

**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN PECUARIA**

**Residuos de ají (*Capsicum annuum*) en la dieta de cuyes mejorados en
crecimiento – acabado**

TESIS

**Presentada como requisito para
optar el título profesional de**

INGENIERO ZOOTECNISTA

Por

JHOSMAR ÁNGEL GUEVARA OLIVERA

**Lambayeque
PERÚ**

2017

**Residuos de ají (*Capsicum annuum*) en la dieta de cuyes mejorados en
crecimiento – acabado**

TESIS

**Presentada como requisito para
optar título profesional de**

INGENIERO ZOOTECNISTA

Por

JHOSMAR ÁNGEL GUEVARA OLIVERA

**Sustentada y aprobada ante
el siguiente jurado**

**Ing. Rogelio Acosta Vidaurre
Presidente**

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

**Ing. Benito Bautista Espinoza
Vocal**

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

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mis padres *MIGUEL ANGEL GUEVARA ROJAS* y *FAUSTINA OLIVERA ROJAS*, quienes siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un gran profesional.

A mis hermanos y demás familiares, en general, por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera.

J. A. G. O.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por sobre todas las cosas y la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi Asesor de Tesis el Ing. PEDRO ANTONIO DEL CARPIO RAMOS, Dr. C., por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis y al Ing. FRANK ORTEGA UBILLÚS por brindarme su apoyo con su granja Familiar – comercial para el desarrollo de la fase experimental de mi tesis.

Y para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

ÍNDICE

Nº Capítulo	Título del capítulo	Nº Pág.
I	INTRODUCCIÓN	01
II	REVISIÓN DE LITERATURA	03
	2.1. El Ají (<i>Capsicum annuum</i>)	03
	2.2. Características Digestivas y de Alimentación de Cuyes	11
	2.3. Rendimiento de los Cuyes en Crecimiento	13
III	MATERIAL Y MÉTODOS	25
	3.1. Localización y Duración	25
	3.2. Tratamientos Evaluados	25
	3.3. Material y Equipo Experimentales	26
	3.3.1. Cuyes	26
	3.3.2. Alimento	26
	3.3.3. Instalaciones y Equipo	28
	3.4. Metodología Experimental	28
	3.4.1. Diseño de Contrastación de las Hipótesis	28
	3.4.2. Técnicas Experimentales	29
	3.4.3. Variables Evaluadas	30
	3.4.4. Análisis Estadístico	30
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
	4.1. Consumo de alimento	32
	4.2. Peso vivo y cambio de peso	35
	4.3. Conversión alimenticia (CA)	41
	4.4. Mérito económico (ME)	44
	4.5. Rendimiento de carcasa	45
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
VI	RESUMEN	54
VII	BIBLIOGRAFÍA CITADA	55
VIII	APÉNDICE	60

INDICE DE CUADROS

N° Cuadro	Título del Cuadro	N° Pág.
3.1.	Fórmula porcentual para el suplemento del tratamiento 1	26
3.2.	Fórmula porcentual para el suplemento del tratamiento 2	27
3.3.	Fórmula porcentual para el suplemento del tratamiento 3	27
3.4.	Esquema del análisis de la varianza del DCA con arreglo factorial y sub-muestreo	31
4.1.	Consumo de alimento (BS) en cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado	32
4.2.	Peso vivo y cambios en el peso vivo de cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado	36
4.3.	Conversión alimenticia (CA) de cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado	41
4.4.	Mérito económico (ME) de cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado	44
4.5.	Peso y rendimiento de carcasa de cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado	46
8.1.	Análisis de la varianza con el consumo de materia seca por cuy en las primeras 4 semanas experimentales	60
8.2.	Análisis de la varianza con el consumo de materia seca por cuy en las semanas experimentales de la quinta a octava	60
8.3.	Análisis de la varianza con el consumo acumulado de materia seca por cuy (8 semanas experimentales)	60
8.4.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos iniciales	61
8.5.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso vivo entre la 1 ^{ra} y 4 ^{ta} semanas experimentales	61
8.6.	Análisis de varianza con el incremento de peso vivo durante las 4 primeras semanas experimentales	61
8.7.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso vivo entre la 5 ^{ta} y 8 ^{va} semanas experimentales	62
8.8.	Análisis de varianza con el incremento de peso vivo durante las semanas experimentales 5 ^{ta} a 8 ^{va} (transformación a logaritmos)	62
8.9.	Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos acumulados de peso vivo (8 semanas experimentales)	62
8.10.	Análisis de varianza con el incremento acumulado de peso vivo (8 semanas experimentales)	63
8.11.	Análisis de la varianza con la conversión alimenticia en las primeras 4 semanas experimentales	63
8.12.	Análisis de la varianza con la conversión alimenticia en las 4 últimas semanas experimentales	63
8.13.	Análisis de la varianza con la conversión alimenticia acumulada (8 semanas experimentales)	63
8.14.	Análisis de la varianza con el mérito económico acumulado (8 semanas experimentales)	64

8.15. Análisis de la varianza con el peso de la carcasa de los animales sacrificados	64
8.16. Análisis de la varianza con el rendimiento de la carcasa de los animales sacrificados (arc-sen)	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº Figura	Título de la Figura	Nº Pág.
3.1.	Figura Nº 3.1. Vista satelital del distrito de Pomalca según Google earth	25
4.1.	Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento (Forraje y Concentrado)	33
4.2.	Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento (Forraje y Concentrado)	34
4.3.	Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo acumulado de alimento, del el primer al último día experimental	35
4.4.	Interacción “% de residuo de ají” x “sexo” para cambios en el peso vivo entre 1 a 28 días	37
4.5.	Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para cambios en el peso vivo entre los días 1 a 28	38
4.6.	Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para cambios en el peso vivo entre los días 29 a 56	39
4.7.	Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para cambios en el peso vivo acumulado (entre los días 1 a 56)	40
4.8.	Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para CA, entre los días 1 a 28	42
4.9.	Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para CA, entre los días 29 a 56	43
4.10.	Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para CA acumulada, entre los días 1 a 56	43
4.11.	Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para ME acumulado, entre los días 1 a 56	45
4.12.	Comparativo entre tratamientos para el peso vivo (%) y rendimiento de la carcasa de los animales sacrificados	47

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más serios dentro de la producción animal comprende al incesante incremento de los precios de los insumos alimenticios, maíz y soja mayoritariamente. A esto se agrega el hecho de la polución provocada por las actividades de producción. Pero, no sólo la actividad pecuaria es causante de contaminación del ambiente, la agricultura también está inmersa en la generación de situaciones anómalas para el entorno. Es posible que la cooperación entre la producción animal y la agronómica permitan disminuir los desafíos ambientales.

La agricultura industrial es capaz de producir grandes cantidades de desechos, los que podrían ser utilizados como insumos alimenticios, principalmente, para la producción animal económica. Esto es importante para la producción pecuaria ya que los residuos de la agricultura pueden, generalmente, ser de menor precio por unidad de nutriente que los insumos alimenticios tradicionales.

Si se tiene en cuenta que la alimentación puede representar hasta el 70% del costo total de producción, se puede comprender que cualquier variación, al alza, en el precio de los insumos puede ocasionar la quiebra económica de la empresa pecuaria.

Después de casi una década de buen crecimiento económico (hasta 8% por año), el Perú se ha desacelerado. El excelente desempeño económico se reflejó en mayor capacidad adquisitiva y de gasto por parte de los pobladores; dentro de este período se ha visto el importante crecimiento de la explotación del cuy. Sin embargo, la desaceleración del crecimiento económico podría reflejarse en una retracción de la demanda y, consecuente, merma en los precios que se pagan por los cuyes.

Bajo tal circunstancia, es necesario determinar si se puede abaratar la alimentación con la introducción en la dieta de un insumo no tradicional que ha mostrado interesantes resultados en el pollo de carne.

El residuo de ají muestra contenidos interesantes de proteína y de extracto etéreo; además de su contenido de fenil-propanoides que tienen efectos antibacterianos, anti-protozoarios, antioxidantes, inmuno-estimulantes y estimuladores del metabolismo de lípidos. Esto hace interesante a este residuo de la industria conservera para la alimentación de herbívoros. Por lo expuesto se pregunta: ¿Podrá determinarse el efecto sobre el consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, mérito económico y rendimiento de carcasa de cuyes en crecimiento-acabado que reciben residuo de ají en el concentrado?

Se asumió como hipótesis que “la inclusión de residuo de ají en la dieta de cuyes mejorados en crecimiento-acabado permitirá determinar la conveniencia de su empleo en la alimentación de esta especie a través del consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia y mérito económico”.

Considerándose los siguientes objetivos:

1. Determinar y evaluar el consumo de alimento;
2. Determinar y evaluar el peso vivo y los incrementos de peso vivo;
3. Determinar y evaluar la conversión alimenticia;
4. Determinar y evaluar el mérito económico;
5. Determinar y evaluar el rendimiento de carcasa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El Ají (*Capsicum annuum*)

El ají (*Capsicum annuum*) es originario de América del Sur (de los Andes y de la cuenca alta del Amazonas: Perú, Bolivia, Argentina y Brasil). Se aclimató en México, donde actualmente existe la mayor diversidad de ají o pimiento dulce. Procedente del Valle de Tehuacán (México) y datan del año 5000-3000 a.C. Le llamaban chile o ají (NUEZ *et al.*, 2002).

Varios estudios realizados en distintas universidades de los Estados Unidos indican que los ajíes son originarios y domesticados en América, teniendo su mayor área de diversidad en la región Andina y Amazónica de América del Sur. En toda América existen más de 20 especies, siendo *Capsicum annuum* originaria de México, y la más difundida en todo el mundo. Las especies *Capsicum baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens* fueron originarias de América del Sur y más concretamente de la región de Perú y Ecuador. Según data la historia, el cultivo de Ají se expandió hacia Europa luego de la llegada de Cristóbal Colón a América (SIGUENCIA, 2010).

El pimiento fue llevado a Europa ya en el primero de los viajes de Colón desde América. Su fácil germinación y la belleza de sus frutos lo llevaron pronto a todos los rincones de la Península Ibérica. Rápidamente se difundió al resto de Europa y del Mundo. En el siglo XVI, el pimiento aparece ampliamente extendido por Europa, es también durante este mismo siglo cuando se inició su expansión tanto en el extremo Oriente como en África (PERRY *et al.*, 2007).

McLEOD *et al.* (1982) proponen la hipótesis sobre el origen de una importante porción del género *Capsicum* en un área nuclear en Bolivia sud-central y una posterior migración hacia los Andes y tierras bajas de la Amazonía. Estos autores también propusieron que *C. chacoense*, o un ancestro suyo, pudo dar origen a *C. baccatum*,

durante la migración hacia la cuenca del Amazonas, y a *C. eximium*, en la migración a tierras altas de los Andes. A su vez, mientras que *C. baccatum* pudo dar lugar a *C. tovarii* y al complejo *annuum* (*C. annuum*, *C. chinense* y *C. frutescens*) (ESHBAUGH *et al.*, 1983), *C. eximium* pudo ser el progenitor de *C. cardenasii* y *C. pubescens* (WALSH y HOOT, 2001).

La domesticación de las diferentes especies de pimienta ocurrió entre los años 5200 y 3400 a.C., pudiendo darse independientemente en varias áreas y empleando diferentes especies silvestres. La combinación de evidencias arqueológicas, análisis genéticos y la distribución actual de las plantas, ha permitido a los investigadores sugerir que *C. annuum* fue inicialmente domesticado en México o en el norte de América Central, *C. frutescens* en el Caribe, *C. baccatum* en Bolivia, *C. chinense* en el norte de la Amazonía y *C. pubescens* en el sur de los Andes (PICKERSGILL, 1984; ESHBAUGH, 1993).

Es una planta perteneciente a la familia de las Solanáceas, nativa de América, principalmente de climas cálidos y secos. De persistencia anual o bianual. Presenta una altura entre 30 y 90 cm, hojas acuminadas, alternas, delgadas que se estrechan hacia el pecíolo, flores blancas, solitarias y pequeñas, que originan un fruto de color variable, generalmente rojizo y de forma alargada (NUEZ *et al.*, 2002).

ZAPATA *et al.* (1992), refieren que las flores del pimienta tiene la corola de color blanquecino, son solitarias en cada nudo y de inserción aparentemente axilar, su fecundación es autógama. Además menciona que el fruto es una baya semi-cartilaginosa y deprimida, de color variable, cuando está maduro es de forma y tamaño muy variable. Las semillas son redondeadas y ligeramente reniformes, de 3-5 mm de longitud, son de color amarillo pálido y pueden contenerse entre 150 y 200 semillas en un fruto. Además, mencionan que el tallo es de crecimiento limitado y erecto, con un

porte que en término medio puede variar entre 0,50-1,50 m., cuando la planta adquiere una cierta edad los tallos se lignifican ligeramente.

La clasificación taxonómica del ají es la siguiente: **Reino**, *Plantae*; **División**, *Magnoliophyta*; **Clase**, *Magnoliopsida*; **Subclase**, *Asteridae*; **Orden**, *Solanales*; **Familia**, *Solanaceae*; **Género**, *Capsicum*; **Especie**, *Capsicum annuum*. (IZA y QUISPE, 2011).

El ají contiene una serie de aminas denominadas capsaicinoides (0.3 al 1%), entre las cuales destaca las capsaicinas (amida vanílica del ácido isodecanoico) de sabor intensamente picante. Los capsaicinoides están formados, además de capsaicina (7%), por homodihidrocapsaicina (1%) y homocapsaicina (2%). Otros componentes del fruto capsico son los: flavonoides (apiosido, 7-glucosil-luteolina), carotenoides (capsantina, capsorrubina, criptocapsina, casantina-5, 6-epóxido, casantina-3, 6-epóxido y otros), saponinas y vitamina C (FONNEGRA y JIMÉNEZ, 2007).

El compuesto químico denominado capsaicina, capsicina, o capsaína (8-metil-N-vanillil-6-nonenamida) es una oleorresina, componente activo de los pimientos picantes (*Capsicum*). Es irritante para los mamíferos; produce una fuerte sensación de ardor (pungencia) en la boca. La capsaicina y otras sustancias relacionadas se denominan capsaicinoides y se producen como un metabolito secundario en diversas especies de plantas del género *Capsicum*, lo que probablemente les impide ser consumidas por animales herbívoros. Las aves en general no son sensibles a los capsaicinoides (MAROTO, 1986).

También se ha indicado que este compuesto activo (capsaicina, 6,7-dihidrocapsaicina, homocapsaicina, homodihidrocapsain, y nordihidrocapsaicina) es un alcaloide que contiene ácidos grasos, aceite volátil, rutina (flavonoides), su alto contenido en flavonoides hace que sea un buen antioxidante; también es rica en

carotenoides (provitamina, A) en su mayoría (pigmentos como capsantina, capsorrubina, caroteno y luteína) que contribuyen significativamente a la actividad celular, a la visión, debido a su alto contenido de vitamina A, y rico en vitamina C, que tiene un efecto tónico con la vitamina A en el sistema inmunológico, haciendo que el cuerpo sea menos vulnerable a invasiones de microorganismos, también contiene vitaminas del complejo B (B1, B2, B3, B5, B6, B9, ácido fólico) zinc, hierro, calcio, potasio, magnesio, cobalto, fósforo, azufre, sodio, selenio, grasas (9-17%) y proteínas (12-15%) (CORDELL y ARAUJO, 1993; HOWARD *et al.*, 1994; LEE *et al.*, 1995).

También contiene fenil-propanoides (L-fenilalanina, ácido cinámico, ácido p-cumárico, ácido cumárico, ácido ferúlico y el ácido cafeico), que son productos intermedios de la ruta de los capsaicinoides (ACERO-ORTEGA *et al.*, 2005).

La pungencia (picor) del ají es causada por los capsaicinoides; la placenta contiene el 62% de la capsaicina total de la fruta, seguida de las semillas con un 37% y el resto contenido en el pericarpio. Una de las razones por la que los humanos y los animales carnívoros perciben el picante es porque la saliva es levemente alcalina, pH 7.2. Se debe recordar que las aves no poseen saliva y la capsaicina se comienza a degradar en el buche que es ácido y más aún en el estomago (NEUMANN, 2004).



Figura N° 2.1. Interior del ají en el que se observa la placenta con semillas adheridas

Los capsaicinoides poseen actividad antimicrobiana frente a bacterias patógenas, incluyendo *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* y *Salmonella enteritidis*; es un poderoso antioxidante, estimulante de la digestión, las actividades antiinflamatorias y antidiarreicas promueven el consumo de energía y suprimen la acumulación de grasas en el organismo; también tiene un efecto colagogo y colerético mejorando la digestión. Existe evidencia científica que las hierbas y extractos de plantas, como el ají, estimulan el crecimiento de bacterias beneficiosas y limitan numerosas actividades bacterianas patógenas en el intestino de las aves de corral. Un estudio con aves vivas demostró que mezclas de los principales componentes de los aceites esenciales podrían ser utilizados para controlar *Clostridium perfringens*, la bacteria que causa enteritis necrótica en pollos de engorde (MITSCH *et al.*, 2004; KOZUKUE *et al.*, 2005; FRANKIČ *et al.*, 2009). Toda vez que los modernos cuyes han sido mejorados para elevados y rápidos incrementos de peso se puede asumir que podría darse un efecto del ají sobre la flora intestinal parecido al que se reporta para las aves.

La capsaicina o capsantina es el ingrediente que más determina la cantidad de pigmento en un ají, que produce un color rojo vivo, anaranjado o amarillo. En la industria avícola, produce un color amarillo fuerte en las yemas de los huevos y en la piel del pollo (MISTI, sin año).

Los extractos de plantas pueden tener efectos sinérgicos cuando se mezclan entre si y también se pueden combinar con otros aditivos, en especial ácidos orgánicos, pues sus mecanismos de acción se complementan (RICK, 2005).

Su principal actividad la tienen en el tracto digestivo, modificando la flora microbiana a través de su actividad antimicrobiana, por la misma estimulación de la eubiosis (balance de la micro flora benéfica); como consecuencia se tiene una mejor

utilización y absorción de los nutrimentos o la estimulación del sistema inmunológico (Wenk, citado por BARUG *et al.*, 2006).

Se ha demostrado que los extractos de plantas pueden modificar el sistema inmunológico, mejorando la eficacia de los granulocitos, los macrófagos y las "células asesinas naturales", hecho interesante para situaciones de estrés entérico. Otras actividades fisiológicas comprenden funciones anti-inflamatorias, antioxidantes, diuréticas, endocrinológicas (SANTOMA *et al.*, 2006).

En la actualidad ya se acepta que los extractos de plantas como el chile *Capsicum* promueven efectivamente los mecanismos de defensa contra infecciones microbianas, y estrés oxidativo; por ejemplo en recientes publicaciones se ha discutido sobre el incremento de la resistencia contra muchas enfermedades infecciosas incluyendo coccidiosis. Algunas otras respuestas, tales como, mejorar el consumo de alimento y la secreción de jugos digestivos, efectos anti bacteriales, antihelmínticos, incluso antivirales, teniendo efecto adyuvante en las vacunaciones virales (ZENTEK y MADER, 2006).

Es necesario mencionar la actividad antioxidante de la capsaicina y los carotenoides y su proyección como agentes quimiopreventivos (Gardinali *et al.*, citados por BERNARDINO, 2011).

La administración de capsaicina a ratas en concentraciones del 0,014% en una dieta con alta cantidad de extracto etéreo, logra disminuir los niveles de triglicéridos plasmáticos, sin provocar cambios en el colesterol (KAWANA *et al.*, 1986). Se ha demostrado que disminuye la cantidad de colesterol y triglicéridos en la sangre, pero aún más importante, es su acción de disminuir la proporción de LDL-HDL, sin embargo no se entiende este mecanismo. En cambio la administración prolongada produce

disminución en los niveles plasmáticos de urea, glucosa, fosfolípidos, triglicéridos y colesterol total (Sambaiah *et al.*, citados por BERNARDINO, 2011).

Se ha observado, a nivel del aparato digestivo, los beneficios que pueden aportar el suministro de capsaicina en diferentes procesos patológicos. Investigadores de la Universidad de Kioto demostraron, en animales, que dicha sustancia protege al estómago (TAKEUCHI *et al.*, 1990). Así como el ají, existen diversas especies vegetales que contienen principios que pueden ser útiles a los animales de interés zootécnico, entre los que se encuentran los cuyes, y se pueden utilizar tal cuales o aprovechando sus extractos concentrados.

Los extractos de plantas, especias y aceites esenciales probablemente son los productos mas antiguos utilizados en medicina humana, pero su uso en animales es relativamente nuevo (KAMEL, 2000). Se sabe que muchos extractos de plantas tienen efectos bactericidas, bacteriostáticos, fungistáticos, etc., pero muy poco del verdadero mecanismo de acción de las sustancias que contienen en el sistema digestivo del animal; cuyos componentes poseen distintas propiedades como son; antioxidantes, estimulante.

Estos extractos mejoran la digestibilidad en las dietas para animales de interés zootécnico, el efecto de diferentes aditivos sobre la digestibilidad mejora el rendimiento. El exacto mecanismo anti-microbiano de los aceites esenciales es poco conocido; sin embargo, se ha sugerido que su propiedad lipófila y la estructura química juegan un rol primordial en la dieta. Se sugirió que terpenoides y fenilpropanoides pueden penetrar en las membranas de las bacterias y llegar a la parte interna de la célula debido a su lipofilidad. Por otra parte, las propiedades estructurales, tales como la presencia de los grupos funcionales y aromaticidad son también responsables de la actividad antibacteriana de los aceites esenciales (FARAG *et al.*, 1989; BOWLES y

MILLER, 1993; CORNNER, 1993; HELANDER *et al.*, 1998; HERNÁNDEZ *et al.*, 2004).

Por otro lado, no todos los animales son sensibles a la capsaicina; se ha comprobado que no tiene efecto nociceptivo en las aves, ya que sus neuronas sensoriales primarias son insensibles a este compuesto (WOOD *et al.*, 1988). En estudios posteriores, se ha identificado una zona de la secuencia genética del gen VR-1 (receptor vaniloide) común para todos los mamíferos (JORDT y JULIUS, 2002). Sin embargo, en las aves esa zona es diferente y, por lo tanto, no es codificado el segmento que se une específicamente a la capsaicina. Al no ligarse esta al receptor no hay transmisión de ninguna señal dolorosa al cerebro del ave que puede estar engullendo un trozo de fruto picante sin sentir malestar. La clonación de este receptor vaniloide homólogo ha sido descrita, y se ha confirmado que, aunque no se activa frente a la capsaicina, sí es funcional frente a estímulos nocivos (JORDT y JULIUS, 2002). Las aves han sido considerados como agentes fundamentales de la dispersión de las especies silvestres de *Capsicum* (TEWKSBURY y NABHAN, 2001).

Adicionalmente a los efectos benéficos sobre el rendimiento por acción directa sobre la salud (antibacteriano, anti protozoarios, antioxidante, etc.), el empleo del residuo de ají se torna aun más importante debido a que puede transformarse en una alternativa adecuada al empleo de antibióticos promotores del crecimiento (APC), de antibióticos ionóforos empleados como coccidiostatos y de coccidiostatos en general. No obstante, las empresas farmacéuticas y las que se dedican a la comercialización de APC se empeñan en querer demostrar que la resistencia a los antibióticos (tanto en humanos como en animales) no es causada por el empleo de antibióticos en la alimentación animal; probablemente tengan algo de razón, ya que una parte considerable se deba a la automedicación, pero es suficiente contar con indicios para

tomarse las precauciones necesarias ya que al final a la industria de la producción de alimentos de origen animal le interesa el bienestar de sus usuarios y la resistencia atenta en contra de ese bienestar.

2.2. Características Digestivas y de Alimentación de Cuyes

El cuy es un roedor herbívoro, de estómago simple y ciego funcional, lo que le permite tener digestión enzimática, en el estómago, y microbiana, en el ciego. Además de realizar cecotrofia, ya que produce heces blandas (re-ingeridas y re-utilizadas, ricas en nitrógeno, minerales, vitaminas y ácidos grasos volátiles) y duras (eliminadas). La cantidad de heces blandas (cecotrofos) producidas e ingeridas es, aproximadamente, un tercio del material fecal total; sin embargo, varía según el animal, la edad y la composición del alimento (ALIAGA *et al.*, 2009).

El estómago es el órgano donde el cuy inicia la digestión enzimática; además posee un ciego funcional, donde ocurre la fermentación microbiana. El cuy realiza cecotrofia para reutilizar el nitrógeno. Según su anatomía gastrointestinal, el cuy está clasificado como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. En el estómago se segrega el ácido clorhídrico, cuya función es disolver el alimento y convertirlo en el quimo. El ácido clorhídrico, además, destruye las bacterias que son ingeridas con el alimento y cumple la función protectora del organismo. En esta sección algunas proteínas y carbohidratos son degradados; sin embargo, no llegan al estado de aminoácidos ni glucosa; por otro lado, las grasas no sufren modificaciones.

En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión y absorción, especialmente en el duodeno; el quimo se transforma en quilo por acción de enzimas provenientes del páncreas y por sales biliares del hígado que llegan con la bilis; las moléculas de carbohidratos, proteínas y grasas son convertidas en monosacáridos,

aminoácidos y ácidos grasos capaces de atravesar las células epiteliales del intestino, y ser introducidas al torrente sanguíneo y a los vasos linfáticos. El cloruro de sodio, la mayor parte del agua, las vitaminas y otros micro elementos también son absorbidos.

Los alimentos no digeridos, el agua no absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado pasan al intestino grueso, en donde no hay digestión enzimática; sin embargo, en el cayo, que tiene un ciego desarrollado, existe digestión microbiana. En comparación con el intestino delgado, la absorción del intestino grueso es limitada; a este nivel se absorbe agua, sodio, vitaminas y productos de la digestión microbiana.

La actividad cecotrófica ha sido evaluada mediante pruebas de digestibilidad; observándose que con forrajes de mediana calidad, como el maíz, la digestibilidad de la materia seca, con cecotrofia, fue superior en 18% comparada con la digestibilidad del mismo forraje sin cecotrofia. Su efecto es menor con forrajes de buena calidad, como la alfalfa (Zaravia, 1994; citado por ALIAGA *et al.*, 2009).

En el ciego, además de flora bacteriana, hay presencia de protozoarios (*Entodinium*, *Isotricha* y *Dasitricha*) responsables de la fermentación de alimentos fibrosos. Con respecto a la capacidad fermentativa del tracto digestivo en el cayo alcanza valores de 46% en el ciego y de 29% en el colon, indicándose como superiores al 15% del equino y al 43% del conejo (Caycedo *et al.*, 1992; citados por ALIAGA *et al.*, 2009).

La anatomía y fisiología del cayo soporta una ración que contiene un material inerte y voluminoso; además, permite que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra. La ingesta no demora más de dos horas en atravesar el estómago y el intestino delgado; sin embargo, es en el ciego donde demora 48 horas. La celulosa retarda los movimientos

del contenido intestinal, lo que permite una mejor absorción de nutrientes. En el ciego de los cuyes se encuentran ácidos grasos de cadena corta en concentraciones comparables a las que se encuentran en el rumen y la ingestión de celulosa contribuye a cubrir los requerimientos de energía. El metabolismo del ciego cumple una función importante en la síntesis de los microorganismos, en la vitamina K y en la mayoría de las vitaminas del grupo B.

Las características anatómicas y fisiológicas del cuy indican que se puede utilizar un insumo alimenticio que tiene características forrajeras y se podría esperar adecuado rendimiento.

2.3. Rendimiento de Cuyes en Crecimiento

Se ha indicado que los cuyes modernos son capaces de lograr rápidos y grandes incrementos de peso vivo con conversiones alimenticias sorprendentes; sin embargo, todo esto se logra con una alimentación basada en los concentrados. Esta situación ha generado un problema, debido a que los cuyes han sido seleccionados en base a los incrementos de peso vivo y no en base a los constituyentes de esos incrementos, es que en estos momentos se ha generado la preocupación de que los cuyes sean grasos y no magros como siempre fueron reconocidos anteriormente. Al respecto, ARBULÚ y DEL CARPIO (2015) reportan los resultados de un trabajo de investigación en el que se evaluó la respuesta productiva en peso vivo, en carcasa y en contenido de grasa en la extremidad posterior de cuyes mejorados sacrificados a las 8, 10 y 12 semanas de edad. Los cuyes fueron alimentados con una dieta con la proporción 70: 30 (concentrado: forraje). Respectivamente para las edades de sacrificio de 8, 10 y 12 semanas se obtuvo pesos finales de 713.2, 778.3 y 905.4 gramos, promedio para machos y hembras; con incrementos de peso de 358.01, 464.96 y 609.01 gramos entre el destete y el sacrificio, era de esperar diferencias significativas ($P \leq 0.01$) toda vez que las edades diferían en dos

semanas. En el mismo orden de edades, la conversión alimenticia fue de 4.783, 5.518 y 5.660 gramos de materia seca consumidos para incrementar un gramo de peso vivo, las diferencias no alcanzaron significación estadística ($P \geq 0.05$); sin embargo, se apreció que los cuyes sacrificados a la edad más joven fueron más eficientes en la utilización del alimento para incrementar peso vivo en 15.4 y 18.3% con respecto a los sacrificados a las 10 y 12 semanas de edad, respectivamente, indicador de que en los incrementos de peso vivo en estas edades habría mayor proporción de grasa. Los pesos de las carcasas fueron de 440.9, 531.1 y 704.1 gramos por cuy; 67, 70 y 74% de rendimiento de carcasa; 7.125, 12.375 y 16.25 gramos de grasa abdominal por cuy; 1.166, 1.735 y 1.722 gramos de grasa abdominal por cada 100 gramos de peso vivo; 8.30, 9.36 y 10.28% de grasa TCO en la extremidad posterior; 28.52, 28.06 y 27.52% de grasa en base seca en la extremidad posterior. Las carcasas logradas a las 10 semanas de edad fueron 20.5% más pesadas que la de los animales sacrificadas a las 8 semanas de edad; en tanto que las de los sacrificados a las 12 semanas fueron 59.7% más pesadas; sin embargo, a pesar de las carcasas más pesadas, estos animales acumularon considerablemente mayor cantidad de grasa, tanto a nivel del abdomen como en la grasa dentro de la extremidad posterior.

YARINGAÑO (1984) realizó un estudio con 32 animales con un peso promedio inicial de 235 gramos, distribuidos en las siguientes tratamientos: T1 (cáscara de papa *ad libitum* + concentrado), T2 (hoja de plátano *ad libitum* + concentrado), T3 (eritrina *ad libitum* + concentrado), T4 (pasto Camerún *ad libitum* + concentrado); la cantidad diaria de concentrado fue de 15 gramos por animal por día. Los incrementos totales de peso fueron de 273.7, 315.0, 330.0 y 336.3 gramos por animal, respectivamente; con conversiones alimenticias de 5.9, 6.6, 7.5 y 8.04, en el mismo orden de tratamientos. No hubo diferencias significativas entre tratamientos.

CAIRAMPOMA *et al.* (1991) reportan los resultados de un ensayo realizado para determinar el efecto del nivel de fibra (FC) y adición de enzimas digestivas (ED) sobre la respuesta productiva de cuyes se emplearon 92 cuyes mejorados de 30 días de edad, sin o con la adición de 0.05% de un compuesto enzimático (compuesto por amilasa, proteasa y elastasas) comercial obtenido de la fermentación de *Bacillus subtilis* en seis tratamientos: T1, con 10% de FC; T2, con 10% de FC + ED; T3, con 15% de FC; T4, con 15% de FC + ED; T5, con 20% de FC, y T6, con 20% de FC +ED, luego de 70 días se hallaron los siguientes resultados: incrementos de peso de 7.96, 8.64, 7.17, 8.02, 6.99 y 7.68 gramos por animal por día para los tratamientos en el orden citado; los consumos de forraje fueron de 23.62, 22.71, 23.63, 23.02, 24.31 y 23.53 Kg.; los consumos de concentrado fueron de 36, 37, 34, 36, 26 y 27 gramos por animal por día; correspondiéndoles conversiones alimenticias de 12.05, 10.90, 13.91, 11.8, 13.22 y 11.79; se notó que al incrementar el nivel de fibra las ganancias de peso y la conversión alimenticia fueron significativamente menos eficientes y que la suplementación enzimática mejora en forma significativa a dichas variables; aparentemente los resultados indican que los cuyes no son tan eficientes en digerir y aprovechar la fibra, ya sea por carencia de especificidad de sus enzimas endógenas o por encontrarse en las concentraciones indicadas.

ORIHUELA y MORENO (1993) realizaron un estudio utilizando cebada germinada en cuyes durante un periodo de engorde de 12 semanas, en hembras y machos, haciendo un comparativo de alimentación basada en consumo de forrajes suplementado con alimento balanceado obteniéndose los siguientes resultados: en promedio de machos y hembras, con la utilización de dietas a base de forraje verde suplementado con alimento balanceado se obtienen mejores incrementos de peso totales y diarios, 431 y 5.13 gramos/ animal, respectivamente, frente a los que fueron

alimentados a base de cebada germinada que obtuvieron 272 y 3.24 gramos por cuy; en cuanto a la conversión alimenticia, en base a materia seca, se tuvo 10.43 para los cuyes alimentados con forraje más concentrado, frente a los alimentados con cebada germinada (10.97).

CARRASCO y MORENO (1994) consideraron evaluar los siguientes tratamientos: T1, cebada germinada; T2, cebada germinada + agua; T3, cebada germinada + agua + vitamina C; T4, cebada germinada + agua + vitamina C + alimento balanceado; T5, testigo (forraje, King Grass, + agua + vitamina C + alimento balanceado). Se determinaron los siguientes resultados: consumo total 2007.28, 2067.34, 1980.25, 4029.55 y 5173.14 gramos por cuy, respectivamente para los tratamientos del primero al quinto; Incremento total de peso de 214.37, 193.75, 156.25, 699.75 y 675.41 en el mismo orden de tratamientos, notándose mayor incremento en T4 que superó al resto de tratamientos, pero sólo ligeramente a T5. La conversión alimenticia se comportó de la siguiente manera: 9.36, 10.67, 12.67, 5.86 y 7.65, la mejor conversión correspondió al T4.

SILVA y MORENO (1994) realizaron un estudio con cuyes en la etapa de engorde (12 semanas) con germinados de cebada y maíz, solos y suplementados con alimento balanceado. Se conformaron los siguientes tratamientos: T1, cebada germinada + maíz; T2, maíz; T3, cebada germinada + maíz + alimento balanceado; T4, maíz + alimento balanceado; T5, forraje (maíz chala) + alimento balanceado. Se obtuvieron los siguientes resultados: Mejor conversión alimenticia en T3 que en T5 (3.98, 5.71) debido a la mejor calidad nutritiva del germinado. Una mezcla de germinado de cebada y maíz resultó mejor que la utilización del maíz germinado solo, debido a la combinación de nutrientes de ambos. El empleo de una ración exclusivamente a base de forraje puede ser una alternativa a la crianza doméstica más no para granjas comerciales; si bien el

forraje proporciona incrementos de peso aceptables, económicamente no es tan bueno porque los cuyes no alcanzan los pesos comerciales en el tiempo requerido.

QUIJANO (2002) reporta los resultados obtenidos en un ensayo realizado con la finalidad de evaluar el comportamiento productivo y los efectos colaterales en los cuyes debido a la sustitución de la alfalfa por la pulpa de naranja (para aportar vitamina C) con un concentrado local; se consideraron los siguientes tratamientos: 1, alfalfa *ad libitum*; 2, Concentrado + alfalfa 10% PV + pulpa de naranja; 3, concentrado + alfalfa 20% PV + pulpa de naranja, y 4, concentrado más pulpa de naranja. La pulpa de naranja se suministró *ad libitum*, retirando el sobrante cada 24 horas. Los cuyes tuvieron una edad inicial de 2 semanas y el ensayo duró 70 días. Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto los pesos finales fueron de 922, 892, 959 y 789 gramos; con incrementos de peso de 697, 663, 731 y 560 gramos, y conversiones alimenticias de 5.68, 4.51, 4.91 y 4.71. Las diferencias entre los incrementos de peso y entre las conversiones alimenticias no alcanzaron significación estadística, por lo que se concluyó que la pulpa de naranja no sólo cubre los requerimientos de vitamina C sino que permite eficiencia en la utilización del alimento. Los cuyes que recibieron pulpa de naranja presentaron grasa de color blanco cremoso, en tanto que en los que recibieron alfalfa la grasa fue amarillenta. La degustación indicó que los que recibieron pulpa produjeron carne de mayor aceptación.

IBAÑEZ (2003) empleó cuyes mejorados de ambos sexos, con un peso promedio inicial de 360 g, durante 10 semanas y evaluó los siguientes tratamientos: T1 (dieta con antibiótico promotor del crecimiento para machos), T2 (dieta con antibiótico promotor del crecimiento para hembras), T3 (dieta con fuente de inulina para machos) y T4 (dieta con fuente de inulina para hembras). El antibiótico o la fuente de inulina fueron incorporados en el concentrado, el mismo que se suministró en cantidades para

propiciar consumo *ad libitum*; la parte forrajera de la dieta estuvo constituida por alfalfa verde y se suministró en cantidades para producir un consumo limitado (aproximadamente un tercio del consumo total de materia seca). Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvieron los siguientes resultados: 43.2, 43.6, 44.8 y 44.1 g de materia seca consumida por animal por día; 8.32, 6.76, 9.11 y 6.94 g de peso incrementado por cuy por día; 5.19, 6.45, 4.92 y 6.35 g de alimento consumido por g de peso incrementado; 4.21, 5.21, 4.53 y 5.87 nuevos soles gastados en alimento por cada kg de peso incrementado. El análisis estadístico indicó diferencias significativas entre tratamientos, pero la significación se debió a la diferencia entre sexos y no a las diferencias entre el antibiótico y la fuente de inulina. No obstante, con excepción del mérito económico, el antibiótico fue superado por la fuente de inulina sobre todo en los machos. El alto costo y la alta proporción empleada (1%) de la fuente de inulina hicieron que el M.E. fuese menos eficiente; siendo recomendable evaluar niveles menores o fuentes más baratas de oligosacáridos no digestibles para la producción animal.

BURGA (2007) implementó un trabajo de investigación en el que evaluó la incorporación de selenio-metionina en la dieta de cuyes mejorados mediante cuatro tratamientos (**T1**, testigo; **T2**, 10 gramos de producto por cada 100 kilos de alimento; **T3**, 20 gramos del producto por cada 100 kilos de alimento; **T4**, 30 gramos del producto por cada 100 kilos de alimento). El ensayo tuvo una duración de diez semanas, involucrando las fases de crianza Crecimiento I y Crecimiento II, en ambas los animales recibieron alfalfa verde y un concentrado con 17 y 14% de proteína; los animales tuvieron un peso inicial promedio de 340 gramos y estuvieron distribuidos homogéneamente entre los tratamientos implementados. Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto, se obtuvieron los siguientes resultados: 5.16, 5.68,

5.47 y 5.21 kilos de materia seca consumida acumulada por cuy; correspondientes a 73.7, 81.1, 78.1 y 74.4 gramos por día por cuy; 610, 652, 698.5 y 692.5 gramos de peso incrementado acumulado por cuy; correspondientes a 8.71, 9.31, 9.98 y 9.89 gramos incrementados por día por cuy; 8.46, 8.71, 7.83 y 7.52 kilos de alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado; 4.79, 4.56, 4.30 y 4.39 nuevos soles gastados en alimento por kilo de peso vivo incrementado. Los resultados de incremento de peso mostraron ventajas altamente significativas para los tratamientos con 20 y 30 gramos del producto con selenio-metionina y superioridad entre 7.4 y 11.1% en la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso, y entre 8.3 y 10.2% en la eficiencia del mérito económico. Los resultados hicieron recomendable el empleo de 30 gramos por 100 kilos de alimento del producto con selenio-metionina en la alimentación de cuyes mejorados en crecimiento.

RIVADENEYRA (2008) evaluó la incorporación de un bio-estimulante (ácidos orgánicos carboxílicos, minerales orgánicos, vitaminas y aminoácidos) en la dieta de cuyes de la raza Andina en crecimiento, considerando tres tratamientos (T₁, testigo; T₂, 0.7 ml del bio-estimulante/ cuy/ día/ tres días consecutivos y cada 7 días; T₃, 1.4 ml del bio-estimulante/ cuy/ día/ tres días consecutivos y cada 7 días). Respectivamente para los tratamientos del primero al tercero se obtuvieron los siguientes resultados: 58.5, 59.6 y 59.4 gramos de materia seca consumidos por cuy por día; 6.69, 6.99 y 7.19 gramos de incremento de peso vivo por cuy por día; 9, 8.79 y 8.5 gramos de alimento consumido por gramo de peso vivo incrementado; 4.8, 5.23 y 5.65 nuevos soles gastados en alimento por kilo de peso vivo incrementado. Los tratamientos 2 y 3 superaron al testigo en 1.9 y 1.5% en consumo de alimento; 4.5 y 7.5% en incremento de peso vivo; 2.3 y 5.6% en conversión alimenticia; pero fueron menos eficientes en 8.9 y 17.7% en mérito económico. Si se considera la producción de cuyes desde el punto de

vista comercial resulta evidente que económicamente no se justificaría el empleo del bioestimulante en la alimentación de cuyes con las características de los empleados en el presente ensayo; sin embargo, si se tiene en cuenta la producción y comercialización de reproductores si sería conveniente, ya que la mejor condición corporal permitiría el logro de mejores precios de venta. Así mismo, debido a que Andina es una raza de cuyes obtenida para el logro de moderadas mejoras en incremento de peso y mayor comportamiento reproductivo sería aconsejable evaluar el producto en animales de mayor capacidad de síntesis de tejido muscular como lo son los de la raza Perú.

Con cuyes Perú de origen cajamarquino, HEREDIA (2008) evaluó la sustitución de forraje de maíz del componente forrajero de la dieta por pasto nudillo (*Paspalum sp.*) en un plan de alimentación que implicó utilizar el concentrado como suplemento (alrededor de 40% de la ingestión total de materia seca) con la finalidad de determinar una proporción entre las dos gramíneas que sea óptima para lograr adecuados incrementos de peso, conversión alimenticia y mérito económico. Se consideraron cuatro tratamientos (T1, sin sustitución; T2, 1/3 de sustitución; T3, 2/3 de sustitución; T4, sustitución total del forraje de maíz por pasto nudillo). Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto se obtuvieron los siguientes resultados: 5.11, 5.18, 5.43 y 5.83 kilos de materia seca total consumidos por cuy; 0.5212, 0.5072, 0.4432 y 0.468 kilos de peso vivo incrementado por cuy; 9.8, 10.2, 12.3 y 12.5 kilos de materia seca consumidos por kilo de peso vivo incrementado; 10.07, 9.23, 10.28 y 10.05 nuevos soles gastados en alimento por kilo de peso vivo incrementado. Con una sustitución de 1/3 del forraje de maíz por pasto nudillo se lograron cifras de consumo de materia seca, incremento de peso y conversión alimenticia muy parecidos al las logradas con el tratamiento testigo; sin embargo, el mérito económico fue 8.3% más eficiente. Este comportamiento hace aconsejable el empleo de la sustitución de 1/3 del forraje de maíz

por pasto nudillo en la alimentación de cuyes mejorados y evaluar la sustitución de los forrajes que encarecen la alimentación por otras especies forrajeras, como el pasto nudillo, que sean disponibles en Cutervo.

MARRUFO (2008) consideró evaluar la incorporación de una fuente de micro-minerales ligados a metionina en la dieta de cuyes Perú en crecimiento y determinar su efecto sobre el rendimiento. Se evaluaron 4 tratamientos (T_1 , sin sustitución; T_2 , 1/3 de sustitución; T_3 , 2/3 de sustitución; T_4 , sustitución total de la pre-mezcla tradicional por la de minerales orgánicos), el programa de alimentación contempló la utilización de una proporción forraje: concentrado de 60: 40 en términos de materia seca. Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto, se obtuvieron los siguientes resultados: 4.093, 4.229, 4.178 y 4.293 kilos de materia seca consumida por cuy; 492.3, 498, 452.6 y 552.8 gramos de peso vivo incrementado por cuy; 8.31, 8.49, 9.23 y 7.76 gramos de materia seca consumidos por gramo de peso vivo incrementado; 10.65, 10.90, 11.84 y 9.97 nuevos soles gastados en alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado; 65.8, 66.8, 66 y 64.8% de carcasa (sin incluir vísceras comestibles); 0.8, 1.1, 1.5 y 0.8% de grasa abdominal con respecto al peso vivo antes del sacrificio. La sustitución total de la pre-mezcla de elementos inorgánicos por la de orgánicos propició considerable mejor rendimiento en vivo, aunque no tuvo relación con los rendimientos de carcasa y de grasa abdominal; considerándose necesario continuar con las evaluaciones teniendo en cuenta una mayor proporción de concentrado en la dieta.

Las zonas de ceja de selva pueden disponer de plátanos en abundancia en determinadas épocas del año, lo que hace que los precios de esta fruta disminuyan considerablemente, generándose las condiciones para que pueda emplearse en la alimentación animal. HEREDIA (2009) consideró pertinente preparar harina de plátano tratada térmicamente para incorporarla en la alimentación de cuyes machos mejorados

en crecimiento. De acuerdo a los siguientes tratamientos: T₁, testigo; T₂, 10% de harina de plátano; T₃, 20% de harina de plátano; T₄, 30% de harina de plátano. El concentrado representó el 70% de la materia seca consumida y el forraje (Rye Grass) el remanente 30%. Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto, se obtuvieron los siguientes resultados: 43.5, 43.9, 43.4 y 43.1 gramos de materia consumida por cuy por día; 623.4, 540.4, 628.2 y 675.8 gramos de incremento de peso por cuy; 4.88, 5.69, 4.84 y 4.47 gramos de alimento consumido por gramo de peso vivo incrementado; 6.36, 7.524, 6.486 y 6.097 nuevos soles gastados en alimento por kilo de peso vivo incrementado. No hubo efectos sobre el consumo de alimento, los incrementos de peso logrados por el tratamiento 4 superaron al testigo en 8%, así como la eficiencia de utilización del alimento, en tanto que el mérito económico fue mejor en 4%. Fisiológicamente la harina de plátano tratada térmicamente es adecuada para la alimentación de cuyes mejorados en crecimiento, pero la magnitud del mérito económico está en función del precio de la fruta, que depende de la cantidad producida en chacra, de las facilidades de comercialización, etc. Por lo que su uso es recomendable en la proporción de 30% del concentrado. Los resultados de este trabajo de investigación ponen en evidencia que es factible lograr excelentes conversiones alimenticias en cuyes mejorados empleando mayores proporciones de concentrados y que pueden alcanzarse bajo condiciones económicas.

Si uno de los problemas que se presentan con los cuyes mejorados radica en que al lograrse mayores incrementos de peso estos se deban más a la deposición de grasa que a la de músculos entonces una estrategia a considerar debe ser el empleo de transportadores de grasas hacia la mitocondria para fines de producción de ATP y que no se queden fuera de la mitocondria generando la acumulación de grasa de reserva o de hígado graso. Uno de tales transportadores de grasa es la lecitina, que a diferencia del

cloruro de colina es menos atacado por las bacterias del tracto gastrointestinal y no se producen olores desagradables en la carne y debe permitir el logro de mejores rendimientos. Así, bajo tal fundamento teórico, TORO (2009) consideró la incorporación de lecitina de soja a las raciones de cuyes mejorados en crecimiento para determinar el efecto sobre el rendimiento y características de la carcasa de cuyes mejorados de 25 días de edad durante diez semanas experimentales. Se implementaron los siguientes tratamientos: T₁, testigo; T₂, 2400 mg de lecitina de soja por 10 kilos de concentrado; T₃, 4800 mg de lecitina de soja por 10 kilos de concentrado; T₄, 9600 mg de lecitina de soja por 10 kilos de concentrado. Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto se obtuvieron los siguientes resultados: 3414.8, 3771.7, 3795 y 3411.3 gramos de materia seca consumidos por cuy; 831, 802.8, 867.8 y 881.4 gramos de peso vivo incrementado por cuy; 838.6, 805.3, 829.1 y 880.4 gramos de peso de carcasa caliente; 809.6, 779.8, 803.6 y 861.7 gramos de peso de carcasa oreada (24 horas); 72.54, 70.68, 69.8 y 72.8% de rendimiento de carcasa caliente; 70.03, 68.40, 67.70 y 71.30% de rendimiento de carcasa oreada; 4.11, 4.70, 4.37 y 3.87 kilos de alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado; 3.37, 4.35, 4.54 y 4.99 nuevos soles gastados en alimento por kilo de peso vivo incrementado. Las diferencias entre tratamientos, para incrementos de peso y pesos de carcasas, no alcanzaron significación estadística; sin embargo, con 2400 mg de lecitina se superó al testigo en 6.1% para incremento de peso vivo; 5% para peso de carcasa caliente; 6.4% para peso de carcasa oreada; 5.8% para conversión alimenticia; además, con lecitina las mermas en el peso de la carcas tendieron a ser menores.

NEVADO (2016) empleó el residuo (afrecho) de limón en el concentrado de cuyes mejorados en crecimiento y con 4% de inclusión le permitió obtener mejores incrementos de peso, conversión alimenticia y mérito económico. El afrecho de limón

es portador de sustancias que le confieren propiedad antioxidante, inmunomoduladora y antibacteriana, lo que permite que los cuyes que lo ingieren puedan expresar mejor su capacidad de crecimiento.

Por la característica del cuy de ser un herbívoro que puede emplear sustratos vegetales es posible darle mejor utilidad a los residuos de la agroindustria y que no se conviertan en material desencadenante de polución.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Localización y Duración

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de una explotación familiar-comercial ubicada en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.



Figura N° 3.1. Vista satelital del distrito de Pomalca según Google earth

El lugar experimental, en el distrito de Pomalca, se ubica a $6^{\circ}46'07.54''\text{S}$ y $79^{\circ}46'56.82''\text{O}$ y está a 43 msnm. Referencialmente se encuentra a 5 km al este de la ciudad de Chiclayo.

La fase de campo se realizó entre los meses de octubre y diciembre de 2015, implicando una duración experimental de ocho semanas.

3.2. Tratamientos Evaluados

T₁: Concentrado, para machos y hembras, sin inclusión de residuo de ají.

T₂: Concentrado, para machos y hembras, con 10% de residuo de ají.

T₃: Concentrado, para machos y hembras, con 20% de residuo de ají.

3.3. Material y Equipo Experimentales

3.3.1. Cuyes

Se emplearon 48 cuyes destetados, de ambos sexos, de 14 días de edad, de la raza Perú, procedentes del pie de cría de la explotación.

3.3.2. Alimento

Todos los tratamientos recibieron una dieta basada en forraje y concentrado, en todos los tratamientos la proporción de concentrado fue superior a 60%.

El forraje fue el maíz chala y el concentrado estuvo constituido por insumos energético-proteicos, cuya composición y aporte nutricional se detallan en los Cuadros N° 3.1., 3.2. y 3.3.

Cuadro N° 3.1. Fórmula porcentual para el suplemento del tratamiento 1

Insumo	Inicio	Crecimiento	Acabado
Ají, residuo	----	----	----
Trigo, afrecho	25.00	25.00	25.00
Maíz amarillo	33.00	36.00	39.00
Soja integral	05.00	02.00	----
Soja, torta	22.00	22.00	21.00
Soja, aceite	02.00	02.43	02.95
Arroz, polvillo	10.00	10.00	10.00
Pre-Mezcla	00.30	00.20	00.10
Colina, cloruro	00.15	00.10	00.05
Metionina	00.08	00.05	00.05
Lisina	----	----	----
Sal común	00.30	00.25	00.20
Calcio, carbonato	01.30	01.20	01.00
Di-cálcico, fosfato	00.72	00.62	00.50
Sodio, bicarbonato	00.15	00.15	00.15
Aporte estimado de*:			
Proteína, %	18.53	16.78	15.37
EM, Mcal/ kg	02.92	03.01	03.12

*Según McDowell *et al.* (1974)

El residuo de ají se obtuvo de la planta procesadora de la empresa Agroindustrias A y B SAA, ubicada en el distrito de Motupe.

Cuadro N° 3.2. Fórmula porcentual para el suplemento del tratamiento 2

Insumo	Inicio	Crecimiento	Acabado
Ají, residuo	10.00	10.00	10.00
Trigo, afrecho	25.00	25.00	25.00
Maíz amarillo	28.00	31.00	34.00
Soja integral	05.00	02.00	----
Soja, torta	17.00	17.00	16.00
Soja, aceite	02.00	02.43	02.95
Arroz, polvillo	10.00	10.00	10.00
Pre-Mezcla	00.30	00.20	00.10
Colina, cloruro	00.15	00.10	00.05
Metionina	00.08	00.05	00.05
Lisina	00.10	00.10	00.10
Sal común	00.30	00.25	00.20
Calcio, carbonato	01.20	01.10	00.90
Di-cálcico, fosfato	00.72	00.62	00.50
Sodio, bicarbonato	00.15	00.15	00.15
Aporte estimado de*:			
Proteína, %	18.77	16.96	16.05
EM, Mcal/ kg	02.94	03.03	03.16

*Según McDowell *et al.* (1974)

Cuadro N° 3.3. Fórmula porcentual para el suplemento del tratamiento 3

Insumo	Inicio	Crecimiento	Acabado
Ají, residuo	20.00	20.00	20.00
Trigo, afrecho	25.00	25.00	25.00
Maíz amarillo	23.00	26.00	29.00
Soja integral	05.00	02.00	----
Soja, torta	12.00	12.00	11.00
Soja, aceite	02.00	02.43	02.95
Arroz, polvillo	10.00	10.00	10.00
Pre-Mezcla	00.30	00.20	00.10
Colina, cloruro	00.15	00.10	00.05
Metionina	00.08	00.05	00.05
Lisina	00.15	00.15	00.15
Sal común	00.30	00.25	00.20
Calcio, carbonato	01.15	01.05	00.85
Di-cálcico, fosfato	00.72	00.62	00.50
Sodio, bicarbonato	00.15	00.15	00.15
Aporte estimado de*:			
Proteína, %	18.55	16.74	15.83
EM, Mcal/ kg	02.95	03.05	03.18

*Según McDowell *et al.* (1974)

3.3.3. Instalaciones y Equipo

Doce jaulas de crianza de madera, cuatro para cada uno de los tratamientos, dos para machos y dos para hembras.

Dentro del equipo se consideró: Comederos de arcilla, bebederos de arcilla, aretes, aplicador de aretes, plumón, balanza electrónica, cucharones de alimentación, baldes, carretilla, etc.

3.4. Metodología Experimental

3.4.1. Diseño de Contrastación de las Hipótesis

Se hizo el siguiente planteamiento de hipótesis:

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

$$H_1: \text{AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE}$$

Las hipótesis fueron contrastadas mediante el diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 2 (tres proporciones de residuo de ají y dos sexos) con sub-muestreo, que responde al siguiente modelo (OSTLE, 1979):

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \xi_{ijk} + \eta_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijk} : es la variable a evaluar;

μ : es el efecto medio verdadero;

α_i : es el efecto verdadero de la i-ésima proporción de residuo de ají;

β_j : es el efecto verdadero del j-ésimo sexo;

$(\alpha\beta)_{ij}$: es el efecto verdadero de la interacción residuo de ají x sexo;

ξ_{ijk} : es el verdadero efecto del error experimental;

η_{ijkl} : es el verdadero efecto del error de muestreo.

Se tuvo la disposición de tolerar una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (SCHEFFLER, 1982).

3.4.2. Técnicas Experimentales

Cada tratamiento estuvo constituido por 16 cuyes, albergados en cuatro jaulas de 1.2 metros cuadrados de superficie y piso de malla de alambre, dos para machos y dos para hembras; de esa manera el ensayo fue repetido cuatro veces. Las jaulas estuvieron distribuidas aleatoriamente dentro del lugar experimental. Cada cuy fue identificado, pesado y asignado aleatoriamente a cada una de las jaulas. Las pesadas se realizaron cada 14 días hasta concluir el ensayo, que tuvo una duración de ocho semanas.

Recibieron una alimentación basada en una fracción forrajera y una de concentrado, en términos de materia seca se asignó forraje y concentrado para que la relación forraje: concentrado se inclinara a favor del concentrado (superior al 60%). El cálculo de las cantidades suministradas se hizo en función del consumo estimado por cuy de acuerdo a la edad, conforme se incrementó la edad se fue regulando el suministro de alimento debido a que por el mayor tamaño conforme avanza la edad se incrementa el consumo.

El residuo de ají se obtuvo en la ciudad de Motupe, en una finca particular de Ferreñafe fue deshidratado, el período de deshidratación al sol fue de 10 días, y luego se trasladó a la ciudad de Chiclayo para ser molido, así se incorporó a las raciones. La inclusión del residuo de ají se hizo en términos de materia seca, en las proporciones antes indicadas. El análisis químico realizado en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia indicó 24.3% de proteína, 10.25% de extracto etéreo, 14.15% de fibra cruda y 5.43% de cenizas. Sin embargo, el análisis proximal nos dice muy poco sobre la presencia de factores que puedan haber afectado al consumo de alimento. No obstante, es importante notar que el contenido de aceites es considerable (más de 10%) y los antecedentes bibliográficos indican que el contenido de poli-fenoles

en las solanáceas (y el ají lo es) es considerablemente alto y, además, el contenido de fibra se orienta hacia los oligosacáridos de acción prebiótica.

Al finalizar el ensayo se tomaron al azar cuatro cuyes (dos machos y dos hembras) de cada tratamiento y se sacrificaron para estimar el rendimiento de carcasa.

El control sanitario fue el mismo que tiene implementado la granja, el que estuvo basado en la bioseguridad (restricción en el ingreso de personas ajenas, empleo de medidas preventivas naturales, limpieza y fumigación periódicas, etc.)

3.4.3. Variables Evaluadas

- Consumo de alimento
- Peso vivo e incrementos de peso
- Conversión alimenticia (C. A.)
- Mérito económico (M. E.)
- Rendimiento de carcasa

La conversión alimenticia es la relación entre la cantidad consumida de alimento (materia seca) y el peso vivo incrementado; en tanto que, para determinar el mérito económico, en la relación se cambió la cantidad de alimento por la cantidad de dinero que se gastó en alimento. Así valores mayores de conversión alimenticia o de mérito económico serán indicativos de menor eficiencia. El rendimiento de carcasa es la relación entre el peso de carcasa sobre el peso vivo antes del sacrificio, expresada en forma porcentual.

3.4.4. Análisis Estadístico

Prueba de homogeneidad de varianzas para verificar la suposición de homocedasticidad (distribución homogénea de la componente residual de varianza entre los grupos experimentales implementados) con el peso inicial y con los incrementos de peso.

Análisis de varianza para determinar el valor de F, según el esquema del análisis de varianza mostrado en el Cuadro N° 3.4.

Debido que el rendimiento de carcasa se expresa en forma porcentual y porque los valores tienden a ser superiores al 70% se procedió a aplicar la transformación raíz cuadrada seno del arco (SCHEFFLER, 1982) para normalizar las distribuciones y realizar el análisis de varianza.

Prueba de rango múltiple de Duncan para comparar tratamientos, sólo cuando el valor de F fue significativo.

Cuadro N° 3.4. Esquema del análisis de la varianza del DCA con arreglo factorial y sub-muestreo

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Media	M_{yy}	1	M	
Tratamientos	T_{yy}			
Residuo	A_{yy}	$a-1=2$	A	A/E
Sexo	B_{yy}	$b-1=1$	B	B/E
Interacción	AB_{yy}	$(a-1)(b-1)=2$	AB	AB/E
Error experimental	E_{yy}	$t(r-1)=6$	E	
Error de muestreo	S_{yy}	$tr(m-1)=36$	S	
TOTAL	$\sum Y^2$	$trm = 48$		

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Consumo de Alimento

Los resultados relacionados con el consumo de alimento (Base Seca) de cuyes mejorados en crecimiento-acabado que recibieron residuo de ají en el concentrado se presentan en el Cuadro N° 4.1.

Cuadro N° 4.1. Consumo de alimento (BS) en cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado

	Tratamientos		
	1	2	3
Cuyes por tratamiento	16	16	16
Días experimentales	56	56	56
Residuo de ají en concentrado, %	00	10	20
Consumo (g/ cuy), semanas 1 – 4:			
-Forraje	366.84	354.41	332.51
-Concentrado	657.23	588.16	547.29
-Total	1024.07 ^a	942.57 ^b	879.80 ^b
Consumo (g/ cuy), semanas 5 – 8:			
-Forraje	591.99	604.59	575.03
-Concentrado	995.11	1003.36	1013.46
-Total	1587.10 ^a	1607.95 ^a	1588.50 ^a
Consumo acumulado, g/cuy	2611.20 ^a	2550.52 ^a	2468.30 ^a
Relación Forraje: Concentrado:			
- Semanas 1 – 4	1: 1.79	1: 1.66	1: 1.65
- Semanas 5 – 8	1: 1.68	1: 1.66	1: 1.76

Respectivamente para los tratamientos 1, 2 y 3 se determinó que el consumo de materia seca por cuy, entre el inicio y las cuarta semana experimental, fue de 1024.07, 942.57 y 879.80 gramos; el análisis estadístico mostró que las diferencias entre niveles de residuo de ají fueron significativas ($P \leq 0.05$), los tratamientos que recibieron el residuo fueron similares entre sí e inferiores al tratamiento testigo (Cuadro N° 8.1.) En la Figura N° 4.1. se muestra el comparativo porcentual entre tratamientos, tanto para consumo de forraje como de concentrado, se aprecia que la merma en el consumo de forraje fue menor que en el de concentrado, indicando que la presencia del residuo de ají afectó negativamente el consumo total de materia seca.

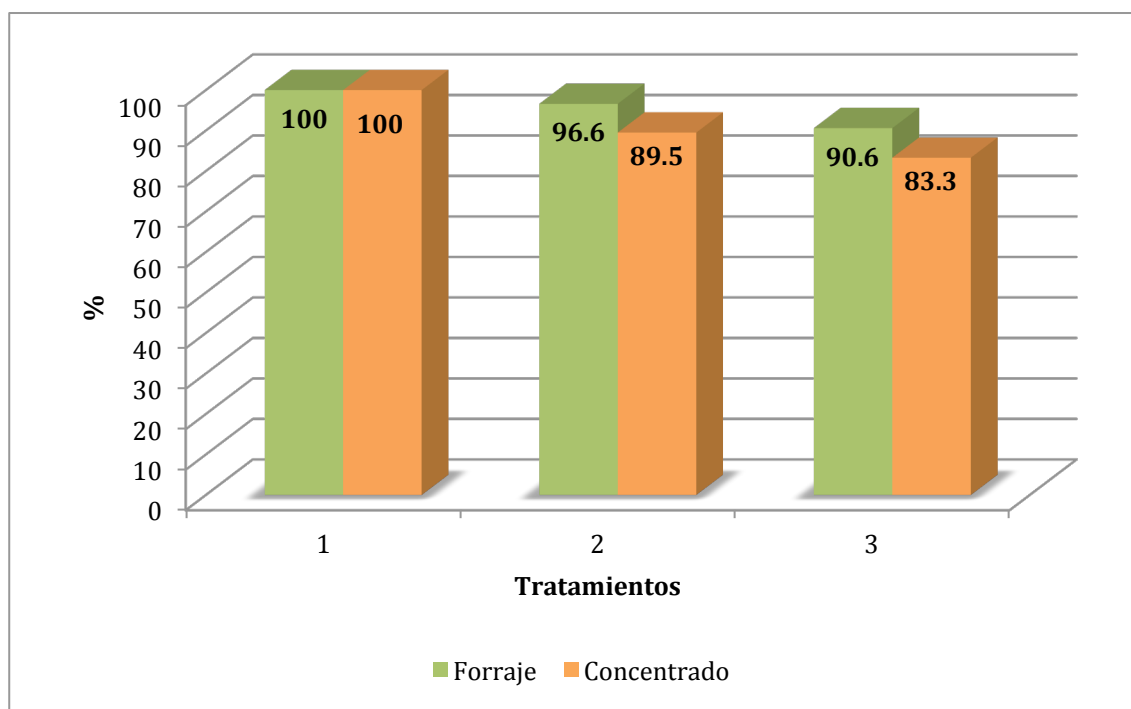


Figura N° 4.1. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento (Forraje y Concentrado)

La merma en el consumo fue mayor conforme se incrementó la proporción de residuo de ají en el concentrado de 10 a 20%; en el caso del forraje el efecto fue de menor magnitud que en el caso del concentrado (merma de 10.5 y 16.7%, respectivamente). Los animales trataron de sostener el consumo total de alimento en base al forraje; sin embargo, en el tratamiento con 20% de residuo también se manifestó un efecto negativo sobre el consumo de forraje (se incrementó la merma de 3.4 a 9.4%).

Entre las semanas experimentales 5 – 8 el consumo total de materia seca fue de 1587.1, 1607.95 y 1588.5 gramos por cuy, en el mismo orden de tratamientos. Las diferencias entre tratamientos no alcanzaron significación estadística (Cuadro N° 8.2.), debido a que los animales que recibieron residuo de ají en el concentrado incrementaron su consumo, tanto de forraje como de concentrado, aproximándose al testigo. En la Figura N° 4.2. se ilustra el comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de materia seca en este período. Este comportamiento es indicativo de acostumbramiento por parte de los cuyes a la presencia del residuo de ají en el concentrado.

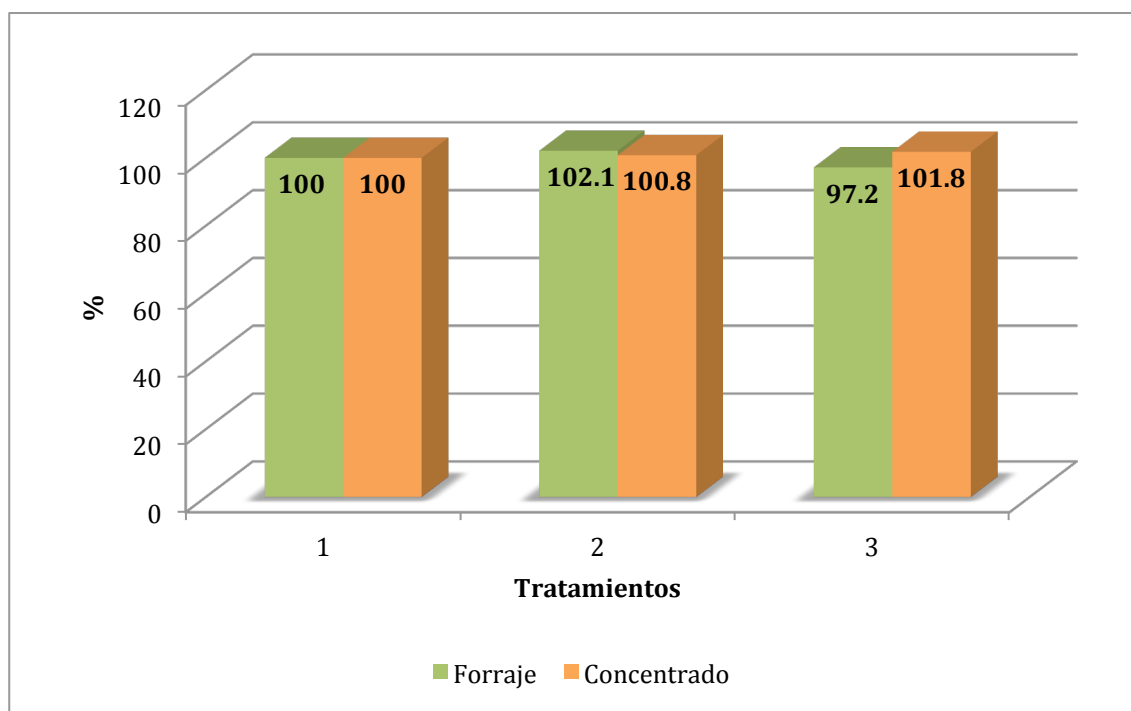


Figura N° 4.2. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento (Forraje y Concentrado)

El consumo acumulado (del primer al último día experimental) fue de 2611.2, 2550.52 y 2468.3 gramos por cuy, respectivamente para los tratamientos del primero al tercero. El análisis estadístico mostró que las diferencias entre tratamientos no fueron significativas (Cuadro N° 8.3.); el relativamente menor consumo de los tratamientos 2 y 3 se explica por la merma que se registró en las primeras cuatro semanas experimentales. En la Figura N° 4.3. se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para consumo acumulado de alimento, en la que se puede apreciar que las mermas de los tratamientos 2 y 3 fueron de 2.3 y 5.5%, respectivamente, en comparación con el registrado por el tratamiento testigo.

Las hembras consumieron menos que los machos, dentro de todos los tratamientos, tanto para forraje como para concentrado y siguiendo la misma tendencia.

Los resultados relacionados con el consumo indican que el empleo del residuo de ají en la alimentación de cuyes requeriría de acostumbramiento progresivo hasta poder llegar a proporciones como las ensayadas en el tratamiento 3.

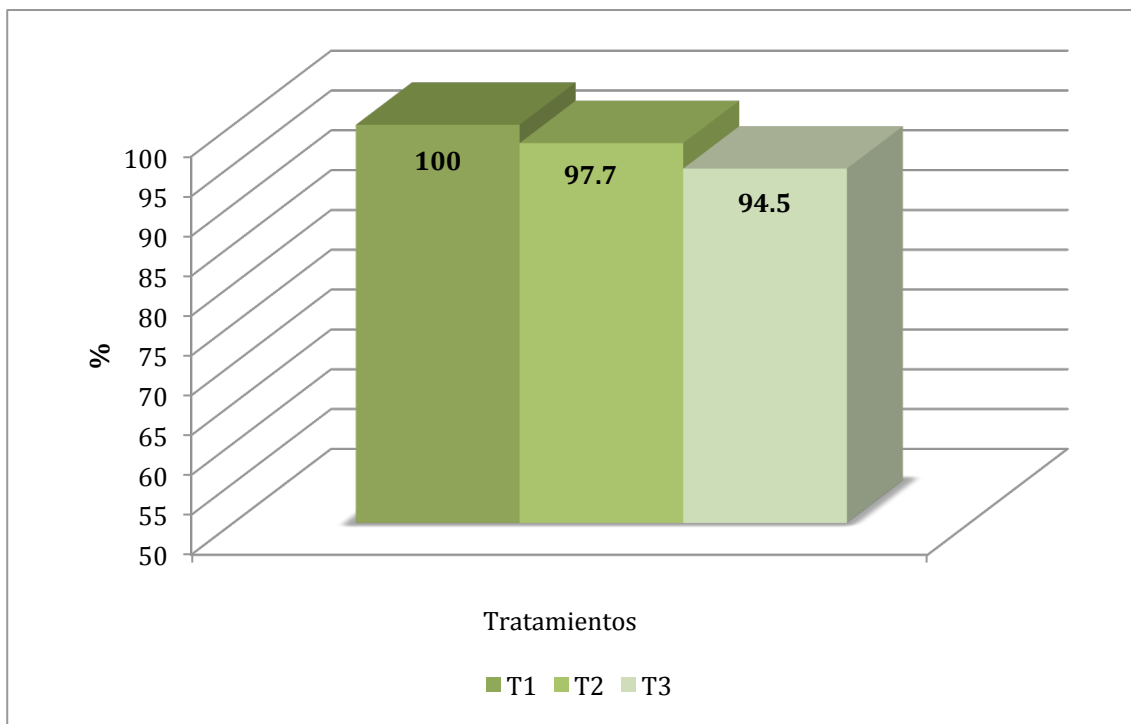


Figura N° 4.3. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo acumulado de alimento, del primer al último día experimental

Aún cuando los antecedentes indican que el efecto pungente del ají sería nulo en los animales herbívoros como el cuy, se ha evidenciado que si se dio tal efecto y fue mayor conforme se incrementó la proporción de residuo.

4.2. Peso vivo y cambios de peso

Los resultados referidos al peso vivo y a los cambios de peso vivo de cuyes mejorados en crecimiento que recibieron residuo de ají en el concentrado se presentan en el Cuadro N° 4.2.

Los pesos iniciales, según 0, 10 y 20% de residuo de ají en el concentrado, fueron de 293.9, 285.3 y 282.8 gramos por cuy, respectivamente; en tanto que según sexo, los machos pesaron 295.1 gramos y las hembras 279.5 gramos. Realizada la prueba de Bartlett de homogeneidad de varianzas (Cuadro N° 8.4.) permitió determinar que la componente residual de varianzas estuvo distribuida en forma homogénea entre las 12 muestras implementadas; resultado que indica la correcta implementación de las muestras al inicio del ensayo.

Cuadro N° 4.2. Peso vivo y cambios en el peso vivo de cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado

	Tratamientos		
	1	2	3
Cuyes por tratamiento	16	16	16
Días experimentales	56	56	56
Residuo de ají en concentrado, %	00	10	20
Peso vivo inicial, g/ cuy:			
-Según residuo de ají	293.9	285.3	282.8
-Según sexo		295.1M	279.5H
Peso vivo a los 28 días, g/ cuy:			
-Según residuo de ají	625.8	607.6	581.2
-Según sexo		641.6M	568.0H
Peso vivo a los 56 días, g/ cuy:			
-Según residuo de ají	973.7	923.6	873.8
-Según sexo		1005.9M	841.3H
Cambios en el peso vivo (1 – 28 días), g/ cuy:			
-Según residuo de ají	331.9 ^a	322.3 ^a	298.4 ^b
-Según sexo		346.5 ^a M	288.5 ^b H
Cambios en el peso vivo (29 – 56 días), g/ cuy:			
-Según residuo de ají	347.9 ^a	316 ^a	292.6 ^a
-Según sexo		364.3 ^a M	273.3 ^b H
Cambios acumulados (1 – 56 días) en el peso vivo, g/ cuy:			
-Según residuo de ají	679.8 ^a	638.3 ^a	591.0 ^a
-Según sexo		710.8 ^a M	561.8 ^b H

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas entre proporciones de residuo de ají y entre sexos ($P \leq 0.05$, Duncan)

Dentro del período experimental correspondiente a los días 1 a 28, respectivamente para 0, 10 y 20% de residuo de así se obtuvo cambios de peso de 331.9, 322.3 y 298.4 gramos por cuy; el análisis estadístico (Cuadros N° 8.5. y 8.6.) mostró que la componente residual de varianzas estuvo uniformemente distribuida y que las diferencias fueron significativas ($P \leq 0.05$), los promedios para 0 y 10% de residuo fueron iguales y superiores al promedio logrado con 20% de residuo. Según sexos, los machos superaron significativamente a las hembras (346.5 y 288.5 gramos por cuy, respectivamente). Así mismo, se determinó que la interacción entre proporciones de residuo de ají y sexo alcanzó significación estadística (Figura N° 4.4.)

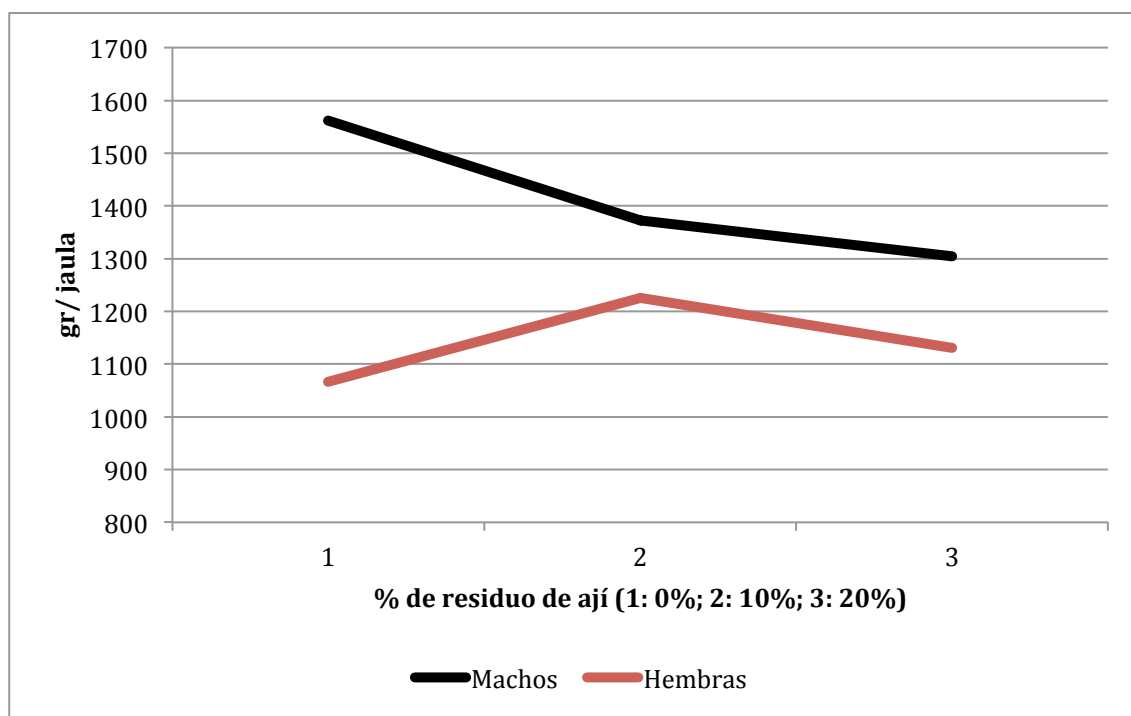


Figura N° 4.4. Interacción “% de residuo de ají” x “sexo” para cambios en el peso vivo entre 1 a 28 días

Como se puede apreciar en la Figura N° 4.4., los machos descendieron en el cambio de peso vivo conforme se pasó del grupo que no recibió residuo de ají a los que sí lo recibieron; la tasa de descenso se redujo al pasar de 10 a 20% de residuo. En cambio, en las hembras los cambios en el peso vivo se incrementaron al pasar de no recibir residuo a recibir 10%; al pasar de 10 a 20% de residuo en el concentrado la tendencia fue similar a la de los machos. En consecuencia la interacción alcanzó significación por el comportamiento diferente entre machos y hembras al pasar de no recibir residuo a recibir 10%.

Al considerar la proporción de residuo de ají en el concentrado se determinó que los cambios en el peso vivo manifestaron una merma de 2.9% al utilizar 10% de residuo de ají; cuando se empleó 20% la merma en los cambios de peso vivo se incrementó a 10.1%. Este comportamiento puede ser explicado por el considerable menor consumo de materia seca registrado en el este período. En la Figura N° 4.5. se ilustra el comparativo porcentual para cambios en el peso vivo entre proporciones de residuo.

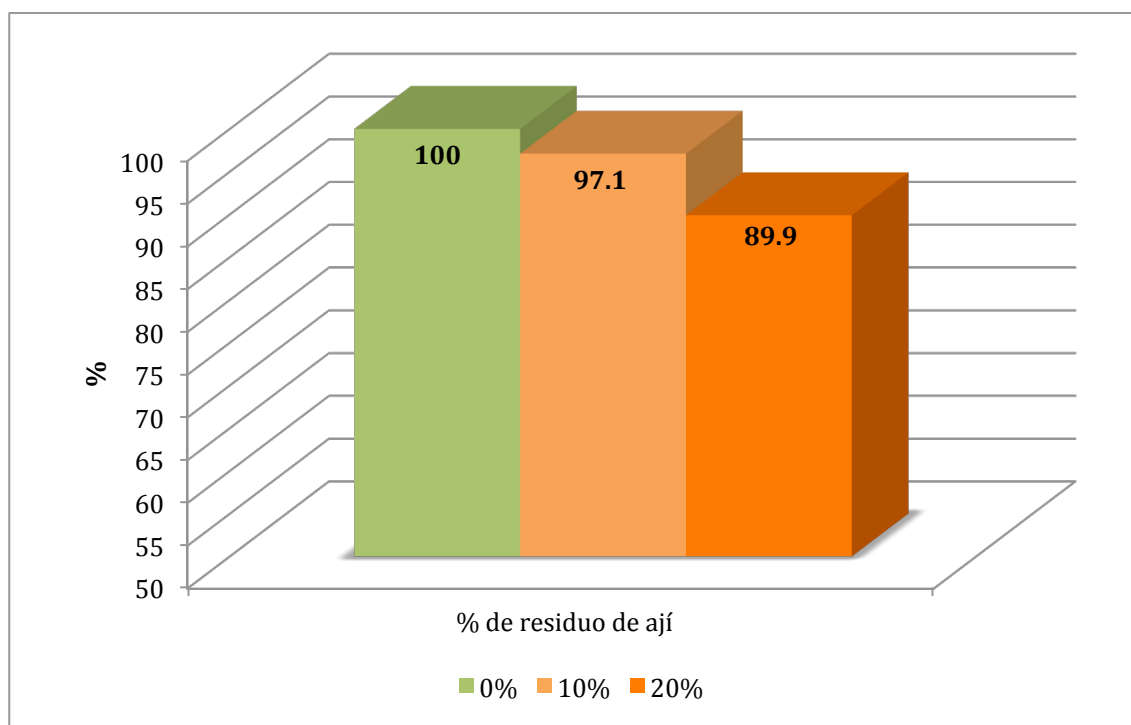


Figura N° 4.5. Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para cambios en el peso vivo entre los días 1 a 28

Los grupos sin residuo y con 10% de residuo de ají superaron los 600 gramos de peso vivo; en tanto que el grupo con 20% de residuo de ají en el concentrado estuvo por debajo. Con relación al sexo, sólo los machos superaron el promedio de 600 gramos de peso vivo.

Dentro del período experimental correspondiente a los 29 a 56 días, se obtuvo cambios de peso de 347.9, 316, 292.6 gramos por cuy respectivamente para 0, 10 y 20% de residuo de ají en el concentrado. Para el caso de los machos se obtuvo 364.3 y para las hembras 273.3 gramos por cuy. El análisis estadístico mostró que la componente residual de varianzas no estuvo uniformemente distribuida entre los grupos, motivo por el que se procedió a la transformación logarítmica de la información para aplicar el análisis de la varianza (Cuadros N° 8.7. y 8.8.), el análisis indicó que las diferencias entre proporciones de residuo de ají no alcanzaron significación estadística y que los machos superaron significativamente a las hembras; así mismo, la interacción no fue significativa.

En la Figura N° 4.6. se ilustra el comparativo porcentual entre proporciones de ají para el período comprendido entre los 29 a 56 días, en la que se puede apreciar que aún cuando las diferencias no alcanzaron significación estadística, el grupo que no recibió residuo de ají superó en 9.2 y 15.9% a los grupos que los incluyeron en 10 y 20% en el concentrado; diferencias de mayor magnitud a las registradas en el período de menor edad.

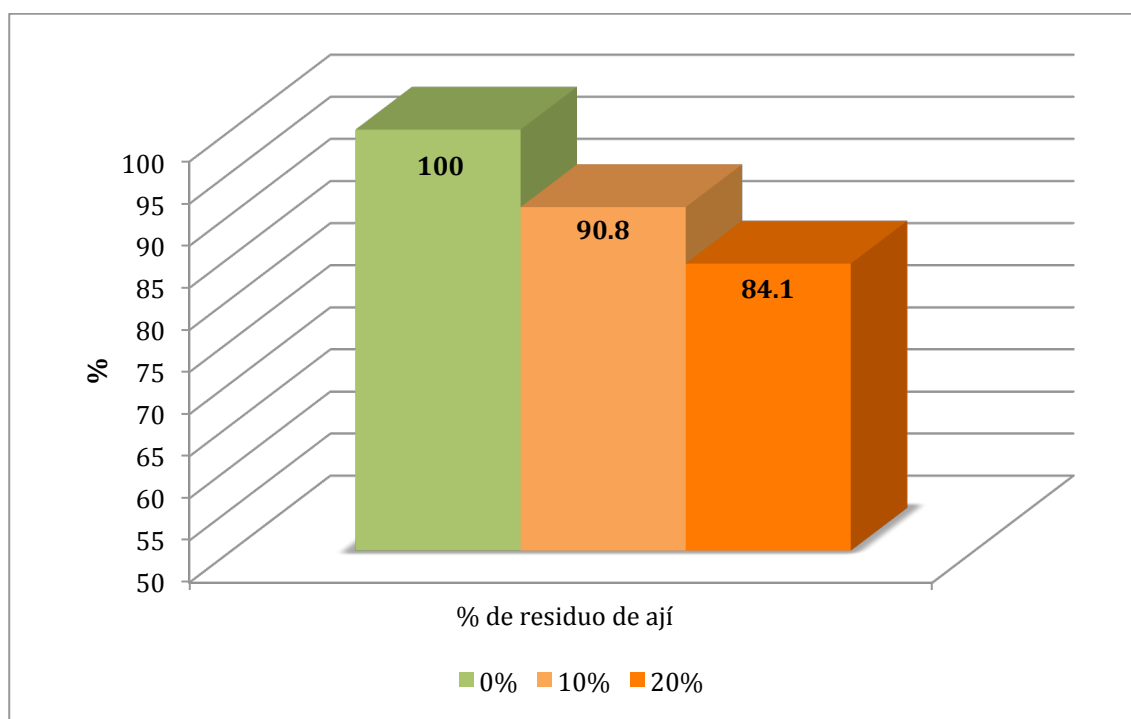


Figura N° 4.6. Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para cambios en el peso vivo entre los días 29 a 56

A los 56 días experimentales los pesos promedio para 0 y 10% de residuo de ají estuvieron por encima de los 900 gramos y el peso promedio del grupo que recibió 20% de residuo de ají en el concentrado estuvo 26.2 por debajo de los 900 gramos. El peso promedio de los machos estuvo por encima de los 1000 gramos y el de las hembras 59 gramos por debajo de los 900 gramos, siendo significativamente diferentes.

Al considerar los incrementos acumulados de peso vivo se registró 679.8, 638.3 y 591 gramos respectivamente para los grupos que recibieron 0, 10 y 20% de residuo de ají en el concentrado. Sin diferencias significativas entre ellos (Cuadros N° 8.9. y 8.10.)

Los machos lograron incremento acumulado de 710.8 gramos y las hembras de 561.8 gramos, siendo estadísticamente diferentes. Los incrementos acumulados de peso del grupo que recibió 10% de residuo de ají en el concentrado estuvieron 6.1% por debajo del testigo; en tanto que los que recibieron 20% de residuo estuvieron 13.1% por debajo (Figura N° 4.7.). Las mermas en los incrementos de peso se pueden explicar a partir de la reducción en el consumo de materia seca, sobre todo en las primeras cuatro semanas experimentales que afectó al rendimiento total.

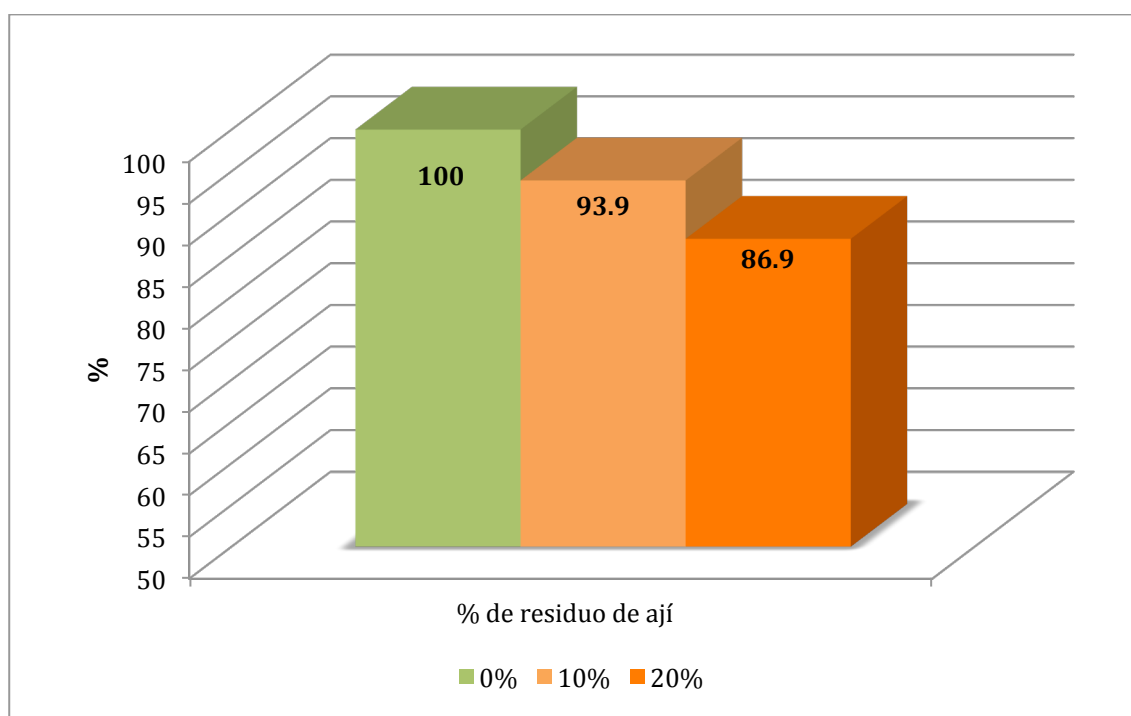


Figura N° 4.7. Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para cambios en el peso vivo acumulado (entre los días 1 a 56)

Una posible alternativa para que el consumo de alimento no se merme y pueda reflejarse en mejores incrementos de peso sería la utilización de residuo de ají sin capacidad pungente, lo que debería investigarse en los cuyes. Sin embargo, esto implicaría que se altere ligeramente el manejo de los residuos en las plantas procesadoras, toda vez que sólo en un patio de descarte ubican los residuos de las especies pungentes y no pungentes; o que un agente determinado para tal fin realice el proceso de manejo del residuo y poderlo dirigir en función de la cualidad pungente.

4.3. Conversión alimenticia (CA)

Los resultados obtenidos con la CA, de cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado, se presentan en el Cuadro N° 4.3.

Cuadro N° 4.3. Conversión alimenticia (CA) de cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado

	Tratamientos		
	1	2	3
Cuyes por tratamiento	16	16	16
Días experimentales	56	56	56
Residuo de ají, %	00	10	20
CA en:			
- 1 a 28 días experimentales	3.14 ^a	2.92 ^a	2.95 ^a
- 29 a 56 días experimentales	5.01 ^a	5.08 ^a	5.44 ^a
- Acumulada (1 a 56 días experimentales)	4.02 ^a	3.98 ^a	4.18 ^a

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

Respectivamente para los tratamientos de primero al tercero (0, 10 y 20% de residuo de ají en el concentrado) se obtuvo valores de CA de 3.14, 2.92 y 2.95 kilos de alimento consumido para incrementar un kilo de peso vivo en el período comprendido entre los días 1 y 28. El análisis estadístico indicó que las diferencias entre los grupos no alcanzaron significación estadística (Cuadro N° 8.11.); sin embargo, la CA de los grupos con 10 y 20% de residuo de ají fueron más eficientes que el testigo en 7 y 6.1%, respectivamente, para este período. En la Figura N° 4.8. se presenta el comparativo porcentual, en la que se puede apreciar la ventaja en eficiencia de utilización del alimento, para incrementar peso vivo, de los tratamientos con 10 y 20% de residuo de ají.

Es importante considerar que a pesar que la merma en el consumo de alimento y en el incremento de peso vivo fue considerable en este período, la menor cantidad de alimento ingerida fue empleada más eficientemente por el organismo para incrementar peso vivo, lo que indica que el residuo es poseedor de sustancias que mejoran la eficiencia del alimento para sintetizar mayor cantidad de tejido.

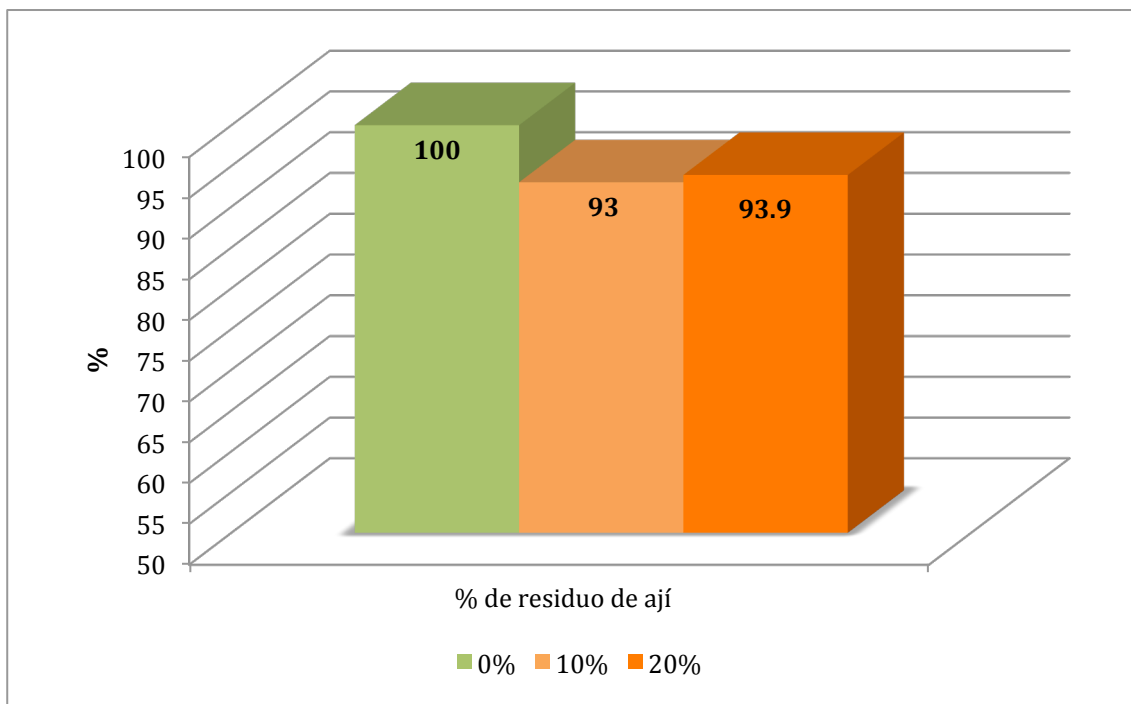


Figura N° 4.8. Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para CA, entre los días 1 a 28

En el mismo orden de tratamientos, los valores de CA para el período comprendido entre los días 29 y 56, fueron de 5.01, 5.08 y 5.44 kilos de alimento consumido para incrementar un kilo de peso vivo. El análisis estadístico mostró que las diferencias no fueron significativas (Cuadro N° 8.12.) No obstante, al realizar el comparativo porcentual entre tratamientos (Figura N° 4.9.) se pudo determinar que los grupos 2 y 3 fueron menos eficientes que el testigo en 1.4 y 8.6%, respectivamente. A esta edad (o período experimental) resultaría conveniente emplear 10% de residuo de ají en el concentrado para no deteriorar en forma considerable la eficiencia de utilización de los alimentos.

Al considerar la CA acumulada se obtuvo 4.02, 3.98 y 4.18 kilos de alimento para incrementar un kilo de peso vivo, respectivamente para los grupos con 0, 10 y 20% de residuo de ají en el concentrado. Las diferencias no fueron significativas (Cuadro N° 8.13.); sin embargo, al realizar el comparativo porcentual se pudo determinar que el grupo que recibió 10% de residuo en el concentrado fue 1% más eficiente y el que recibió 20% fue menos eficiente que el testigo en 4% (Figura N° 4.10.)

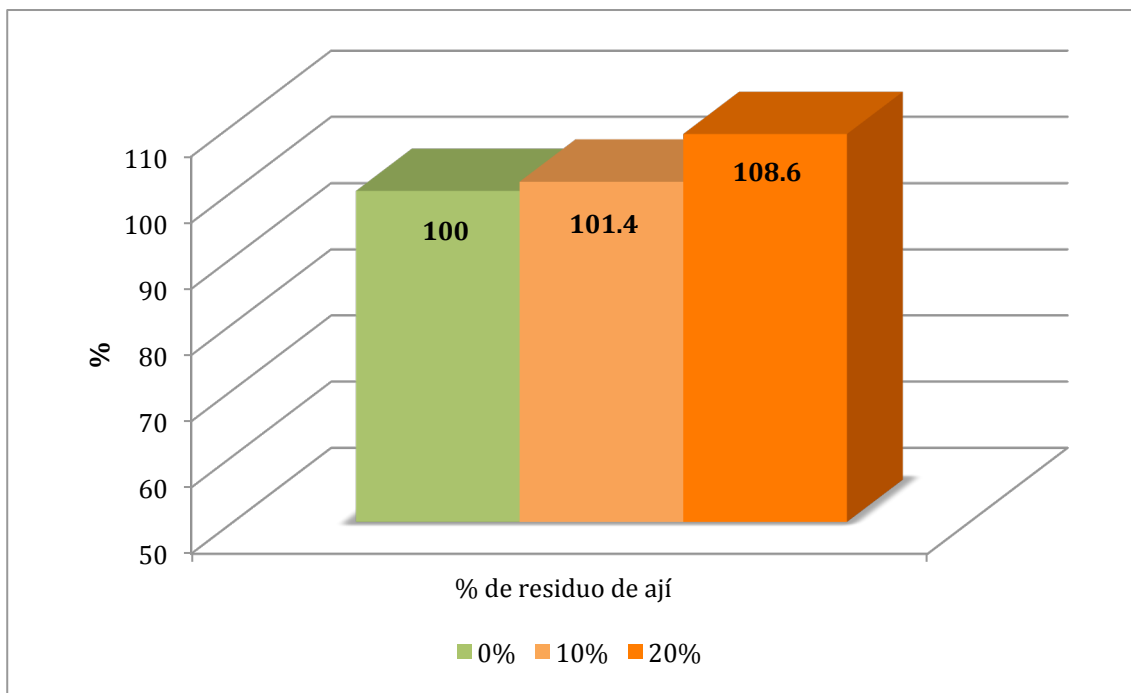


Figura N° 4.9. Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para CA, entre los días 29 a 56

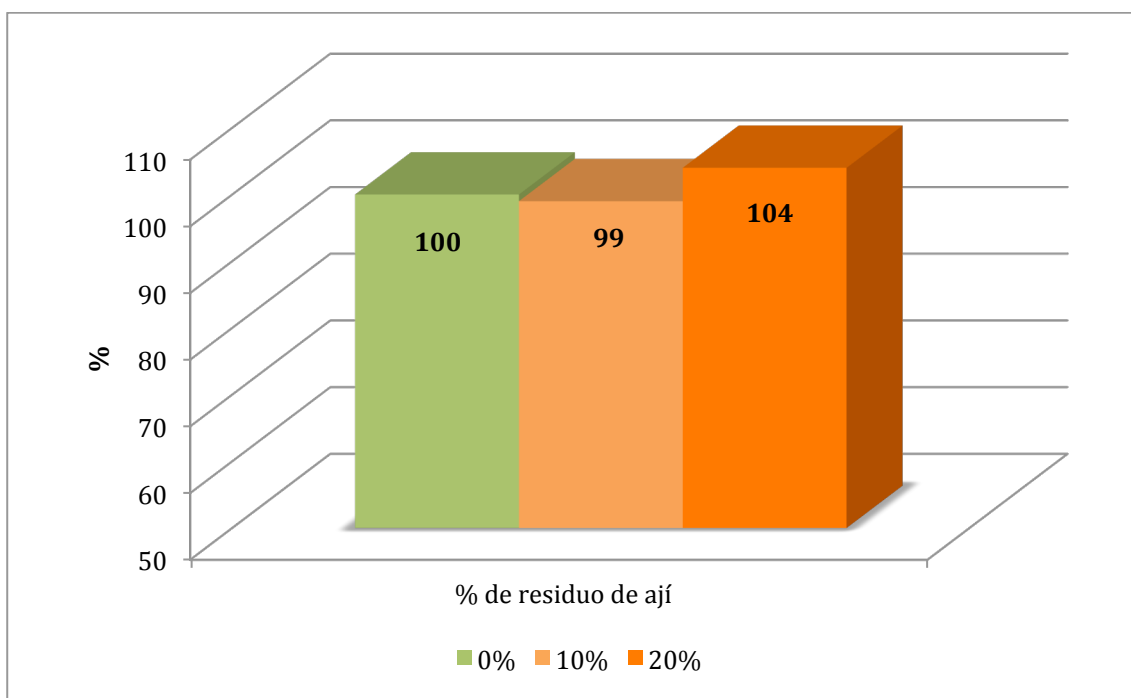


Figura N° 4.10. Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para CA acumulada, entre los días 1 a 56

Debido al evidente proceso de acostumbramiento de los cuyes al consumo del concentrado con residuo de ají resulta aconsejable el empleo de 10% para no deteriorar la eficiencia de utilización de los alimentos o emplear residuos que no tengan efecto

pungente. Sin embargo, el ají es poseedor de una serie de sustancias que tienen efectos adicionales sobre el rendimiento animal e incluso sobre características de la carne, por tal motivo, investigaciones posteriores deben considerar estos efectos.

4.4. Mérito económico (ME)

Los resultados obtenidos con el ME de cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado se presentan en la Tabla N° 4.4.

Cuadro N° 4.4. Mérito económico (ME) de cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado

	Tratamientos		
	1	2	3
Cuyes por tratamiento	16	16	16
Días experimentales	56	56	56
Residuo de ají, %	00	10	20
Gasto (s/.) en alimento por lote:			
-Forraje	09.29	08.62	08.54
- Concentrado	49.93	38.38	39.40
- Total	52.22	47.00	47.94
Incremento de peso por lote, kg.	10.88	09.64	09.46
ME, s/.	4.80 ^a	4.88 ^a	5.07 ^a

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

Respectivamente para los grupos experimentales con 0, 10 y 20% de residuo de ají se obtuvo 4.80, 4.88 y 5.07 nuevos soles gastados en alimento para incrementar un kilo de peso vivo. El análisis estadístico (Cuadro N° 8.14.) indicó que las diferencias entre los grupos experimentales que recibieron diferentes proporciones de residuo de ají en el concentrado no alcanzaron significación estadística. Sin embargo, al realizar el comparativo porcentual se determinó que el grupo que recibió 10% fue menos eficiente en 1.02% y el que recibió 20% lo fue en 5.6% en comparación con el testigo (Figura N° 4.11.).

Una merma económica de 5% o superior debe, a pesar de no ser estadísticamente significativa, considerarse como importante; no obstante, podría pasar

desapercibida por los buenos precios que alcanzan los cuyes vivos al momento de la comercialización. En una situación de mucha proximidad entre el costo y el precio, como sucede con el pollo de carne, por ejemplo, una merma de 5% puede representar la proximidad a la no rentabilidad de la crianza.

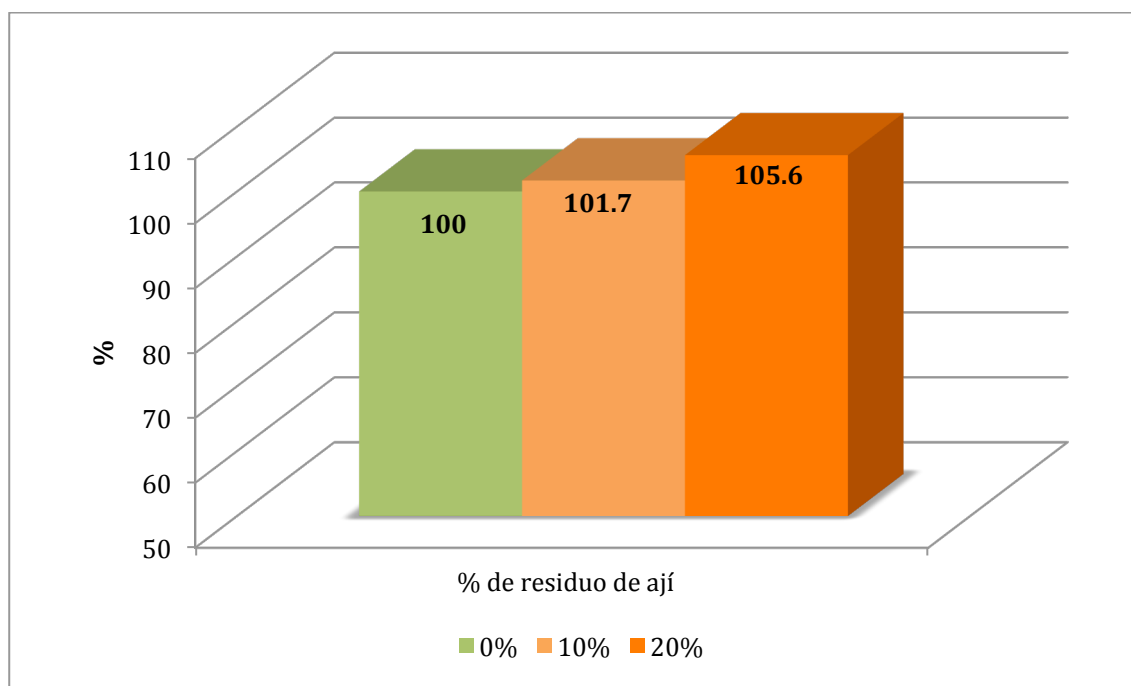


Figura N° 4.11. Comparativo porcentual entre proporciones de residuo de ají para ME acumulado, entre los días 1 a 56

Los machos fueron más eficientes que las hembras tanto en la utilización del alimento para incrementar peso vivo como en la parte económica; lo que era esperado en función de lo que ocurre con todas las hembras de los mamíferos que tienden a acumular más grasa preparándose para la futura lactación.

4.5. Rendimiento de Carcasa

Los resultados obtenidos con el peso y rendimiento de carcasa de cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado se presentan en la Tabla N° 4.5.

Respectivamente para los tratamientos del primero al tercero, los pesos de carcasa fueron de 714.3, 743, y 706.8 gramos por cuy, de ambos sexos. El análisis de la varianza (Cuadro N° 8.15.) indicó que las diferencias entre los tratamientos no alcanzaron significación estadística.

Cuadro N° 4.5. Peso y rendimiento de carcasa de cuyes mejorados que recibieron residuo de ají en el concentrado

	Tratamientos		
	1	2	3
Cuyes sacrificados por tratamiento	04	04	04
Días experimentales	56	56	56
Residuo de ají, %	00	10	20
peso vivo de los sacrificados, g.	987.5	1004.5	991.8
Peso de la carcasa, g.	714.3 ^a	743.0 ^a	706.8 ^a
Comparativo entre tratamientos, %	100.	104.	99.
Rendimiento de la carcasa, %	72.5 ^a	73.9 ^a	71.3 ^a
Diferencia con el testigo	----	+ 1.4	- 1.2

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

El rendimiento de carcasa, en el mismo orden de tratamientos, fue de 72.5, 73.9 y 71.3%, respectivamente; aplicado el análisis estadístico (Cuadro N° 8.16.) se pudo determinar que las diferencias entre los tratamientos no alcanzaron significación estadística.

Al aplicar el comparativo porcentual, a pesar de la ausencia de significación estadística, se pudo determinar que el rendimiento de carcasa del tratamiento 2 estuvo 1.4% por encima del testigo; en tanto que el tratamiento 3 1.2% por debajo. En la Figura N° 4.12. se ilustra el comparativo entre tratamientos para el peso vivo y rendimiento de los animales sacrificados de cada tratamiento.

La igualdad estadística permite corroborar que el residuo de ají permitió mejor utilización del alimento ingerido; lo que se refleja en similar rendimiento de carcasa en comparación con el testigo, permitiendo inferir que el mayor peso vivo del tratamiento testigo se debió a un mayor contenido de digesta o mayor desarrollo del tracto gastrointestinal. Si bien el cuy es un herbívoro no rumiante, la digestión proximal es de tipo enzimática del hospedero lo que le permite hacer la absorción de nutrientes más bio-disponibles con mayor eficiencia, lo que habría sido propiciado por el residuo de ají.

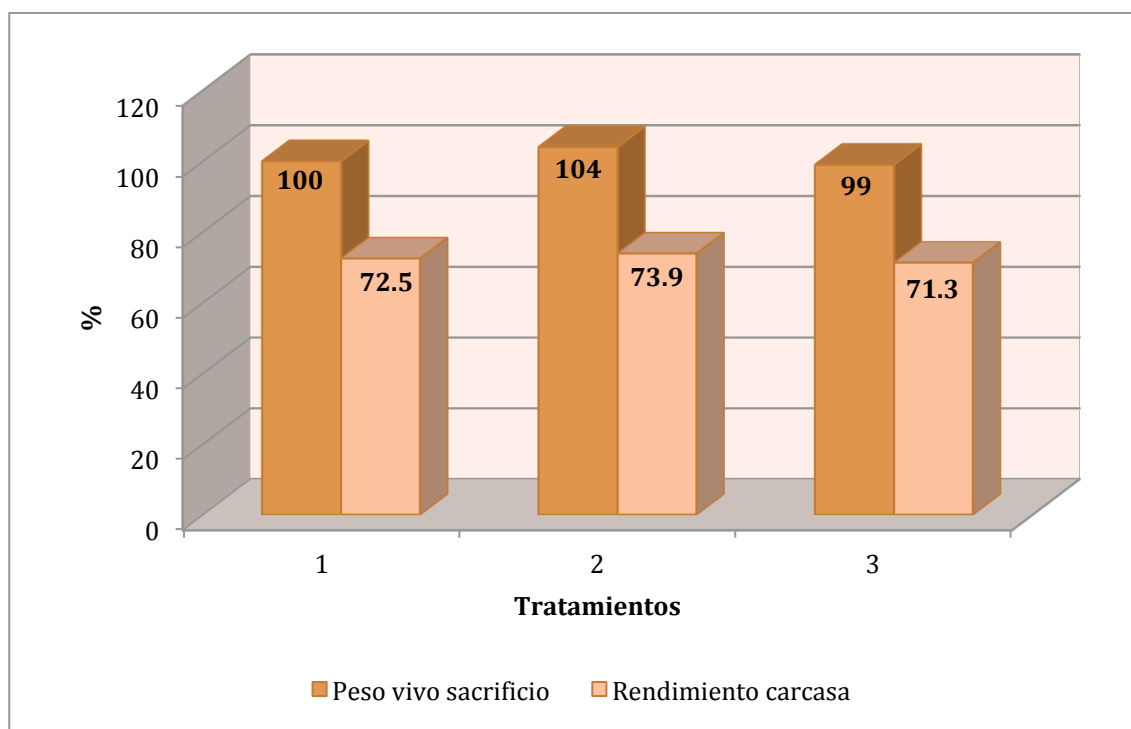


Figura N° 4.12. Comparativo entre tratamientos para el peso vivo (%) y rendimiento de la carcasa de los animales sacrificados

Al comentar sobre el comportamiento en el consumo de alimento, los antecedentes indican que los animales herbívoros no son sensibles a los efectos pungentes del ají y que esa acción estaría más presente en los consumidores de carne debido a la leve alcalinidad de su saliva (pH: 7.2), como ha sido indicado por NEUMANN (2004). Se esperaba que los cuyes no fueran sensibles a los efectos pungentes de los capsaicinoides (MAROTO, 1986; CORDELL y ARAUJO, 1993; HOWARD *et al.*, 1994; LEE *et al.*, 1995; FONNEGRA y JIMÉNEZ, 2007), debido a sus condiciones de herbívoro (ALIAGA *et al.*, 2009); sin embargo, posee estrategias fisiológicas que lo hacen diferente al resto de herbívoros (la cecotrofia, por ejemplo) y, por lo tanto, susceptible al efecto pungente de los capsaicinoides; lo que se manifestó por la reducción en el consumo de materia seca. No obstante, como se manifestó anteriormente, el comportamiento del consumo entre el primer y segundo período (de cuatro semanas cada uno) evaluados indica que los cuyes se adaptaron a la presencia del residuo de ají en la dieta.

El ají (*Capsicum annuum*) no sólo es reconocido por su efecto pungente (sobre todo como sazonzador o motivador del consumo dentro de los humanos) sino que posee una serie de sustancias importantes (ej.: fenil-propanoides) que lo hacen muy prometedor en efectos antioxidantes, antibacterianos, inmuno-estimulantes, etc. y que, no necesariamente, tienen que ver con el efecto pungente (CORDELL y ARAUJO, 1993; HOWARD *et al.*, 1994; LEE *et al.*, 1995; ACERO-ORTEGA *et al.*, 2005; FONNEGRA y JIMÉNEZ, 2007). Existiendo variedades no pungentes de *Capsicum* es recomendable determinar el efecto de la presencia del residuo de este tipo de ají en el alimento sobre el comportamiento productivo de especies zootécnicas susceptibles al efecto picante de la capsaicina.

Los cambios en el peso vivo están en función directa con el consumo y bondades nutritivas de la materia seca; bajo condiciones de alimentos que tienen peculiaridades nutritivas parecidas el cambio en el peso vivo dependerá, básicamente, del consumo; así, a mayor consumo habrá mayores incrementos de peso vivo. No obstante, este comportamiento no implica que el alimento sea más eficiente para permitir mayores incrementos de peso; la eficiencia del alimento se mide a través de la conversión alimenticia. Pero si un alimento es poseedor de sustancias que restringen el consumo, los incrementos de peso serán menores y, en algunos casos, puede perderse peso.

Se dispone de apreciable cantidad de información con relación a los cambios en el peso vivo de cuyes mejorados; sin embargo, la mayoría de los resultados reportados están circunscritos a ensayos de alimentación hasta las doce semanas de edad, razón por la que las comparaciones están limitadas por la edad, ya que en el presente ensayo el período experimental terminó cuando los cuyes alcanzaron 10 semanas de edad. No obstante los cambios de peso registrados en el presente ensayo son comprables, y en varios casos superiores, con los obtenidos por diferentes investigadores cuando

compararon diferentes situaciones alimenticias (YARINGAÑO, 1984; CAIRAMPOMA et al., 1991; ORIHUELA y MORENO, 1993; CARRASCO y MORENO, 1994; SILVA y MORENO, 1994; QUIJANO, 2002; IBÁÑEZ, 2003; BURGA, 2007; RIVADENEYRA, 2008; HEREDIA, 2008; MARRUFO, 2008; HEREDIA, 2009; TORO, 2009; ARBULÚ y DEL CARPIO, 2015; NEVADO, 2016).

La eficiencia de utilización del alimento (unidades de alimento ingeridas para incrementar una unidad de peso vivo) es, probablemente, el referente más importante en la Producción Animal, debido a la relación directa que mantiene con la economía y la rápida obtención de animales para la comercialización. Entre los factores que favorecen la eficiencia de utilización del alimento se encuentran la integridad del epitelio intestinal, la eficiente secreción de enzimas o de productos que tienen que ver con la digestión y absorción de nutrientes, el control del equilibrio de la flora intestinal, la favorecida síntesis de tejido muscular sobre la de tejido graso, principalmente.

Al considerar la integridad del epitelio intestinal es importante tener en cuenta la acción antioxidante, la inmunomoduladora, el adecuado funcionamiento de las células del epitelio intestinal; es decir, la relación con la capacidad para bloquear la acción nociva de radicales libres, la capacidad para controlar bacterias intestinales de tipo patógeno por inmuno-competencia y la neutralización de factores que bloqueen la digestión y absorción de nutrientes (ej.: leptinas, factor inhibidor de tripsina, etc.)

Debido a que en la actualidad se busca que los animales productores de carne lleguen al mercado con el mayor peso y en el menor tiempo posible, es común recurrir a dietas con alta densidad energética; para lograrlo se recurre a la inclusión de aceites. Es necesario que las sales biliares sean secretadas en gran cantidad y en forma rápida; así, son importantes insumos alimenticios de efecto colagogo y colerético.

Así mismo, las dietas de alta densidad nutricional favorecen el desequilibrio bacteriano intestinal. Dentro de la flora entérica se encuentran especies de tipo patógeno y de tipo benéfico; el equilibrio se logra cuando las de tipo benéfico predominan sobre las de tipo patógeno. Para esto las de tipo benéfico deben disponer de sustratos alimenticios que les permita incrementar sus poblaciones en desmedro de las de tipo patógeno. Cuando predominan las “buenas” entra en juego la acción del efecto de exclusión competitiva (desplazando de los nichos en las criptas intestinales a las de tipo patógeno), lo que se logra porque las de tipo benéfico producen ácidos grasos de cadena corta acidificando el pH intestinal, condición bajo la que las de tipo patógeno no pueden prosperar.

Si se requiere más del doble de energía neta para sintetizar un gramo de grasa que para un gramo de proteína, los animales más pesados pero más grasos tendrán más pobre conversión alimenticia; así, los insumos poseedores de sustancias que estimulan la síntesis de magro permitirán mayor eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso.

La totalidad de los principios descritos han sido reportados para el ají (FARAG *et al.*, 1989; BOWLES y MILLER, 1993; CORDELL y ARAUJO, 1993; CORNNER, 1993; HOWARD *et al.*, 1994; LEE *et al.*, 1995; KAWANA *et al.*, 1989; HELANDER *et al.*, 1998; HERNÁNDEZ *et al.*, 2004; MITSCH *et al.*, 2004; KOZUKUE *et al.*, 2005; BARUG *et al.*, 2006; SANTOMA *et al.*, 2006; ZENTEK y MADER, 2006; FRANKIČ *et al.*, 2009).

Así mismo, al evaluar las carcasas se notó que a pesar de un relativo menor peso vivo se obtiene similitud en el rendimiento, existe corroboración en que la presencia del residuo de ají (o de sus constituyentes) en alimento permitió una mejor utilización de estos en el producto final, la carcasa.

Por otro lado, más allá de razones de tipo técnico o económico, se encuentran las vinculadas a la salud; si los principios descritos actúan beneficiosamente sobre la salud de los animales y se acumulan en los tejidos entonces pueden llegar hasta el consumidor y ser beneficiosos, mejorándose las condiciones de vida; este aspecto es de importancia por que la finalidad de todo proceso productivo es el ser humano. También, se debe tener en consideración que estos principios han sido vinculados con mejor calidad de carcasa, tanto en aspectos organolépticos como de duración en el expendio, lo que debería ser investigado con mayor detalle.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El consumo de alimento fue afectado negativamente por la presencia de residuo de ají en el concentrado; el efecto fue mayor en la primera fase experimental (4 semanas) y se mostró acostumbamiento en la segunda fase experimental (4 siguientes semanas), en la que las diferencias no fueron significativas.
2. Las diferencias en los incrementos de peso entre los grupos según proporción de residuo de ají en el concentrado no alcanzaron significación estadística; sin embargo, en los grupos en los que hubo residuo de ají fueron de menor magnitud en dependencia directa del consumo; las hembras incrementaron significativamente menos peso que los machos.
3. No hubo diferencias significativas en conversión alimenticia, pero en las primeras cuatro semanas experimentales los grupos que recibieron residuo de ají fueron más eficientes que el testigo; en las siguientes cuatro semanas el testigo fue ligeramente mejor; la mejor conversión alimenticia acumulada se logró con 10% de residuo de ají en el concentrado.
4. El mérito económico logrado con los grupos que recibieron residuo de ají fue ligeramente menos eficiente que con el testigo.
5. El peso y el rendimiento de carcasa no difirió entre los tratamientos, indicando que la presencia del residuo promocionó mayor eficiencia de utilización del alimento.

Recomendándose:

1. Emplear hasta 10% de residuo de ají en el concentrado por mejorar la eficiencia de utilización del alimento, tanto para el peso vivo como para el rendimiento de carcasa, y mantener el mérito económico.

2. Diseñar un programa de introducción progresiva del residuo de ají en el alimento de cuyes según la edad.
3. Investigar el desempeño de cuyes que reciban residuo de ají sin efecto pungente.

VI. RESUMEN

Cuarenta y ocho cuyes recién destetados (14 días de edad), de ambos sexos, de raza Perú, fueron empleados en un ensayo de alimentación, de ocho semanas de duración, en el que se incluyó residuo de ají en el concentrado para determinar el efecto sobre el consumo de alimento, cambios en el peso vivo, conversión alimenticia y mérito económico. Se implementaron tres niveles de residuo de ají (0, 10 y 20%) en el concentrado y dos sexos. Los cuyes fueron albergados en jaulas de madera, en cada jaula se puso 4, se distribuyeron al azar dos jaulas de machos y dos de hembras para cada proporción de residuo. Además de concentrado los cuyes recibieron forraje (maíz chala), pero se suministró para que el mayor consumo de materia seca proviniera del concentrado; en todos los casos del total de materia seca consumida más del 60% provino del concentrado. Respectivamente para 0, 10 y 20% de residuo de ají en el concentrado el consumo total de materia seca fue 1024.1, 942.57 y 879.8 gramos por cuy, en las primeras cuatro semanas experimentales; 1587.1, 1607.95 y 1588.5 gramos por cuy en las últimas cuatro semanas experimentales; 331.9, 322.3 y 298.4 gramos de peso vivo incrementado por cuy en las primeras cuatro semanas; 347.9, 316 y 292.6 gramos de peso vivo incrementado por cuy en las últimas cuatro semanas experimentales; 3.14, 2.92 y 2.95 kilos de alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado en las primeras cuatro semanas; 5.01, 5.08 y 5.44 kilos de alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado en las cuatro últimas semanas experimentales; 4.80, 4.88 y 5.07 soles acumulados gastados en alimento para incrementar un kilo de peso vivo. Se recomienda diseñar un programa de introducción progresiva del residuo de ají, según la edad, en el alimento de los cuyes y evaluar la inclusión de ajíes que no tienen pungencia.

VII. BIBLOGRAFÍA CITADA

- ACERO-ORTEGA, DORANTES C., H. HERNÁNDEZ, G. GUTIÉRREZ, G. APARICIO, M. JARAMILLO. 2005. Evaluation of phenylpropanoids in ten *Capsicum annuum* varieties and their inhibitory effects on *Listeria monocytogenes*. Food Science and Technology International, 11 (1): 5-10.
- ALIAGA R., L., R. MONCAYO G., E. RICO N., y A. CAYCEDO V. 2009. Producción de Cuyes. Fondo Editorial de la Universidad Católica *Sedes Sapientiae*. Lima, Perú. 808 pp.
- ARBULÚ, C. A. y P. A. DEL CARPIO R. 2015. Rendimiento y contenido graso de cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados, sacrificados a la octava y duodécima semana de edad. "UCV-HACER" Revista de Investigación y Cultura. 4(1)6: 20-32. Enero – Junio 2015. ISSN: 2305-8552. Filial Chiclayo, Lambayeque-Perú.
- BARUG, D., M. W. A. VERSTEGEN, J. DE JONG, and A. K. KIES. 2006. Antimicrobial Growth Promoters: Where Do We Go From Here? Wageningen Academic Publishers. Wageningen, the Netherlands.
- BERNARDINO, M. 2011. Evaluación del promotor de crecimiento a base de extractos vegetales en la alimentación de aves. Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica. Argentina.
- BOWLES, B. L. and A. J. MILLER. 1993. Antibotulinal properties of selected aromatic and aliphatic aldehydes. J. Food Protection, 56: 788-794.
- BURGA S., L. 2007. Crecimiento de cuyes con dietas suplementadas con selenio-metionina. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.
- CAIRAMPOMA, V.; B. CASTRO, y P. CHIRINOS. 1991. Adición de enzimas digestivas al suplemento con diferentes niveles de fibra en el engorde cuyes. **En:** RESÚMENES. XIV Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú.
- CARRASCO, I. y A. MORENO. 1994. Utilización de la cebada (*Hordeum vulgare*) germinada en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y engorde. Tesis. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- CORDELL A. and O. ARAUJO. 1993. Capsaicin: Identification, nomenclature, and pharmacotherapy. Ann. Pharmacother., 27: 330-336.
- CORNNER, D. 1993. Naturally occurring compounds. In: Antimicrobials in Foods. Davidson, P. M. and A. Branen (eds), New York, USA, pp: 441-468.
- ESHBAUGH, W. 1993. Peppers: history and exploitation of a serendipitous new crop discovery. New crops. New York: J Wiley and Sons, 132-139.

- ESHBAUGH, W.H., S.I. GUTTMAN, and M.J. McLEOD. 1983. The origin and evolution of domesticated *Capsicum* species. J. Ethnobiol. 3:49-54.
- FARAG R., Z. DAW, F. HEWED, and G. El-BAROTY. 1989. Antimicrobial activity of some Egypti on spice essential oils J. Food Prot., 52:665-667.
- FONNEGRA, E. y D. JIMÉNEZ. 2007. Plantas Medicinales aprobadas en Colombia. 2ª Ed. Edit. Universidad de Antioquia. Colombia. Págs 28-30.
- FRANKIČ T., J. SALOBIR. 2009. The comparison of in vivo antigen toxic and antioxidative capacity of two propylene extracts of *Calendula officinalis* (marigold) and vitamin E in young growing pigs. Journal of Animal Nutrition and Physiology. 98: 691-701. [Disponible en: <http://aas.bf.uni-lj.si/zootehnika/94-2009/pdf/94-2009-2-95-102.pdf>.] [Consultado: Marzo 2014].
- HELANDER, I. M., H. ALAKOMI, K. LATVA-KALA, T. MATTILA-SANDHOLM, I. POL, E. SMID, L. GORRIS, and A. Von-WRIGHT. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. J. Agri. Food Chem., 46: 3590-3595.
- HEREDIA E., J. E. 2008. Pasto Nudillo (*Paspalum notatum*) en la dieta de cuyes mejorados (Perú) en crecimiento en reemplazo del forraje de maíz (*Zea mays*). Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.
- HEREDIA, L. 2009. Harina de plátano tratada térmicamente en la dieta de cuyes Perú y su efecto sobre el rendimiento. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.
- HERNÁNDEZ, F., J. MADRID, V. GARCÍA, J. ORENGO, and M. MEGIAS. 2004. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and digestive organ size. Poult. Sci., 83: 169-174.
- HOWARD L., R. SMITH, A. WAGNER, B. VILLALON, E. BURNS. 1994. Pro-vitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum*) and processed jalapeños. Journal of Food Science, 59(2): 362-365.
- IBAÑEZ M., G. del P. 2003. Sustitución del antibiótico promotor del crecimiento por una fuente de inulina en la dieta de cuyes mejorados en crecimiento-engorde. Tesis. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.
- IZA, N. J. y M. QUISPE. 2011. Evaluación del promotor de crecimiento natural a base de ají en la dieta alimenticia de pollo broiler en la calera ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi. Tesis. Médico Veterinario-Zootecnista. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.
- JORDT, J. and D. JULIUS. 2002. Molecular basis for species-specific sensitivity to "hot" chili peppers. Cell, 108 (3): 421-430. [Resumen disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11853675] [Consultado en Enero 2014].

- KAMEL, C. 2000. A novel look at basic approach of plant extracts. The International J. on Feed, Nutrition and Technology. 8(3): 16-18.
- KAWANA, T., T. CHIBA and S. MASUKO. 1986. Effects of capsaicin on lipid metabolism in rats fed a high fat diet. Journal of Nutrition, 116: 1272.
- KOZUKUE, N., J. HAN, S. LEE, J. KIM, K. LEE, M. PARK, C. E. LEVIN, M. FRIEDMAN. 2005. Analysis of seven capsaicinoids in peppers and pepper-containing foods by liquid chromatography-mass spectrometry. J. Agric. Food Chem., 53:9172-9181.
- LEE, Y., L. HOWARD, and B. VILLALON. 1995. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. Journal of Food Science, 3: 473-476.
- MAROTO, J. V. 1986. Horticultura herbácea especial. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. p. 389.
- MARRUFO, M. 2008. Micro-minerales orgánicos para el crecimiento y características de la carcasa de cuyes mejorados en Cutervo. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.
- McDOWELL, L. R.; J. CONRAD; J. THOMAS, and L. E. HARRIS. 1974. Latin American Tables of Feed Composition. University of Florida. Gainesville, Florida, USA.
- McLEOD, M. J., S. I. GUTTMAN, W. ESHBAUGH. 1982. Early evolution of chile peppers (*Capsicum*). Econ. Bot., 36: 361-386.
- MISTI. Sin año. Cultivo de Capsicum. Misti Fertilizantes. [Disponible en www.corpmisti.com.pe][Accedido en: Marzo de 2014].
- MITSCH, P., K. ZITTER-EGLESEER, B. KOHLER, C. GABLER, R. LOSA and I. ZIMPERNIK. 2004. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chicken. Poult. Sci., 83: 669-675.
- NEVADO S., G. H. 2016. El afrecho de limón sutil (*Citrus aurantifolia*) en la dieta de cuyes mejorados en crecimiento-acabado. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.
- NEUMANN. 2004. Ajíes y capsaicina: desde especia, insecticida, defensa personal hasta medicinal. [Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/temas_varios/38-ajies.pdf] [Consultado: Mayo 2014]
- NUEZ, F., R. GIL, y J. COSTA. 2002. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-España. 586 p.

- ORIHUELA, E. y A. MORENO. 1993. Utilización de cebada (*Hordeum vulgare*) germinada en la alimentación de cuyes en crecimiento. FUNDEAGRO. Segunda parte. Lima, Perú.
- OSTLE, B. 1979. Estadística Aplicada. Editorial Limusa. México, D. F.
- PERRY, L., R. DICKAU, S. ZARRILLO, I. HOLST, D. PEARSALL, and M. BERMAN. 2007. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum annuum*) in the Americas. *Sci.* 5814: 986-988.
- PICKERSGILL, B .1984. In: Pre-Columbian plant migration, Stone D, Ed., Harvard University Press, Cambridge, MA, pp. 105-123.
- QUIJANO P., W. S. 2002. Uso de la pulpa de naranja como fuente de vitamina C en la alimentación de cuyes. Ayacucho. En: **Resúmenes**, XXV Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. pp. 158 – 160.
- RICK, C. 2005. Parasitología y enfermedades de los animales domésticos. ED. Limusa. México D. F. p 162-172.
- RIVADENEYRA H., G. V. 2008. Bioestimulante en el alimento de cuyes de la raza andina en fase de crecimiento y su efecto sobre el rendimiento. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- SANTOMA, G. y M. PONTES. 2006. Nutrición, sanidad y patología en pollos y porcino. En: Rebollar, P., C. De Blas, G. Mateos (eds.) XXI Curso de Especialización de Fundación Española para la Nutrición Animal, FEDNA. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Madrid. p. 239-274.
- SCHEFFLER, E. 1982. Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- SIGUENCIA, M. 2010. Caracterización físico química y nutricional del ají (*Capsicum baccatum*) en dos estados de madurez y cultivados en dos suelos endofoclimáticos del Ecuador. Tesis Ingeniera en Industrialización de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador.
- SILVA, E. y A. MORENO. 1994. Utilización de la cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) germinado en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y engorde. Tesis. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- TAKEUCHI, K., T. OHUCHI, M. NARITA, and S. OKABE. 1990. Effects of capsaicine in stomach damage induced alcohol in rats. *Japan Journal of Pharm.*, pages 147-155. [Consultado en Marzo 2014].
- TEWKSBUURY, J. and G. NABHAN. 2001. Directed deterrence by capsaicin in chillies. *Nature* 412:403-404

- TORO, J. 2009. Características del crecimiento y de la carcasa de cuyes Perú en Cutervo por efecto de la presencia de lecitina en la dieta. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 54 pp.
- WALSH, B. and S. HOOT. 2001. Phylogenetic relationship of Capsicum (Solanaceae) using DNA sequences from two noncoding regions: the chloroplast atpB-rbcL spacer region and nuclear waxy introns. *Int. J. Plant Sci.*, 162:1409-1418.
- WOOD, J. N., J. WINTER, I. F. JAMES, H. P. RANG, J. YEATS, S. BEVAN. 1988. Capsaicin-induced ion fluxes in dorsal root ganglion cells in culture. *J. Neurosc.*, 3208 – 3220 .
- YARINGAÑO, C. 1984. Estudio comparativo de cuatro raciones para cuyes en crecimiento. **En:** RESÚMENES. VI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- ZAPATA, N. 1992. El Pimiento para Pimentón. Editorial Mundi Prensa. España. Pág. 352.
- ZENTEK, J. and A. MADER. 2006. The impact of plant extracts on the immune system. Source: Biomin - World Nutrition Forum - the future of animal nutrition.

VIII. APÉNDICE

Cuadro N° 8.1. Análisis de la varianza con el consumo de materia seca por cuy en las primeras 4 semanas experimentales

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	8102249.138	1	-----		
Tratamientos	2742614.640	2	1371307.32	134.8	**
Residual	91568.412	9	10174.27		
TOTAL	10936432.190	12			

CV=14.2%

Cuadro N° 8.2. Análisis de la varianza con el consumo de materia seca por cuy en las semanas experimentales de la quinta a octava

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	31426771.05	1	-----		
Tratamientos	10443.54	2	5221.77	< 1	NS
Residual	340852.35	9	37872.48		
TOTAL	31778066.94	12			

CV=14.2%

Cuadro N° 8.3. Análisis de la varianza con el consumo acumulado de materia seca por cuy (8 semanas experimentales)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	79081158.45	1	-----		
Tratamientos	93483.87	2	1371307.32	134.8	**
Residual	735705.85	9	10174.27		
TOTAL	79910348.17	12			

CV=14.2%

Cuadro N° 8.4. Prueba de homogeneidad de varianzas con los pesos iniciales

Muestra	S.C. _i	G.L.	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	G.L.x log ₁₀ S ² _i
1	41346.00	3	13782.00	4.1393	12.4179
2	11676.75	3	3892.25	3.5902	10.7706
3	3701.00	3	1233.67	3.0912	9.2736
4	15632.75	3	5210.92	3.7169	11.1507
5	2405.00	3	801.67	2.9040	8.7120
6	1328.75	3	442.92	2.6463	7.9390
7	10704.75	3	3568.25	3.5525	10.6574
8	15716.75	3	5238.92	3.7192	11.1577
9	12766.75	3	4255.58	3.6290	10.8869
10	4836.00	3	1612.00	3.2074	9.6221
11	946.00	3	315.33	2.4988	7.4963
12	5586.00	3	1862.00	3.2699	9.8099
Suma	126646.50	36	-----	-----	119.8941

$S^2=3517.96$; $B=127.67$; $\chi^2=17.9^{NS}$

Cuadro N° 8.5. Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso vivo entre la 1^{ra} y 4^{ta} semanas experimentales

Muestra	S.C. _i	G.L.	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	G.L.x log ₁₀ S ² _i
1	834.00	3	278.00	2.4441	7.3321
2	2801.00	3	933.67	2.9702	8.9106
3	10157.00	3	3385.67	3.5296	10.5889
4	3723.00	3	1241.00	3.0398	9.2813
5	4436.75	3	1478.92	3.1699	9.5098
6	6776.00	3	2258.67	3.3539	10.0616
7	10131.00	3	3377.00	3.5285	10.5856
8	606.75	3	202.25	2.3059	6.9177
9	7747.00	3	2582.33	3.4120	10.2360
10	4520.00	3	1506.67	3.1780	9.5341
11	11345.00	3	3781.67	3.5777	10.7331
12	768.75	3	256.25	2.4087	7.2260
Suma	63845.50	36	-----	-----	110.9168

$S^2=1773.49$; $B=116.96$; $\chi^2=13.9^{NS}$

Cuadro N° 8.6. Análisis de varianza con el incremento de peso vivo durante las 4 primeras semanas experimentales

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	4839335.021	1			
Tratamientos					
A	9481.2915	2	4740.65	3.25	NS
B	40426.0207	1	40426.02	27.69	**
A x B	16625.0418	2	8312.52	5.69	*
Error experimental	8759.375	6	1459.90		
Error de muestreo	63846.25	36	1773.51		
Total	4978473.	48			

CV= 20.8%

Cuadro N° 8.7. Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso vivo entre la 5^{ta} y 8^{va} semanas experimentales

Muestra	S.C. _i	G.L.	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	G.L.x log ₁₀ S ² _i
1	5890.00	3	1963.33	3.2930	9.8790
2	16866.00	3	5622.00	3.7499	11.2497
3	14284.75	3	4761.58	3.6778	11.0333
4	2702.75	3	900.92	2.9547	8.8641
5	34124.75	3	11374.92	4.0560	12.1679
6	619.00	3	206.33	2.3146	6.9437
7	972.00	3	324.00	2.5106	7.5316
8	2258.75	3	752.92	2.8768	8.6302
9	1024.75	3	341.58	2.5335	7.6005
10	5692.75	3	1897.58	3.2782	9.8346
11	20651.00	3	6883.67	3.8378	11.5135
12	5122.75	3	1707.58	3.2324	9.6972
Suma	110209.25	36	-----	-----	114.9453

$$S^2=3061.37; B=125.4930; \chi^2=24.3^*$$

Cuadro N° 8.8. Análisis de varianza con el incremento de peso vivo durante las semanas experimentales 5^{ta} a 8^{va} (transformación a logaritmos)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	297.7567	1			
Tratamientos					
A	0.0288	2	0.0144	1.3	NS
B	0.1802	1	0.1802	15.8	**
A x B	0.0568	2	0.0284	2.5	NS
Error experimental	0.0684	6	0.0114		
Error de muestreo	0.1886	36	0.00524		
Total	298.2796	48			

CV= 4.3%

Cuadro N° 8.9. Prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos acumulados de peso vivo (8 semanas experimentales)

Muestra	S.C. _i	G.L.	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	G.L.x log ₁₀ S ² _i
1	6774.00	3	2258.00	3.3537	10.0612
2	16025.00	3	5341.67	3.7277	11.1830
3	46372.75	3	15457.58	4.1891	12.5674
4	11592.75	3	3864.25	3.5871	10.7612
5	33689.00	3	11229.67	4.0504	12.1511
6	10907.00	3	3635.67	3.5606	10.6818
7	17347.00	3	5782.33	3.7621	11.2863
8	4625.00	3	1541.67	3.1880	9.5640
9	10124.75	3	3374.92	3.5283	10.5848
10	9980.75	3	3326.92	3.5220	10.5661
11	61950.00	3	20650.00	4.3149	12.9448
12	6689.00	3	2229.67	3.3482	10.0447
Suma	236077.00	36	-----	-----	132.3964

$$S^2=6557.69; B=137.4030; \chi^2=11.53^{NS}$$

Cuadro N° 8.10. Análisis de varianza con el incremento acumulado de peso vivo (8 semanas experimentales)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	19436165.33	1			
Tratamientos					
A	63100.67	2	31550.34	3.05	NS
B	266412.00	1	266412.00	25.73	**
A x B	103754.00	2	51877.00	5.01	NS
Error experimental	62135.00	6	10355.83		
Error de muestreo	236077.00	36	6557.69		
Total	20167644.00	48			

CV= 16%

Cuadro N° 8.11. Análisis de la varianza con la conversión alimenticia en las primeras 4 semanas experimentales

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	108.0600	1	-----		
Tratamientos	0.1145	2	0.0573	< 1	NS
Residual	0.6926	9	0.0770		
TOTAL	108.8671	12			

CV=14.2%

Cuadro N° 8.12. Análisis de la varianza con la conversión alimenticia en las 4 últimas semanas experimentales

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	321.37	1	-----		
Tratamientos	0.42	2	0.21	< 1	NS
Residual	2.651	9	0.295		
TOTAL	324.441	12			

CV=10.5%

Cuadro N° 8.13. Análisis de la varianza con la conversión alimenticia acumulada (8 semanas experimentales)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	197.4785	1	-----		
Tratamientos	0.0873	2	0.0437	< 1	NS
Residual	1.2608	9	0.1401		
TOTAL	198.8266	12			

CV=10.02%

Cuadro N° 8.14. Análisis de la varianza con el mérito económico acumulado (8 semanas experimentales)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	294.5252	1	-----		
Tratamientos	0.0752	2	0.0376	< 1	NS
Residual	2.2287	9	0.2476		
TOTAL	296.8291	12			

CV=10.1%

Cuadro N° 8.15. Análisis de la varianza con el peso de la carcasa de los animales sacrificados

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	6243861.3	1	-----		
Tratamientos	2929.2	2	1464.6	< 1	NS
Residual	60033.5	9	6670.4		
TOTAL	6306824.0	12			

CV=11.3%

Cuadro N° 8.16. Análisis de la varianza con el rendimiento de la carcasa de los animales sacrificados (arc-sen)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signific.
Media	40848.35	1	-----		
Tratamientos	5.85	2	2.93	< 1	NS
Residual	30.03	9	3.34		
TOTAL	40884.23	12			

CV=3.1%