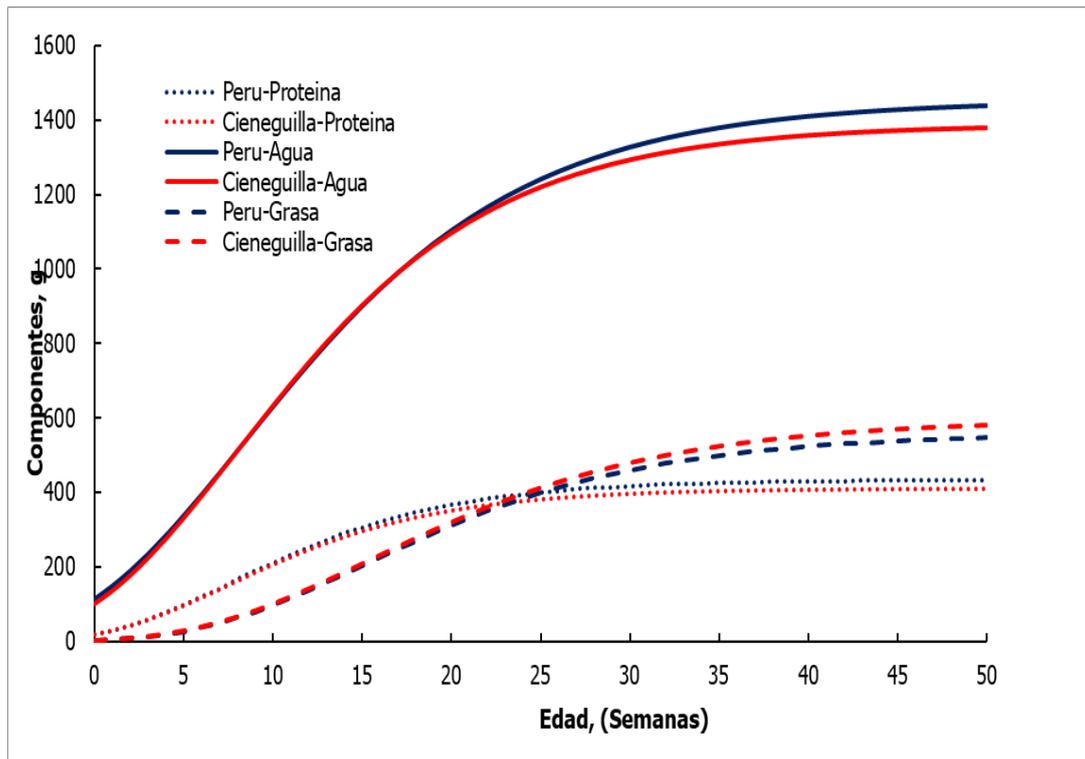


Figura 6: Curvas estimadas por Gompertz del contenidos de humedad, proteína y grasa a diferentes edades del cuy del genotipo Perú y Cieneguilla

Asimismo, los valores observados en este estudio se corrobora con la información reportado por Clawson *et al.* (1991) en un estudio de meta análisis utilizando 200 trabajos de investigación con diferentes especies de animales, observaron que la humedad, la proteína cruda y la ceniza corporal libre de grasa se encuentran en una relación 19:5.1 (74 – 76, 20 – 20 y 3 – 5 por ciento, respectivamente) en especies como vacuno, cabras, ratones, ratas, ovinos, cerdos, pollos, codornices, pavos y peces; las concentraciones de humedad y grasa corporal varían de manera inversa, mientras que la proteína y la ceniza disminuyen ligeramente, mientras que el contenido de grasa se incrementa notablemente con la edad de los animales (Clawson *et al.* 1991).

4.2.2 Estimaciones de los componentes químicos de la carcasa de cuy del genotipo Perú y Cieneguilla según ecuación de Gompertz

En la Tabla 16 se presentan las estimaciones del contenido de humedad, proteína total y grasa cruda de la carcasa de cuyes del genotipo Perú y Cieneguilla. Se observa que la asíntota de contenido humedad a la edad adulto (a) es mayor ($p < 0.05$) en el genotipo

Perú (1451.6 g) que en el genotipo Cieneguilla (1387.7 g). Sin embargo, la función de la relación entre la tasa máxima de deposición de humedad y su contenido a la edad adulta (k) fueron similares estadísticamente ($p > 0.05$) en ambos genotipos.

Por otro lado, la máxima tasa de deposición de humedad en el punto de inflexión fue a la edad de 8.372 y 7.964 semanas (t_i), para los genotipos Perú y Cieneguilla respectivamente. En el genotipo Perú el contenido de humedad corporal fue mayor que del genotipo Cieneguilla lo que indica, que la deposición de humedad varía inversamente con el contenido de grasa corporal y con la edad. Al respecto, Mitchell (1966) citado por Ayala (2018) observó que al comienzo de la vida los aumentos de peso están constituidos principalmente por agua, proteína y minerales que son necesarios para el crecimiento del hueso y músculo, a mayor edad los aumentan de peso, contienen cantidades crecientes de grasa y cantidades decrecientes de agua y proteína.

En cuanto a la deposición de proteína total en la carcasa de cuy (Tabla 16), se observa que la asíntota de la deposición de proteína a la edad adulta (a) en el genotipo Perú (434.2 g) es mayor ($p < 0.05$) al genotipo Cieneguilla (409.3 g), que podría deberse a la variación genética de estos animales y al tipo de dieta. La relación entre la tasa máxima de deposición de proteína (k) fue de 0.1457 y 0.1487 para los genotipos Perú y Cieneguilla, respectivamente, valores que no fueron estadísticamente significativos entre genotipos. La tasa máxima de deposición de proteína en el punto de inflexión (t_i) se observó a la edad de 7.748 y 7.459 semanas (t_i) para los genotipos Perú y Cieneguilla, respectivamente, coincidiendo con la afirmación de Casas *et al.* (2004) que de acuerdo con la parametrización del modelo Gompertz, en cerdos comerciales, las tasas máximas de deposición de proteína se presentan a una edad más temprana en relación con el peso corporal y el peso de la canal, diferencia que también podría deberse a la variación genética de los animales principalmente (Figura 3). Asimismo, Casas *et al.* (2004) reportaron en cerdos que el potencial de deposición de proteína se ha incrementado con la selección genética y que factores asociados a la edad y técnica de medición pueden influenciar los resultados (De Greef *et al.* 1994).

En cuanto a la deposición de grasa cruda en la carcasa de cuy (Tabla 16), se observa que la asíntota de deposición de este nutriente a la edad adulta (a) en el genotipo Perú (558.8 g) fue similar estadísticamente ($p > 0.05$) al genotipo Cieneguilla (598.3 g). Asimismo, la relación entre la tasa máxima de deposición de grasa cruda (k) fue de 0.1095 y 0.1046 para los genotipos Perú y Cieneguilla, respectivamente, valores que no fueron estadísticamente significativos entre genotipos. La tasa máxima de deposición de proteína en el punto de inflexión (t_i) se observó a la edad de 15.070 y 15.427 semanas (t_i) para los genotipos Perú y Cieneguilla, respectivamente. Estas diferencias ($p > 0.05$) podrían deberse que la máxima deposición de lípidos en los animales es más tardía y que este comportamiento es compatible con rendimientos de líneas genéticas no mejoradas o afectadas por factores asociados al sistema de alimentación, medio ambiente y al estado sanitario como mencionan Casa *et al.* (2004).

Tabla 16: Estimaciones de parámetros y error estándar asintóticos del contenido de humedad, proteína y grasa de la carcasa de los cuyes del genotipo Perú y Cieneguilla

PARAMETROS	Humedad		Proteína cruda		Grasa cruda	
	Perú	Cieneguilla	Perú	Cieneguilla	Perú	Cieneguilla
	Estimado (EE)					
a	1451.6 ^a ± 21.37	1387.7 ^b ± 13.87	434.2 ^a ± 6.13	409.3 ^b ± 6.30	558.8 ^a ± 21.01	598.3 ^a ± 20.92
k	0.1113 ^a ± 0.00354	0.1203 ^a ± 0.00275	0.1457 ^a ± 0.00527	0.1487 ^a ± 0.00599	0.1095 ^a ± 0.00741	0.1046 ^a ± 0.00624
t_i	8.372	7.964	7.748	7.459	15.07	15.427

a,b Letras diferentes en una misma fila indican que difieren significativamente (P<0.05)

a: Asíntota de contenido de componentes químicos a la adultez (g)

k: Función de la relación entre la tasa máxima de deposición y el contenido adulto.

t_i: Es el tiempo o edad en días o semanas en el punto de inflexión

Las diferencias entre genotipos y líneas, en lo que concierne a la composición corporal no son tan grandes, porque las proporciones de humedad, proteína cruda y ceniza de los cuerpos desprovistos de grasa son significativas constantes, como observaron Camino e Hidalgo (2015) que no encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) en el porcentaje de grasa cruda en la carcasa de cuy por efecto del genotipo (Perú y Cieneguilla) a las 13 semanas de edad, reportando valores de 13.30 y 13.75 por ciento, respectivamente, corroborando los resultados del presente estudio.

4.3 ENSAYO 2: PERFIL DE ACIDOS GRASOS DE LA CARCASA DE CUY

4.3.1 Ácidos grasos Saturados (SSAT)

En las Tablas 17 y Anexo 10, se muestran los valores porcentuales del perfil de ácidos grasos de los genotipos de cuyes Perú y Cieneguilla a diferentes edades. Se observa que el total de ácidos grasos saturados (SSAT) fue similar ($P>0.05$) en el genotipo Perú (48.23 por ciento) y Cieneguilla (47.39 por ciento). Tampoco se registró diferencias estadísticas entre los ácidos grasos saturados individuales, pero existe una tendencia a un mayor porcentaje de estos ácidos grasos en el genotipo Perú; este resultado podría deberse probablemente a la acumulación de los ácidos grasos saturados, dando origen a dicha diferencia ($p>0.005$). Estos valores coinciden con los resultados reportados por Flores-Macheno *et al.* (2015) quienes no encontraron diferencias significativas de los ácidos grasos saturados totales en tres líneas de cuyes, Peruano mejorado (37,01 por ciento), Andino (36.71 por ciento) y Criollo (37.11 por ciento), alimentados a base de alfalfa, desecho de cosecha y alimento balanceado; pero reportaron diferencias estadísticas de los ácidos grasos saturados individuales, como del ácido palmítico ($p<0.05$) a favor de la línea Andino y del ácido mirístico ($p<0.05$) a favor de la línea Peruano mejorado, coincidiendo igualmente con Huamaní *et al.* (2016) quienes no observaron diferencias estadísticas en el porcentaje de ácidos grasos saturados (AGS) en cuyes del genotipo Cieneguilla alimentados con tres dietas diferentes: Alfalfa verde (29.70 por ciento), alimentación mixta (27.94 por ciento) y alimentación integral (27.34 por ciento).

En un estudio con cuatro especies de roedores alimentados con solo forraje reportaron diferencias estadísticas en el contenido de ácidos grasos saturados (AGS) en el músculo a favor del ronsoco o capybara “*Hydrochoerus hydrochaeris*” (39.4 por ciento), comparado al majaz “*Cuniculus paca*” (36.3 por ciento), cuyes (32.6 por ciento) y conejos (36.0 por ciento) (Betancourt y Díaz 2014). Estas diferencias reportadas podrían deberse a la especie, tipo de dieta y a la edad de los animales (Betancourt y Díaz 2014; Huamaní *et al.* 2016). Por otro lado, los valores de ácidos grasos saturados del presente estudio en los dos genotipos de cuyes son inferiores a los reportados por Fincham *et al.* (2009) quienes indican que el contenido de SSAT en el tejido adiposo de vacunos en dos periodos de engorde: con alimento balanceado a 0 y 140 días de engorde observaron valores de SSAT de 56.3 y 44.9 por ciento, respectivamente y alimentados con solo pastura a 0 y 140 días de engorde registraron valores de 56.3 y 50.7 por ciento, respectivamente, observando reducción ($P < 0.05$) del porcentaje de estos ácidos grasos con el aumento de los días del periodo de engorde en ambos sistemas de alimentación.

En las especies monogástricos, como el cuy, los bajos niveles de ácido esteárico, altos niveles de ácido oleico y otros ácidos grasos monoinsaturados indican una actividad enzimática apropiada del estearoil-CoA desaturasa y principalmente de la enzima Δ^9 desaturasa en el hígado o la posible isomenización bacteriana del 18:1 n-9 (Cordain *et al.* 2002). Además, la composición del tipo de fibra muscular y el perfil de ácidos grasos han sido demostrados que cambian con la producción intensiva de los animales respecto a las especies nativas (Viloto *et al.* 2012).

4.3.2 Ácidos grasos monoinsaturados (SMON)

En la Tabla 17 y Anexo10 se observan los valores individuales y totales de ácidos grasos monoinsaturados del genotipo Perú y Cieneguilla a diferentes edades (de 1 a 32 semanas). En la Tabla 17 se observa que existe diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en el contenido total de ácidos grasos monoinsaturados a favor del genotipo Cieneguilla (36.85 por ciento) en comparación al genotipo Perú (35.96 por ciento) esta diferencia se debe principalmente al mayor ($p < 0.05$) contenido de ácido oleico en el genotipo Cieneguilla (32.07 por ciento) respecto al genotipo Perú (31.61 por ciento) y a la suma acumulada de los otros ácidos grasos monoinsaturados que son

más altos ($p>0.05$) en el genotipo Cieneguilla. Valores semejantes fueron reportados por Anwar y Kegan (2020) en cuanto al porcentaje de ácido oleico (29.31 por ciento) del lomo de capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), pero inferior al contenido de este ácido graso del músculo pectoral (35.74 por ciento) de este roedor (ronsoco). Igualmente, los valores de ácido oleico de este estudio son superiores en los dos genotipos de cuyes comparado a los reportados por Flores–Mancheno *et al.* (2014) quienes observaron el contenido de SMON de la carne de cuyes de la línea Andino (30.49 por ciento), Criollo (29.26 por ciento) y Peruano mejorado (31.44 por ciento); no existen diferencias significativas entre líneas de cuyes, no obstante que registraron diferencias estadísticas ($p<0.05$) en contenido de ácido oleico a favor del Peruano mejorado comparado al Criollo, corroborando los resultados del presente estudio. Esta diferencia también podría deberse a las características fisiológicas y bioquímicas de cada línea animal, como mencionan Flores-Mancheno *et al.* (2015).

Asimismo, otros estudios han demostrado el efecto de la composición de ácidos grasos de la dieta sobre la mayor o menor retención de estos en el tejido corporal de los cuyes. Al respecto, Mustafa *et al.* (2019) registraron que la inclusión de 100 g de linaza/kg de alimento hizo variar significativamente la composición de ácidos grasos de la carne (pierna) de cuy, reduciendo el porcentaje de ácidos grasos saturados y monoinsaturados e incrementando los ácidos grasos polinsaturados (Mustafa *et al.* 2019). En otros estudios comparativos con diferentes especies de roedores, Betancourt y Díaz (2014), reportaron un mayor porcentaje ($P>0.05$) de ácidos grasos monoinsaturados y de ácido oleico en el músculo del conejo comparado a otros roedores (capibara, *L. paca* y cuy). Estas diferencias podrían atribuirse al medio ambiente donde se desarrolló el estudio, al tipo de dieta, a la especie y genética de los animales.

Por otro lado, los valores de ácidos grasos monoinsaturados observados en el presente estudio son inferiores a los reportados por Fincham *et al.* (2009) en vacunos de engorde, quienes observaron que el nivel de ácidos grasos monoinsaturados incrementaron de 41.1 a 53.2 por ciento con alimento concentrado y de 41.1 a 46.7 por ciento con solo pastura desde 0 días hasta 140 días de engorde,

respectivamente, encontrando la misma tendencia con el ácido oleico con ambos tipos de dietas, variación que se debería a la biohidrogenación parcial de los ácidos grasos poliinsaturados de la dieta de los rumiantes (Fincham *et al.* 2009).

Tabla 17: Perfil de ácidos grasos de la carcasa del cuy del genotipo Perú y Cieneguilla (de 1 a 32 semanas de edad)

Ácidos Grasos	Genotipo		Pr>F
	Perú	Cieneguilla	
Mirístico, C14:0	2.13a	2.11a	0.9423
Pentadecanoico, C15:0	0.98a	0.92a	0.1605
Palmítico, C16:0	31.14a	30.77a	0.2880
Palmitoleico, C16:1	1.93a	1.97a	0.5730
Heptadecanoico, C17:0	1.32a	1.23a	0.0975
Estéarico, C18:0	13.17a	12.86a	0.1949
Oleico, C18:1c	31.61b	32.07a	0.0436
Elaídico, C18:1t	2.61a	2.86a	0.1272
Linoleico, C18:2	12.48a	11.81b	0.0008
Linolénico, C18:3	2.68a	2.35b	0.0075
SSAT*	48.23a	47.39a	0.0901
SMON*	35.96b	36.85a	0.0012
SPOL*	14.55a	13.49b	0.0008

^{ab} : Letras diferentes en una misma fila indican que difieren significativamente ($P < 0.05$)

* SSAT = Suma de ácidos grasos saturados

* SMON = Suma de ácidos grasos mono-insaturados

* SPOL = Suma de ácidos grasos poli-insaturados

4.3.3 Ácidos grasos poliinsaturados (SPOL)

En la Tabla 17 y Anexo 10 se presentan los valores de los ácidos grasos poliinsaturados individuales y totales de los dos genotipos de cuyes (Perú y Cieneguilla) a diferentes edades. Se observa que el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados de la carcasa de los cuyes del genotipo Perú (14.55 por ciento) es mayor ($p < 0.05$) que del genotipo Cieneguilla (13.49 por ciento), debido al mayor

contenido ($p < 0.05$) de ácido linoleico y de ácido α linolénico. Resultados similares fueron reportados por Flores–Mancheno *et al.* (2014) en tres líneas de cuyes (Andino, Criollo y Peruano mejorado) alimentados con alfalfa, desechos de cosecha y alimento balanceado como suplemento, registrando diferencias estadísticas en ácido linoleico a favor de las dos primeras líneas genéticas respecto a la tercera línea; Igualmente, observaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en contenido ácido α - linolénico a favor de la línea Peruano mejorado respecto a las otras dos líneas genéticas.

Por otro lado, los valores de ácidos grasos poliinsaturados del presente estudio en los dos genotipos, son superiores a los reportados por Fincham *et al.* (2009) en vacunos alimentados con concentrado y otro grupo con pastura. Este bajo contenido de ácidos grasos poliinsaturados en los rumiantes se debería a los cambios en la composición de ácidos grasos en la carne, que se da después de la hidrólisis de las grasas de los alimentos en el rumen-retículo y que va seguido de la progresiva hidrogenación de los ácidos poliinsaturados libres (principalmente del ácido linoleico y α linolénico) hasta ácido oleico y esteárico. Esto explica la aparente contradicción, que siendo la grasa de la ración altamente insaturados, la grasa corporal de los rumiantes es muy saturada y con ácidos grasos trans (Fincham *et al.* 2009). Por otro lado, es importante mencionar que en los rumiantes se identifica el ácido linoleico conjugado (C18:2 cis-9, trans-11) en mayor porcentaje con la dieta a base de pastura y con mayor tiempo de engorde, comparado con una dieta a base de concentrado (Fincham *et al.* 2009).

En cuanto al contenido de ácido linoleico y α linolénico encontrados en el presente estudio en ambos genotipos, son inferiores a los reportados por Mustafa *et al.* (2019) en el músculo de cuyes en ambos sexos, alimentados con y sin inclusión de linaza, observando que valores de ácido linoleico y α linolénico incrementaron con la inclusión de linaza, pero no encontraron diferencias entre sexo; este incremento ($p < 0.05$) de la concentración total de n-3 SPOL puede atribuirse principalmente a la mayor deposición de ácido α linolénico en el músculo del cuy y que los ácidos grasos poliinsaturados estarían inhibiendo la actividad de la Δ^9 desaturasa el cual está involucrado en la síntesis de los SPOL (Garg *et al.* 1988).

Asimismo, los valores de ácido linoleico y α linolénico de este estudio en los dos genotipos de cuyes, son inferiores a los reportados por Huamaní *et al.* (2016) quienes observaron variaciones de estos ácidos grasos por efecto de la dieta en cuyes del genotipo Cieneguilla. Igualmente, Guevara *et al.* (2016) encontraron el mismo efecto de la dieta sobre la composición de los ácidos grasos poliinsaturados en la carne de cuy del mismo genotipo. Manteniendo un mismo tipo de dieta a base de forraje, Betancourt y Díaz (2014) afirman que también la especie animal es otro factor que hace variar la composición de los ácidos grasos poliinsaturados, quienes estudiaron en diferentes especies de roedores (capibara o ronsoco, *L. paca* o majás, cuy y conejo) reportando menor porcentaje ($p < 0.05$) de ácidos grasos poliinsaturados totales y de ácido linoleico en el capybara, pero alto porcentaje ($P < 0.05$) de α linolénico comparado con las otras especies. Asimismo, el contenido de este ácido graso y de linoleico en el músculo del conejo es inferior a los valores reportados en el presente estudio, tanto en genotipos Perú y Cieneguilla. Estas diferencias podrían deberse, que el principal ácido graso de la dieta de los animales monogástricos como el conejo, es el ácido linoleico (18:2 n6), confirmando que los alimentos comúnmente utilizados en el sistema de producción comercial son deficientes en ácidos α linolénico (18:3 n3) y ricos en ácidos linoleico causado por la intensificación de la agricultura, promoviendo el desequilibrio de la relación de ω^6/ω^3 en la alimentación humana moderna (Betancourt y Díaz 2014).

4.3.4 Importancia biológica de la relación de ácidos grasos ω^6/ω^3

En las últimas décadas, las investigaciones en temas de bioquímica, nutrición y salud han centrado su interés en cambiar la composición de ácidos grasos de los productos pecuarios como la carne, leche y huevos, para mejorar la calidad nutricional de los humanos y mantener una buena salud. Estos estudios buscan reducir el contenido de ácidos grasos saturados e incrementar los monoinsaturados y poliinsaturados (PUFA) en los productos pecuarios a través de la manipulación de la dieta principalmente. En el caso de los SPOL, también se está investigando la importancia de la relación ω^6/ω^3 en la salud de los seres humanos. Para este propósito, el objetivo de la

nutrición y la genética es modificar la composición de los productos de origen animal (Ramírez *et al.* 2004).

Asimismo, en la Tabla 17 y Anexo 10, se muestran los valores de los ácidos grasos poliinsaturados y la relación ω^6/ω^3 de la carcasa de los dos genotipos de cuyes (Perú y Cieneguilla) criados hasta las 32 semanas de edad. Se observan valores bastante cercanos entre los genotipos Perú (4.66) y Cieneguilla (5.03). Estos valores son cercanos a la relación ω^6/ω^3 reportado por Guevara *et al.* (2016) en la carne de cuy del genotipo Cieneguilla (4:1) alimentados con concentrado más 1 por ciento de aceite de pescado y forraje verde, mientras que los cuyes alimentados con alimento balanceado con 4 por ciento de sacha inchi, disminuyó esta relación. Asimismo, los valores de la relación ω^6/ω^3 del presente estudio en los dos genotipos de cuyes son similares al valor reportado por Huamaní *et al.* (2016) en la carcasa de cuyes alimentados con una dieta mixta (concentrado y forraje) (4.44), pero son superiores a los cuyes alimentados con solo alfalfa verde (1.18), este último resultado podría deberse que la alfalfa utilizada en la dieta es alto en ω^3 , especialmente en α linolénico (ALA), mientras que las dietas con concentrado son bajas en este ácido graso poliinsaturado (Huamaní *et al.* 2016).

Por otro lado, los resultados del presente estudio en la carcasa de cuyes, en cuanto a la relación ω^6/ω^3 son superiores a los valores reportados por Mustafa *et al.* (2019), en cuyes alimentados con alfalfa y concentrado sin inclusión de linaza; porque, la alfalfa verde tiene alto contenido de ω^3 (C18:3 n-3), los mismo que fueron metabolizados y retenidos por el tejido corporal del animal, especialmente el ácido α linolénico; resultados similares fueron reportados por Mustafa *et al.* (2019).

La especie animal también, es uno de los factores que hacen variar la relación ω^6/ω^3 , como fue observado por Betancourt y Díaz (2014) en cuatro especies de roedores alimentados con forraje verde, observando en cuyes un valor de 3.5 bastante cercano a la relación reportada en el presente estudio; mientras que en el conejos la relación fue alta (8.9), Pero, en capibara (ronsoco) y *L. paca* (majás) los valores

fueron inferiores (0.6 y 0.5, respectivamente), comparados a los valores reportados en el presente estudio. Estos resultados podrían atribuirse que las especies de roedores herbívoros estudiados estuvieron bajo condiciones de alimentación natural basado en forraje, el nivel de ácidos grasos ω^3 fueron altos en estas especies (capibara y L. paca) que en las otras especies herbívoras en confinamiento (cuyes, conejos) y que posiblemente existe diferencias en el metabolismo de los ácidos grasos entre estas especies y también asociado al sistema digestivo (Betancourt y Díaz 2014).

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados y bajo las condiciones que se realizó el presente estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El máximo incremento de peso semanal en el punto de inflexión, según la ecuación de Gompertz fue similar estadísticamente en ambos genotipos, y la edad al punto de inflexión fue mayor ($p < 0.05$) en el genotipo Perú (9.708 semanas) que en el genotipo Cieneguilla (9.168 semanas).
2. La Asíntota del peso adulto del genotipo Perú fue mayor ($p < 0.05$) al genotipo Cieneguilla. Asimismo, la función de la relación de la máxima tasa de crecimiento y el tamaño adulto fue superior ($p < 0.05$) en el genotipo Perú.
3. La asíntota del contenido de humedad y de la proteína cruda en la edad adulta fue mayor ($p < 0.05$) en el genotipo Perú. En tanto, que la deposición de grasa cruda fue estadísticamente similar en ambos genotipos.
4. La máxima deposición de humedad y proteína cruda en el punto de inflexión en el genotipo Cieneguilla se dio a una menor edad que en el genotipo Perú, y la máxima deposición de grasa se produjo después de las 15 semanas de edad en ambos genotipos.
5. El genotipo Cieneguilla, contiene mayor porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados ($p < 0.05$) comparado al genotipo Perú que contienen mayor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados ($p < 0.05$) que los de Cieneguilla. En contenido de ácidos grasos saturados totales e individuales no existe diferencias estadísticas entre ambos genotipos.
6. El contenido de ácidos grasos poliinsaturados, como el ácido linoleico y linolénico en el genotipo Perú fue estadísticamente superior ($p < 0.05$) al de Cieneguilla.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de selección y mejora genética utilizando información de la dinámica de la tasa de crecimiento de los diferentes genotipos y líneas de cuyes que se crían en el país en diferentes condiciones ambientales como especies productivas.
- Evaluar la calidad nutricional de la carne cuy a través de los componentes químicos (proteína y grasa) y perfil de ácidos grasos de los cuyes de los diferentes fenotipos y líneas genéticas que se producen en el país y utilizar esta información para la selección y mejora de estos animales con fines productivos.
- Realizar estudios de nuevas líneas o genotipos de cuyes utilizando la ecuación de Gompertz para caracterizar su comportamiento productivo con fines de mejoramiento genético y alimentación de esta especie.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Airahuacho, F.E., Vergara, V. 2017. Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus* L.). Rev Inv Vet Perú. 28 (2):255-264.
Doi: 10.15381/rivep.v28i2.13079
- Aliaga, R.R. y Gómez, B.C. 2020. Compartimiento productivo del cuy (*Cavia porcellus*) en crecimiento sometidos a diferentes niveles de selenio dietario. Rev Inv Vet Perú 31 (3):e18179 doi: 10.15381/rivep.v31i3.18197
- Andersen, S., Pedersen, B. 1996. Growth and food intake curves for group-housed gilts and castrated male pigs. J. Ani. Sci. 63: 457–464.
- Anwar, J.A. and Kegan, R.J. 2020. Nutritive value and physical properties of neo-Tropical rodent meat—with emphasis on the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Animals, 2020, 10, 2134. Doi: 10.3390/ani10112134
- Association of Official Analytical Chemists. International (AOAC) . 2005. Official Methods of analysis of AOAC International 18th ed. Gaithersburg, Md, USA: AOAC International. 179 p.
- Association of Official Analysis Chemists. International. (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis. 17th.ed. Assoc. Off. Anal. Chm., Gainthersburg,MD.
- Association of Official Analysis Chemists International (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis. Vol II 15th ed. Assotiation of official Analytical Chemists, Washintong, DC.

- Association of Official Analysis Chemists. 2012. AOAC – 996.06, c14, 19th Ed. Fat (total, saturated and unsaturated) in food hydrolytic extraction gas chromatographic method.
- Ayala, V.C. 2018. Crecimiento y desarrollo de los mamíferos domésticos. Instituto de investigación Agropecuarias y de Recursos naturales. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Pág. 34-42
Doi: SciELO.org.bo/pdf/rriarn/v5nEspecial/v5_a05.pdf
- Baker, JF., Tedeschi, LO., Fox, DG., Henning, WR., Ketchen, DJ. 2006. Using ultrasound measurements to predict body composition of yearling bulls. *J. Anim. Sci.* 84: 2666-2672.
- Betancourt, L. y Díaz, GJ. 2014. Fatty acid profile differences among the muscle tissue of three rodents (*Hydrochoerus hydrochaeris*, *Cuniculus paca* and *Cavia porcellus*) and on Logomorph (*Oryctolagus cuniculus*). *Journal of Food and Nutrition Research*. Vol 2. N° 10.744-748. Doi: 10.12691/jfnr-2-10-14
- Burgos-Paz, W., Solarte-portilla, C., Cerrón – Muños, M. 2010. Efecto del tamaño de camada y número de parto en el crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus Rodentia:caviidae*). *Revista Lasallista de investigación*, Vol. 7 N°2: 47-55
- Camino, M.E., Hidalgo, L.V. 2014. Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. *Rev Inv Vet Perú* 25 (2): 190–197. doi:10.15381/rivep.v25i2.8490.
- Carrero, J. 2005. Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos ω^3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutrición Hospitalaria*, 20(1): 63-69.
- Casas, G.A., Rodríguez, D., Afanador, T.G. 2010. Propiedades matemáticas del modelo de Gompertz y su aplicación al crecimiento de los cerdos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, Vol 23, N° 3.
DOI: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/View/455/561>

- Chauca., L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) Instituto Nacional de Investigación Agraria, La Molina, Perú. Organización de naciones unidas para la Agricultura y alimentación, (FAO). Roma. 42 p
Doi: <http://www.fao.org/docrep/W6562s/w6562s00.HTM>
- Chauca FL, Muscari J, Higaona R. 1998. Proyecto de sistemas de producción de crianzas familiares (Perú) 93-0028. Tomo I. Lima: INIA-CIID, 118p.
- Chauca, FL., Muscari, J y Higaona, R. 2008. Investigación en cuyes. Serie Informe Técnico. Tomo II. Lima. Peru. INIA. 155 p
Repositorio. inia.gob.pe/bitstream/20.-500.12855/303/1/investigaciones_encuyes.pdf.
- Chauca, FL. 2022. Desarrollo del mejoramiento genético cuyes en el Perú. Formación de nuevas razas. Análes Científico 83(2), 109-125.
Doi. [10.21704/ac.v83i2.1879](https://doi.org/10.21704/ac.v83i2.1879)
- Clawson, A.J., Garlich, J.D., Coffey, M.T., Pond, W.G. 1991. Nutritional, physiological, genetic, sex, and age effects on fat-free dry matter composition of the body in avian, fish, and mammalian species: a review. Journal of animal science, volumen 69, Issue 9: 3617-3644p doi:10.2527/1991.6993617x
- Cooper, MD., Schiller, MD. 1975. Anatomy of the guinea pig. Cambridge. Massachusetts. Harvard University Press. 417 p.
- Cordain, L., Walkins, B.A., Florant, G.L., Kelher, M., Rogers, L. and Li, Y. 2002. Fatty acid analysis of wild ruminant tissues; evolutionary implications for reducing diet. related chronic disease. European Journal of Clinical Nutrition 56: 181–191.
- Cruz, D.J., Huayta, J.P., Corredor, F.A., Pascual, M. 2021. Parámetros productivos y reproductivos del cuy (*Cavia porcellus*) de las líneas Saños y Mantaro. Rev Inv vet Perú 32 (3): e 20397 doi: [10.15381/rivep.v32i3.20397](https://doi.org/10.15381/rivep.v32i3.20397)

- De Greef, KH., Verstegen, MWA., Kemp, B., Van Der Togt, PL. 1994. The effect the body weight and energy intake on the composition of deposited tissue in pigs. *Anim Prod.* 58: 263–270.
- Devligerhere, F., Francois, K., Vermeulen, A. and Debevere, J. 2008. Predictive microbiology, Chapter 3. In: Costa R and Kristbergsson, K editors. *Predictive modeling and risk assessment*, Springer: 29–60 p.
Doi: 10.1007/978-1-387-68779-6, C Springer Science + Business Media LLC 2009
- Dilar, EU., Vaccaro, R., Lozano, L., Robison, OW. 1972. Phenotypic and genetic parameters for growth in guinea pigs. *Journal of Animal Science* , vol. 34 (2): 193–195, <https://doi.org/10.2527/jas1972.342193x>
- Do, DN., Miar, Y. 2020. Evaluation of Growth Curve Models for Body Weight in American Mink. *Animals* 10 (1):22 Doi.org/10.3390/ani10010022
- Emmans, GC. 1989. The growth of turkeys. In *Recent Advances in Turkey Science*. C. Nixey and T.C. Grey. Butterworths, London, 135 – 166.
- Enser, M., Hallet, K., Hewitt, B., Fursey, G.A.J. and Wood, J.D. 1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pig at retail. *Meat Science* 42, 443–456.
- FAO. 2000. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Hoja de información 10. Cria de cuyes. Doi: fao.org/3/v5290s/v5290s00.htm#TopofPage
- Fernandes, HJ., Tedeschi, LO., Paulino, MF., Paiva, LM. 2010. Determination of carcass and body fat composition of grazing crossbred bulls using body measurements. *J. Anim. Sci.* 88: 1442-1453. Doi: 10.2527/jas.2009-1919
- Fincham, J.R., Fontenot, J.P., Swecker, W.S., Herbein, J.H., Neel, J.P.S., Seaglia, G., Clapham, W. M. and Notter, D.R. 2009. Fatty acid metabolism and deposition in

subcutaneous adipose tissue of pasture-and feedlot – finished cattle. *J. Anim Science* 87:3259-3277. Doi: 10.2527/jas.2008–1277 originally published online Jul 17, 2009.

- Fitzhugh H., Jr. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J. Anim. Sci.* 1976; 42: 1036-1051. Doi: 10.2527/jas1976.4241036x
- Flores–Mancheno, C.I., Roca – Arguelles, M., Tejedor – Arias, R., Salgado – Tello, I.P., Villegas–Soto, N.R. 2015. Contenido de ácidos grasos en carne de cuy. *Ciencia y Agricultura (Rev Cien Agri)*. Vol. 12 (2): 83-90.
- Fowler, VR. 1968. Body development and some problems of its evaluation, in: Lodge, GA. and Lamming, GE, editors. *Growth and development of mammals*. Butterworths, London: 195–211 p.
- Folch, J., Lees, M. and Sloane – Stanly, G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal Biological Chemistry* 226: 497 – 509.
- Garg, M.L., Scbokova. E., Thomson, A.B.R. and Clandinin, M.T. 1988. Δ^6 -desaturase activity in liver microsomes of rats fed diets enriched with cholesterol and/or w³ fatty acids. *Biochemical Journal*. (249), 351 – 356.
- Gericke, A.U., Gille, t., Trautvetter and Salomon, F.V. 2005 Postnatal growth in male Dunkin – Hartley guinea pigs (*Cavia cutlery f. porcellus*). *Journal Experim. Animal Science* 43: 87 – 99.
- Girardi, F., Cardoso, R.M., de Souza, V.L., de Moraes, G.V., dos Santos, C.R., Visentainer, J.V., Zara, R.F., de Souza, N.E. 2005. Proximate composition and fatty acid profile of semi-confined young capybara (*Hydrochoerus hydrochloeric* L. 1766) meat. *J. Food Campos. Anal.* 18,647–654.

- Givens, D.I. 2005. The role of animal nutrition in improving the nutritive value of animal-derived foods in relation to chronic disease. *Proceedings of the Nutrition Society* (2005), 64, 395–402. Doi:10.1079/PNS2005448
- Gompertz, B. 1825. On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new method of determining the value of live contingencies. *Trans. R. Philos. Soc*, 115:513 – 585.
- Gous, R.M., Moran Jr. E.T., Stilborn, H.R., Bradford, G.D., Emmans, G.C. 1999. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers. *Poult. Sci.* 115: 812- 821.
- Guevara, V.J., Rojas, M.S., Carcelén, C.F., Seminario S.L. 2016. Enriquecimiento de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) con ácidos grasos Omega-3 mediante dietas con aceite de pescado y semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). *Rev Inv Vet Perú* 27(1): 45-50 Doi: 10.15381/rivep.v27i1.11450
- Hancock, C.E., Bradford, G.D., Emmans, G.C., Gous, R.M. 1995. The evaluation of the growth parameters of six strains of commercial broiler chickens. *Br. Poult. Scie.* 36: 247-264
- Harris, W. 1997. N-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. *Am. J. Clin Nutr.* 65: 16455–16545.
- Hartsook, E., Hershberger, T. 1963. A simplified method for sampling small animal carcasses for analyses. *Journal of Experimental Biology and medicine.* Vol. 113: 973 – 977.
- Huamaní, Ñ. G., Zea, M. O., Gutierrez, R.G., Vílchez, P.C. 2016. Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuy (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú* 27(3): 486-494. Doi: 10.15381/rivep.v27i3.12004

- INIA. Lima. Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). 2005. Cuy: Raza Perú. Información técnica.
- Knap, PW. 2000. Time trends of Gompertz growth parameters in meat type pigs. J. Anim. Sci. 70: 39–49.
- Koch, DE., Pearson, AM., Magee, WT., Hoefer, JA., Schweigert, BS. 1968. Effect of diet on the fatty acid composition of pork fat. J. Anim. Sci. 27:360–365.
- Kouakou, N.D., Grongnet, J.K., Assidjo, N:E., Thys, E., Marnet, P.G., Catheline, D., Legrand,P., Kouba, M. 2013. Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). Meat Science.93.821-826
- Lammers PJ, Carlson SL, Zdorkowski GA, Honeyman MS. 2009. Reducing food insecurity in developing countries through meat production: the potential of the guinea pig (*Cavia porcellus*). Renewable Agriculture and food Systems, 24(2), 155-162.
- McAfee, AJ., McSorley, EM., Cuskelly, GJ., Moss, BW., Wallace, JMW., Bonham, MP., Fearon, AM. 2010. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. J. Meat Sci. 84(1):1-13 Doi: 10.1016/j.meatsci.2009.08.029
- Meza, RE., Rojas, YY., Raymondi, CJ., Olaguivel, FC.2018. Estimación de heterosis individual en cuyes (*Cavia porcellus*) F1 cruces de los genotipos Perú, Inti y Andina. Rev Inv Vet Perú; 29(2): 495-506. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14488>
- Mignon-Grasteu, S. 1999. Genetic parameters of growth curve parameters in male and female chickens. British Poultry Science. Volume 40:44-51. <https://doi.org/10.1080/00071669987827>

- Morales MA, Carcelén CF, Ara GM, Arbaiza FT, y Chauca FL. 2011. Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú. Rev Inv Vet Perú 2011; 22(3): 177-18
- Mustafa, A.F., Chavarr, E.C., Mantilla, J.C., Mantilla, J.O., Paredes, M.A. 2019. Effect of feeding flaxseed on performance, carcass Trait, and meat fatty acid composition of Guinea pigs (*Cavia porcellus*) under northern Peruvian condition. Tropical Animal Health and Production. Doi: 10.1007/j11250-019-01977-0
- National Research Council (NRC). 1995. Nutritional requirements of laboratory animal. 4th Rev. Washington DC.USA: National Academic of Science. 192 p
- Noblet, J. 2004. Protein and energy requirements of growing swine II Simposio Internacional Sobre Exigencias Nutricionales de Aves e Suinos: 175 – 198.
- Noguera, R.R., Pereira R.L. y Solarte, C.E. 2008. Comparación de modelos no lineales para describir curvas de crecimiento en cuyes (*Cavia porcellus*) desde el nacimiento hasta la edad de sacrificio. Livestock Research for Rural Development 20 (5): 1-8 Doi: <http://www.lrrd.org/lrrd20/5/nogu20079.htm>
- Norma Técnica Peruana (NTP) 209.019 Sección 2.4. 1976. Alimentos balanceados para animales. Métodos de ensayo.
- Olomu, JM., Baracos, VE. 1990. Influence of dietary flaxseed oil on the performance, muscle protein deposition, and fatty acid composition of broiler chickens. Poltry Science, (70), 1403-1411
- Paredes, M. y Cerquin, M. 2021. Efectos de la suplementación de treonina sobre el rendimiento productivo, carcasa y peso de órganos de cuyes de engorde con alimentación mixta Rev Inv Vet Perú 32 (6): e21701. Doi: 10.15381/rivep.v32i6.21701

- Peiretti, PG., Meineri, G. 2010. Effects of diets with increasing levels of golden flaxseed on carcass characteristic meat quality and lipid treats of growing rabbits. *Italian Journal of Animal Science*, (9), 372-377. Doi: <https://doi.org/10.4081/ijas.2010.e70>
- Quijandría, B., Zaldívar, M., Robison, OW. 1983b. Selection in Guinea Pigs: II. Direct Response for Litter Size and Body Weight. *Journal of Animal Science*, volumen 56, número 4: 820–828, <https://doi.org/10.2527/jas1983.564820x>
- Ramirez, JA., Oliver, MA., Pla, M. Guerrero, L., Arino, B., Blasco, A., Pascual, M., Gil, M. 2004. Effect of selection for growth rate on biochemical, quality and texture characteristic of meat from rabbits. *Meat Sci* 67: 617–624
Doi: 10.1016/j.meatsci.2003.12.012
- Razminowicz, RH., Kremzer, M., Scheeder, MRL. 2006. Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. *Meat Sci* 73: 351–361. Doi: 10.1016/j.meatsci.2005.12.013
- Reynaga, R.M.F., Vergara, R.V., Chauca, F.L., Muscari, G.J., Higaonna, O.R. 2020. Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú, Andina e inti. *Rev Inv Vet. Perú* Vol. 31 N° 3. Doi: 10.15381/rivep.v31i3.18173
- Rodríguez, LH., Palomino, TM., Hidalgo, LV., Gutiérrez, RG. 2013. Efectos de factores fijos y al azar sobre el peso al nacimiento y al destete en cuyes de la Costa Central del Perú. *Rev Inv Vet Perú* 2013; 24(1): 16-24.
- Rodríguez, LH., Gutierrez, RG., Palomino, TM., Hidalgo, LV. 2015. Características maternas al nacimiento y destete en cuyes de la costa Central del Perú. *Rev Int Vet Perú* 2015; 26(1): 77-85. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10941>

- Rosenfeld SA. 2008. Delicious guinea pig: seasonality studies and use of fat in the pre-Columbian Andean diet. *Quaternary International*. Vol. 180 (1): 127-134
Doi.org/10.1016/j.quaint.2007.08.01
- Sakomura, N.K., Longo, F.A., Oviedo–Rondon, E.O., Boa–Viagem, C. and Ferrando, A. 2005. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. *Poultry Science* 84: 1363–1369.
- Sarria, BJA., Cantaro, SJL., Cayetano, RJL. 2019. Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, 21 (3): e1437 https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1437
- SAS. 2005. *Statistical Analysis System user's Guide (Release 9.1)*. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.
- Simopoulos, AP 2000. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science* 79, 961–970.
- Solarte, C., Imuez, A.M. y Pérez, T. 2002. Modelo animal multicarácter para la estimación de parámetros genéticos del *Cavia porcellus* en Colombia. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Tomo 36, N° 1: 19 – 24.
- Soto, M.C., Hidalgo, L.V., Ríos, R.E. 2020. Efecto de un concentrado de inicio y cerca gazapera sobre los parámetros productivos en cuyes lactantes. *Rev Inv Vet Perú* 31(3) 218163 Doi:10.15381/rivep.v13i3.18163
- Tedeschi, LO., Fox, DG., Guiroy, PJ. 2004. A decision support system to improve individual cattle management. A mechanistic, dynamic model for animal growth. *Agric. Syst.* 79: 171-204.

- Tjorve, KMC., Tjorve, E.2017. The use of Gompertz models in growth analyses, and new Gompertz-model approach: An addition to the Unified-Richards family. PLOS ONE 12(6): e0178691. Doi: 10.1371/journal.pone.0178691
- Velotto, S., Vitale, C., Crasto, A. 2012. Muscle fiber types, fat deposition and fatty acid profile of Casertana versus Large White pig. Animal Science Papers and Reports 30: 35 – 44.
- Whittemore, CT, Tullis JB, Emmans, GC. 1988. Protein growth in pigs. Anim Prod; 46:437-445.
- Wiseman, J., Agunbiade, JA. 1998. The influence of changes in dietary fat and oils on fatty acid profiles of carcass fat in finishing pigs. Livest. Prod. Sci. 54:217–227.
- Wurzinger, M., Delgado, J., Nüürnberg, M., Záárate, A.V., Stemmer, A., Ugarte, G., Söölknér, J. 2005. Growth curves and genetic parameters for growth traits in Bolivian llamas. Livest. Prod. Sci. 2005; 95: 73-81. doi: 10.1016/j.livprodsci.2004.12.015.
- Zomeño, C., Blasco, A. and Hernandez, P. 2010. Influence of genetic line on lipid metabolism traits of rabbit muscle. Journal Animal Science 88:3419–3427.

VII. ANEXOS

Anexo 1: Composición química del alimento balanceado de cuy



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS
Av. La Molina s/n - La Molina
TELEFAX 3480830

INFORME DE ENSAYO LENA N° 0305/2010

CLIENTE : Ing. VICTOR HIDALGO LOZANO
NOMBRE DEL PRODUCTO : Concentrado Cuyes- Mezcla Mecánica-18/01/10
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 2010-03-01
FECHA DE ANÁLISIS : Del 01/03/10 al 10/03/10
CANTIDAD DE MUESTRA : 353 gramos
PRESENTACION : de la muestra en Bolsa de Polietileno
IDENTIFICACION : AQ-0305/2010

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

ANALISIS	Resultados
a.- HUMEDAD, %	12.00
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	19.19
c.- EXTRACTO ETereo, %	4.81
d.- FIBRA CRUDA, %	6.62
e.- CENIZA, %	5.61
f.- ELN ¹ , %	51.77

ELN¹ = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

Métodos utilizados:

a.- AOAC 1990, PARTE 950.46 pp. 931 c.- AOAC 1990, PARTE 948.16 pp.871
b.- AOAC 1990, PARTE 984.13 pp.74 d.- AOAC 1990, PARTE 962.09 pp.80
e.- AOAC 1990, PARTE 942.05 Pp.70

Atentamente,


Dr. Carlos Vilchez Perales
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos

La Molina, 11 de Marzo del 2010

Anexo 2: Composición de la premezcla de vitaminas y micro minerales para cuyes¹

Componentes	Unidad	Cantidad
Vitaminas		
Vitamina A	IU	10'000.000.0
Vitamina D ₃	IU	1'300,000.0
Vitamina E	IU	30'000.0
Tiamina	g	2.0
Riboflabina	g	4.0
Ácido pantoténico	g	12.0
Niacina	g	30.0
Piridoxina	g	3.0
Ácido fólico	g	1.0
Vitamina B ₁₂	mg	10.0
Biotina	mg	100.0
Vitamina K ₃	g	3.0
Micro minerales		
Hierro	g	50.0
Cobre	g	10.0
Manganeso	g	20.0
Zinc	g	100.0
Yodo	g	1.0
Selenio	g	100.0
BHT	mg	100.0
Excipientes c.s.p.)	g	1,000.0

¹: Premezcla de vitaminas y minerales para cuyes reportado en a Tabla 9.

Fuente: Montana S.A

Anexo 3: Ficha técnica del Rovimix Stay C-35 (vitamina C)

ROVIMIX STAY C-35 (vitamina C) tiene una actividad equivalente a ácido ascórbico mínima de 35%.

DESCRIPCION: ROVIMIX STAY C-35 (vitamina C) tiene la apariencia de un polvo color blanco a amarillento. Contiene una mezcla de ésteres tri, di y monofosfato de L-ácido ascórbico. Tiene excelente fluidez y es de fácil manejo incluso en sistemas de dosificación automática.

USO EN: Aves y porcinos.

BENEFICIOS: ROVIMIX STAY C-35 (vitamina C) ha sido especialmente diseñado para ser usado como una fuente estabilizada de vitamina C en alimento. Puede ser libremente usado en todo tipo de premezclas y alimentos. Goza de gran estabilidad en alimentos peletizados o extruidos.

ROVIMIX STAY C-35 (vitamina C), siempre y cuando conserve sus condiciones originales de empaque, podrá ser almacenado en un lugar fresco y seco hasta por 12 meses.

ROVIMIX STAY C-35 (vitamina C) puede ser usado en la formulación de piensos para todo tipo de animales, y tiene un comportamiento excelente incluso cuando es incluido como fuente de vitamina C para especies relacionadas con acuicultura. La estructura química del producto (ésteres de ácido ascórbico), protegen la vitamina C de ser destruida por oxidación.

La suplementación de vitamina C ha demostrado ser necesaria en animales en producción (cerdos y aves), así como en otras especies durante toda su vida (acuicultura). Es también benéfica para todas las especies, durante periodos de todo tipo de estrés y para reproducción normal.

En aves y cerdos ha probado ser benéfica para lograr superar los bajos rendimientos y altas mortalidades relacionadas con estrés.

MODO DE EMPLEO: En premezclas y alimentos compuestos.

PRESENTACION: Caja de cartón con 25 kg.

Importado y distribuido por:
ROCHE VITAMINAS
Km 22.5 Carretera El Salto Jalisco
45860 Guadalajara, Jal.
Elaborado por: F. Hoffman-La Roche & Co. Ltd., Suiza
Reg. SAGARPA-Q-7688-062

Anexo 4: Ficha técnica del Antifúngico

CALLIZO

ZOAMICOST FEED TREAT
PEZ00000243
HOJA TÉCNICA N° PEZ00000243

Fecha: 05/22/18
Versión: 02
Elaborado por: COMA
Aprobado por: COBR

DESCRIPCIÓN

Zoamicost Feed Treat es inhibidor de hongos en polvo para el tratamiento y conservación de alimentos por periodos prolongados.

INGREDIENTES

Dipropionato de amonio, ácido propiónico, ácido acético, carbonato de calcio.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Apariencia : Polvo
Color : Crema a Marrón
Densidad aparente a 20°C (g/ml) : 0,300 – 0,650

DOSES

Se recomienda entre 0,5 Kg a 2,0 Kg gramos por tonelada de alimento balanceado.

PRESENTACION

Sacos de 25 Kg netos.

ALMACENAMIENTO

Vida útil estimada : Dieciocho (18) meses desde la fecha de fabricación en el envase original cerrado.
Temperatura de Almacenamiento : En su envase original, a temperatura ambiente, protegido de la luz y alejado del calor.
Consideraciones especiales : Mantener en un sitio fresco alejado del calor, humedad en exceso y del alcance de los niños.

CC-F-0061
Elaborado por: ACC
Revisado por: ACC
Aprobado por: COB
Fecha: 05/22/18

Anexo 5: Promedio de peso vivo, incremento de peso semanal y diario, por genotipo (0 - 32 semanas de edad).

Edad (semanas)	Peso vivo Total ¹		Incremento de ¹ Peso vivo semanal		Incremento de ¹ Peso vivo diario	
	Perú	Cieneguilla	Perú	Cieneguilla	Perú	Cieneguilla
0 (Nac)	157.17	160.13	-	-	-	-
1	186.27	187.14	29.10	27.01	4.16	3.86
2	233.80	228.34	47.53	41.19	6.79	5.88
3	300.23	289.39	66.43	61.06	9.49	8.72
4	386.12	376.93	85.89	87.53	12.27	12.50
5	482.25	474.19	96.12	97.26	13.73	13.89
6	583.38	575.76	101.14	101.57	14.45	14.51
7	688.38	680.62	105.00	104.86	15.00	14.98
8	796.03	789.76	107.65	109.14	15.38	15.59
9	907.79	901.54	111.76	111.78	15.97	15.97
10	1024.95	1016.83	117.17	115.29	16.74	16.47
11	1133.98	1131.17	109.03	114.33	15.58	16.33
12	1240.13	1227.75	106.15	96.58	15.16	13.80
13	1327.90	1319.85	87.77	92.11	12.54	13.16
14	1403.38	1410.11	75.48	90.26	10.78	12.89
15	1477.42	1487.34	74.04	77.23	10.58	11.03
16	1548.15	1552.10	70.73	64.76	10.10	9.25
17	1615.67	1618.63	67.52	66.53	9.65	9.50
18	1687.76	1686.00	72.08	67.36	10.30	9.62
19	1758.88	1750.94	71.12	64.94	10.16	9.28
20	1831.18	1813.58	72.30	62.64	10.33	8.95
21	1898.79	1875.96	67.62	62.39	9.66	8.91
22	1964.07	1931.87	65.28	55.91	9.33	7.99
23	2023.39	1984.82	59.32	52.95	8.47	7.56

<<Continuación>>

24	2078.49	2030.75	55.10	45.93	7.87	6.56
25	21.34.54	2072.06	56.05	41.31	8.01	5.90
26	2185.07	2109.88	50.53	37.82	7.22	5.40
27	2230.40	2152.91	45.33	43.03	6.48	6.15
28	2265.88	2192.17	35.48	39.26	5.07	5.61
29	2300.60	2227.37	34.72	35.20	4.96	5.03
30	2334.54	2258.90	33.94	31.53	4.85	4.50
31	23269.51	2294.72	34.97	35.81	5.00	5.12
32	2402.64	2330.02	33.13	35.31	4.73	5.04

1: Promedio de 5 pozas con 4 cuyes cada uno y por genotipo

Anexo 6: Contenido de humedad, grasa y proteína de la carcasa de cuy del genotipo Perú (porcentaje)

EDAD (Semana)	CUY	HUMEDAD	DS	GRASA	DS	PROTEÍNA	DS
1	1	74.26	0.88	2.04	0.26	16.94	0.79
	2	75.60		1.69		17.64	
	3	75.92		1.53		18.52	
	Promedio	75.26	1.75	17.70			
2	4	74.15	0.96	2.21	0.33	18.90	0.72
	5	73.28		2.58		17.61	
	6	75.20		1.93		18.82	
	Promedio	74.21	2.24	18.44			
4	7	72.10	0.53	3.18	0.34	19.50	0.68
	8	71.86		3.44		18.90	
	9	72.87		2.76		20.25	
	Promedio	72.28	3.13	19.55			
8	10	67.50	1.09	7.17	0.43	19.63	0.52
	11	69.28		6.49		20.67	
	12	67.29		7.28		20.06	
	Promedio	68.02	6.98	20.12			
12	10	61.38	0.54	11.62	0.48	21.86	0.86
	11	62.46		12.05		21.10	
	12	61.80		12.58		20.14	
	Promedio	61.88	12.08	21.03			
16	13	60.03	0.81	14.65	0.56	21.14	0.66
	14	59.10		14.91		21.50	
	15	58.41		15.73		20.22	
	Promedio	59.18	15.10	20.95			
22	16	59.20	0.68	16.92	0.56	18.71	0.73
	17	57.85		17.69		18.42	
	18	58.43		16.60		19.80	
	Promedio	58.49	17.07	18.98			
32	19	57.47	0.61	19.07	1.22	18.15	0.42
	20	56.25		21.45		17.32	
	21	56.90		19.80		17.80	
	Promedio	56.87	20.11	17.76			

DS: Desviación estandar

Anexo 7: Contenido de humedad, grasa y proteína de la carcasa de cuy del genotipo Cieneguilla (porcentaje)

EDAD (Semana)	CUY N°	HUMEDAD	DS	GRASA	DS	PROTEÍNA	DS
1	1	74.38	0.50	2.10	0.29	16.70	0.85
	2	75.34		1.98		18.15	
	3	75.10		1.54		18.20	
	Promedio	74.94	1.87	17.68			
2	4	73.42	0.43	3.05	0.39	17.82	0.49
	5	73.85		2.28		18.79	
	6	74.28		2.60		18.34	
	Promedio	73.85	2.64	18.32			
4	7	71.48	1.14	3.92	0.64	19.72	0.59
	8	70.32		4.35		19.12	
	9	72.60		3.10		20.30	
	Promedio	71.47	3.79	19.71			
8	10	66.22	0.85	8.10	0.58	19.55	0.67
	11	67.90		6.95		20.84	
	12	67.24		7.38		19.90	
	Promedio	67.12	7.48	20.10			
12	13	62.49	0.98	12.38	0.56	21.30	0.62
	14	60.57		13.50		20.14	
	15	61.84		12.85		21.10	
	Promedio	61.63	12.91	20.85			
16	13	61.32	1.13	14.62	0.78	20.44	0.50
	14	59.06		16.18		19.46	
	15	60.20		15.30		19.80	
	Promedio	60.19	15.37	19.90			
22	16	61.10	1.42	17.54	0.46	19.03	0.72
	17	58.35		18.46		17.60	
	18	59.12		17.94		18.25	
	Promedio	59.52	17.98	18.29			
32	19	56.39	1.00	21.82	0.77	17.22	0.63
	20	57.68		20.95		18.10	
	21	55.72		22.48		16.88	
	Promedio	56.60	21.75	17.40			

DS: Desviación estandar

Anexo 8. Perfil de ácidos grasos del rastrojo de brócoli



INFORME DE ENSAYO N° 3-07872/15

Pág. 1/2

Solicitante : FUNDACION PARA EL DESARROLLO AGRARIO
 Domicilio Legal : Jr. Camilo Carrillo 325 – Jesús María - Lima
 Producto Declarado : FORRAJE DE BROCOLI
 Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 400 g
Muestra proporcionada por el solicitante
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, cerrado.
 Identificación de la muestra : RABROCO
 Fecha de Recepción : 2015 – 07 – 20
 Fecha de Inicio del ensayo : 2015 – 07 – 20
 Fecha de Término del ensayo : 2015 – 08 – 10
 Ensayo realizado en : Laboratorio de Físico Química / GC
 Identificado con : H/S 15011362 (EXAI-00941-2015)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.

Ensayo	Resultado
Grasa (g/100g)	1,78

n°	(*) Ácidos Grasos	C:n	Límite de cuantificación (g/100g. de muestra)	Resultados g/100g. de muestra
1	Acido Butírico	4:0	0,097	< 0,097
2	Acido Caproico	6:0	0,033	< 0,033
3	Acido Caprílico	8:0	0,022	< 0,022
4	Acido Caprílico	10:0	0,010	< 0,010
5	Acido Undecanoico	11:0	0,003	< 0,003
6	Acido Laurico	12:0	0,007	< 0,007
7	Acido Tridecanoico	13:0	0,003	< 0,003
8	Acido Mirístico	14:0	0,011	< 0,011
9	Acido Miristoleico	14:1	0,004	< 0,004
10	Acido Pentadecanoico	15:0	0,007	0,009
11	Acido cis 10 Pentadecenoico	15:1	0,002	< 0,002
12	Acido Palmítico	16:0	0,016	0,422
13	Acido Palmítoleico	16:1	0,006	0,056
14	Acido Margarico (Heptadecanoico)	17:0	0,006	< 0,006
15	Acido cis 10 Heptadecenoico	17:1	0,007	< 0,007
16	Acido Estearico	18:0	0,018	0,040
17	Acido Eláidico	18:1 (ω9 trans)	0,008	< 0,008
18	Acido Oleico	18:1 (ω9 cis)	0,017	0,074
19	Acido Linoeláidico	18:2 (ω6 trans)	0,007	< 0,007
20	Acido Linoico	18:2 (ω6 cis)	0,009	0,240
21	Acido Araquídico	20:0	0,014	< 0,014
22	Ac. γ-linolenico	18:3 (ω6)	0,007	0,022
23	Acido cis 11 Eicosenoico	20:1	0,011	< 0,011
24	Acido α Linolenico	18:3 (ω 3)	0,007	0,670
25	Acido Eneicosanoico	21:0	0,032	< 0,032
26	Acido cis 11,14 Eicosadienoico	20:2	0,022	0,032
27	Acido Behénico	22:0	0,019	< 0,019
28	Acido cis 8,11,14 Eicosatrienoico	20:3 (ω6)	0,003	< 0,003
29	Acido Erucico	22:1 (ω 9)	0,010	< 0,010
30	Acido cis 11,14,17 Eicosatrienoico	20:3 (ω3)	0,004	< 0,004
31	Acido Araquidónico	20:4 (ω 6)	0,006	< 0,006
32	Acido Tricosanoico	23:0	0,010	< 0,010
33	Acido cis 13,16 Docosadienoico	22:2	0,012	< 0,012
34	Acido Lignocérico	24:0	0,026	< 0,026
35	Acido cis 5,8,11,14,17 Eicosapentaenoico	20:5 (ω 3) EPA	0,014	< 0,014
36	Acido Nervónico	24:1	0,010	< 0,010
37	Acido cis 4,7,10,13,16,19 Docosahexaenoico	22:6 (ω3) DHA	0,038	< 0,038



CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
 Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico
 Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
 info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA
 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161
 info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

<<Continuación>>



INFORME DE ENSAYO N° 3-07872/15

Pág. 2/2

Acidos grasos saturados (g/100 g de muestra)	0.471
Acidos grasos monoinsaturados (g/100 g de muestra)	0.130
Acidos grasos poliinsaturados (g/100 g de muestra)	0.964
Acidos grasos no detectados (g/100 g de muestra)	0.215
Acidos grasos total (g/100 g de muestra)	1.780

Métodos:

Grasa: NTP 209.019. Sección 2.4. 1976. Alimentos Balanceados Para Animales. Métodos de Ensayo

Acidos grasos: AOAC-996.06, c41, 19 th Ed. 2012. Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods Hydrolytic Extraction Gas Chromatographic Method.

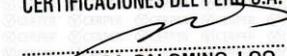
OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 11 de Agosto de 2015
AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.


ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico
Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161
info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Anexo 9: Perfil de ácidos grasos del alimento balanceado para cuyes



INFORME DE ENSAYO N° 3-07687/15

Pág. 1/2

Solicitante : FUNDACION PARA EL DESARROLLO AGRARIO
 Domicilio Legal : Jr. Camilo Carrillo 325 – Jesús Maria - Lima
 Producto Declarado : ALIMENTO BALANCEADO
 Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 600 g
Muestra proporcionada por el solicitante
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, cerrado.
 Identificación de la muestra : CONCUY
 Fecha de Recepción : 2015 – 07 – 20
 Fecha de Inicio del ensayo : 2015 – 07 – 20
 Fecha de Término del ensayo : 2015 – 08 – 10
 Ensayo realizado en : Laboratorio de Físico Química / GC
 Identificado con : H/S 15011362 (EXAI-00941-2015)
 Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.

Ensayo	Resultado
Grasa (g/100g)	5,69

n°	(*) Ácidos Grasos	C:n	Límite de cuantificación (g/100g. de muestra)	Resultados g/100g. de muestra
1	Acido Butírico	4:0	0,097	< 0,097
2	Acido Capríco	6:0	0,033	< 0,033
3	Acido Caprílico	8:0	0,022	< 0,022
4	Acido Capríco	10:0	0,010	< 0,010
5	Acido Undecanoico	11:0	0,003	< 0,003
6	Acido Laurico	12:0	0,007	< 0,007
7	Acido Tridecanoico	13:0	0,003	< 0,003
8	Acido Mirístico	14:0	0,011	< 0,011
9	Acido Miristoleico	14:1	0,004	< 0,004
10	Acido Pentadecanoico	15:0	0,007	0,007
11	Acido cis 10 Pentadecenoico	15:1	0,002	< 0,002
12	Acido Palmítico	16:0	0,016	0,707
13	Acido Palmítoleico	16:1	0,006	0,298
14	Acido Margarico (Heptadecanoico)	17:0	0,006	< 0,006
15	Acido cis 10 Heptadecenoico	17:1	0,007	< 0,007
16	Acido Estearico	18:0	0,018	0,047
17	Acido Elaídico	18:1 (ω9 trans)	0,008	< 0,008
18	Acido Oleico	18:1 (ω9 cis)	0,017	0,927
19	Acido Linoleádico	18:2 (ω6 trans)	0,007	< 0,007
20	Acido Linoleico	18:2 (ω6 cis)	0,009	1,907
21	Acido Araquídico	20:0	0,014	< 0,014
22	Ac. γ-linolenico	18:3 (ω6)	0,007	0,779
23	Acido cis 11 Eicosenoico	20:1	0,011	< 0,011
24	Acido α Linolenico	18:3 (ω 3)	0,007	0,125
25	Acido Eneicosanoico	21:0	0,032	< 0,032
26	Acido cis 11,14 Eicosadienoico	20:2	0,022	0,029
27	Acido Behénico	22:0	0,019	< 0,019
28	Acido cis 8,11,14 Eicosatrienoico	20:3 (ω6)	0,003	< 0,003
29	Acido Erucico	22:1 (ω 9)	0,010	< 0,010
30	Acido cis 11,14,17 Eicosatrienoico	20:3 (ω3)	0,004	< 0,004
31	Acido Araquidónico	20:4 (ω 6)	0,006	< 0,006
32	Acido Tricosanoico	23:0	0,010	< 0,010
33	Acido cis 13,16 Docosadienoico	22:2	0,012	< 0,012
34	Acido Lignocérico	24:0	0,026	< 0,026
35	Acido cis 5,8,11,14,17 Eicosapentaenoico	20:5 (ω 3) EPA	0,014	< 0,014
36	Acido Nervónico	24:1	0,010	< 0,010
37	Acido cis 4,7,10,13,16,19 Docosahexaenoico	22:6 (ω3) DHA	0,038	< 0,038



CALLAO
 Oficina Principal
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
 T. (511) 319 9000 F. (511) 420 4128
 info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
 Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico
 Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
 T. (043) 311 048 F. (043) 314 620
 info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA
 Urb. Angamos A - 2 - Piura
 T. (073) 322 908 / 9975 63161
 info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

<<Continuación>>



INFORME DE ENSAYO N° 3-07687/15

Pág. 2/2

Acidos grasos saturados (g/100 g de muestra)	0.754
Acidos grasos monoinsaturados (g/100 g de muestra)	1.225
Acidos grasos polinsaturados (g/100 g de muestra)	2.840
Acidos grasos no detectados (g/100 g de muestra)	0.871
Acidos grasos total (g/100 g de muestra)	5.690

Métodos:

Grasa: NTP 209.019 Sección 2.4, 1976. Alimentos Balanceados Para Animales. Métodos de Ensayo

Acidos grasos: AOAC-996.06, c41, 19 th Ed. 2012 .Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods Hydrolytic Extraction Gas Chromatographic Method.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 11 de Agosto de 2015
AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. N° 40302
JEFE DE COORDINACION DE LABORATORIOS

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000 F: (511) 420 4128
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE
Av. José Carlos Mariátegui s/n Centro Cívico
Urb. Buenos Aires, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048 F: (043) 314 620
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161
info@cerper.com - www.cerper.com

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Anexo 10: Perfil de ácidos grasos de la carne de cuy de los genotipos Perú y Cieneguilla (porcentaje)

Ácidos grasos	Edad (Semanas)													
	1		2		4		8		12		22		32	
	Perú	Cieneg.	Perú	Cieneg.	Perú	Cieneg.	Perú	Cieneg.	Perú	Cieneg.	Perú	Cieneg.	Perú	Cieneg.
Mirístico C14:0	2.35	2.17	2.00	2.22	2.12	1.98	2.14	1.93	2.16	1.88	1.70	2.18	2.43	2.45
Pentadecanoico C15:0	0.73	0.67	0.77	0.76	0.93	0.83	1.20	0.94	1.22	1.02	1.05	0.98	0.89	1.07
Palmítico C16:0	32.33	32.61	31.13	30.73	30.36	32.87	31.25	31.00	31.43	28.42	30.71	29.84	30.51	29.94
Palmitoleico C16:1	2.16	1.94	1.31	2.06	1.78	2.01	2.00	1.66	1.96	2.00	1.99	1.89	2.20	1.97
Heptadecanoico C17:0	1.11	1.00	0.96	0.97	1.30	1.13	1.52	1.35	1.36	1.31	1.54	1.41	1.33	1.36
Esteárico C18:0	13.22	13.84	13.04	12.34	14.03	13.52	14.98	14.72	13.55	13.68	12.54	10.62	10.83	11.34
Oleico C18:1	31.35	32.34	34.11	34.39	30.72	31.37	30.28	30.59	32.05	33.16	31.14	32.48	31.59	30.54
Elaídico C18:1 T-9	3.26	3.13	1.58	2.66	3.37	2.89	2.45	3.29	2.33	1.98	2.43	2.88	2.82	3.19
Linoleico C18:2	10.82	9.99	12.38	11.04	12.15	11.18	12.38	11.69	12.79	12.75	13.22	12.82	13.68	13.19
Linolénico C18:3	1.98	2.30	2.59	2.12	2.49	2.12	2.22	2.11	2.74	2.19	3.12	2.56	3.16	2.94
Saturados (SSAT)	49.49	49.01	46.66	46.74	48.74	50.33	51.08	49.93	48.14	46.32	47.53	45.03	45.99	46.16
Monoinsaturados (SMON)	36.77	36.77	36.56	39.10	35.88	36.27	34.64	35.54	35.68	37.14	35.55	37.48	36.61	35.71
Poliinsaturados (SPOL)	12.16	11.53	14.11	12.45	13.63	12.53	13.90	13.09	15.78	14.21	16.50	14.53	15.79	16.12
Relación ω^6/ω^3	5.47	4.34	4.78	5.21	4.88	5.27	5.58	5.54	4.67	5.82	4.24	5.01	4.33	4.49