

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**



Efecto de la arcilla “Chacko” en la ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y  
rendimiento de carcasa de cuyes (*cavia porcellus*) Recría II, Tamburco, Abancay, Apurímac

TESIS

PRESENTADO POR:  
JURY ADOLFO MEJÍA AQUINO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

ABANCAY - PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE MEDINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

**EFECTO DE LA ARCILLA "CHACKO" EN LA GANANCIA DE PESO VIVO,  
CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y RENDIMIENTO DE CARCASA DE CUYES (*Cavia  
porcellus*) RECRÍA II, TAMBURCO, ABANCAY, APURÍMAC**

Presentado por el Bach. **JURY ADOLFO MEJÍA AQUINO**, para optar el Título de  
**Médico Veterinario y Zootecnista.**

Sustentado y aprobado el 22 de octubre del 2019, ante el jurado:

**Presidente:**

  
\_\_\_\_\_  
*MSc. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva*

**Primer Miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*M.V.Z. Martin Equicio Pineda Serruto*

**Segundo Miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*M.V.Z. Juan Roberto Soncco Quispe*

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
*Dr. Nilton César Gómez Urviola*

## Agradecimiento

- *En primera instancia agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes me ayudaron a llegar al punto en el que me encuentro.*
- *A mi asesor Dr. Nilton César Gómez Urviola y jurados, quienes me transmitieron sus conocimientos, dedicándome tiempo de su vida para culminar la presente tesis con éxito.*
- *A los docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAMBA y otros amigos que me ayudaron a realizar este trabajo y por guiar mi camino para seguir adelante a pesar de los problemas que supe enfrentar.*
- *Esta Tesis fue ganadora y financiada totalmente, a través del Vicerrectorado de Investigación de la UNAMBA, mediante el I Concurso de Investigación Científica y Tecnológica de Proyectos de Tesis de Pre y Posgrado, financiado con Fondos de Canon, SobreCanon y Regalías Mineras, 2019.*

## Dedicatoria

- *A mi madre y padre, por ser los constructores de lo que soy y de mis logros; por su apoyo, amor, comprensión en todo momento y por haberme dado la vida.*
- *En la vida se encuentran retos, y uno de ellos es la Universidad. Al ser parte de ella, me di cuenta que más allá de ser un reto, es una oportunidad para aprender mucho sobre medicina veterinaria y zootecnia, y adquirir experiencias para enfrentar el futuro. Por esta, razón dedico el presente trabajo a la UNAMBA forjadora de buenos profesionales.*

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>CAPÍTULO I</b> .....	4
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1 Descripción del problema .....	4
1.2 Objetivos .....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 Justificación.....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	7
<b>MARCO TEÓRICO</b>	
2.1.1 Antecedentes.....	7
2.2 Bases teóricas .....	12
2.2.1 El cuy ( <i>Cavia porcellus</i> ).....	12
2.2.1.1 Situación actual de la crianza.....	13
2.2.2 Etología del cuy (agresividad).....	13
2.2.3 Comportamiento agresivo del cuy.....	14
2.2.3.1 Fisiología digestiva .....	14
2.2.3.2 Requerimientos nutricionales del cuy.....	16
2.2.3.2.1 Energía digestible .....	17
2.2.3.2.2 Proteínas.....	17
2.2.3.2.3 Fibra.....	18
2.2.3.2.4 Niveles de vitamina C.....	18
2.2.3.2.5 Energía.....	19
2.2.3.2.6 Grasa .....	19
2.2.3.2.7 Agua.....	19
2.2.4 Manejo zootécnico del cuy .....	20
2.2.4.1 Sistemas de alimentación.....	20
2.2.5 Alimentación con forraje .....	20
2.2.6 Alimentación mixta .....	21
2.2.6.1 Alimentación a base de concentrado.....	21
2.2.7 Arcillas .....	22
2.2.7.1 Arcilla "Chacko" .....	22
2.2.7.1.1 Arcilla "Chacko" en la alimentación animal .....	22
2.2.7.2 Arcillas comestibles para consumo humano.....	23

2.2.7.3	Arcillas en la producción animal .....	25
2.2.7.4	Características físico-químicas de la arcilla "Chacko" .....	26
2.2.7.5	Bentonita .....	28
2.2.7.6	Mecanismo de acción.....	28
2.2.7.7	Aditivos en la alimentación animal .....	30
2.2.8	Coricuy – Engorde CORINA ® .....	31
2.2.8.1	Coricuy Engorde .....	31
2.2.8.1.1	Composición nutricional del alimento Coricuy Engorde .....	31
2.2.8.1.2	Características del producto .....	32
2.2.8.1.3	Ingredientes.....	32
2.2.8.1.4	Vitaminas adicionadas por kilo.....	32
2.3	Marco conceptual .....	32
<b>CAPÍTULO III</b> .....		<b>34</b>
<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>		
3.1	Definición de Variables.....	34
3.2	Hipótesis de la Investigación .....	34
3.3	Tipo y diseño de la investigación.....	35
3.4	Población.....	35
3.4.1	Ubicación del lugar de estudio .....	35
3.4.2	Población y muestra .....	35
3.5	Procedimiento de la investigación .....	36
3.5.1	Preparación del galpón .....	36
3.5.2	Evaluación e identificación de los animales.....	36
3.5.3	Material de instalación .....	36
3.5.4	Preparación del alimento .....	37
3.5.5	Manejo de las unidades experimentales .....	37
3.5.5.1	Suministro de alimento .....	37
3.5.5.2	Pesado de animales .....	37
3.5.5.3	Limpieza de pozas .....	37
3.5.5.4	Análisis de valor nutricional del alimento ofrecido.....	37
3.5.5.5	Recolección de datos .....	39
3.5.5.6	Técnica de investigación.....	39
3.5.5.6.1	Ganancia de peso vivo (GPV).....	39
3.5.5.6.2	Índice de conversión alimenticia (ICA).....	40
3.5.5.6.3	Peso y rendimiento de carcasa .....	40
3.5.5.6.4	Procesamiento y análisis de datos.....	40
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		<b>42</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUIONES</b>		

4.1	Ganancia de peso vivo de cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ) alimentados con alimento balanceado, más un porcentaje de arcilla "Chacko".....	42
4.2	Índice de conversión alimenticia (ICA) de cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ) alimentados con alimento balanceado más un porcentaje de arcilla "Chacko".....	43
4.3	Rendimiento de carcasa de cuyes ( <i>Cavia porcellus</i> ) alimentados con alimento balanceado más un porcentaje de arcilla "Chacko".....	45
<b>CAPÍTULO V</b> .....		47
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
5.1	Conclusiones .....	47
5.2	Recomendaciones.....	47
	Referencia Bibliográfica .....	48
	Anexos.....	56



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Necesidades nutritivas de los cuyes.....	17
Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy.....	17
Tabla 3. Requerimientos de proteína del cuy.....	18
Tabla 4. Composición química de la arcilla “Chacko” (base de calc. 100 g) .....	28
Tabla 5. Contenido nutricional del alimento balanceado.....	31
Tabla 6. Ración de alimento balanceado según etapa.....	32
Tabla 7. Distribución de las observaciones por tratamientos.....	36
Tabla 8. Análisis químico del alimento balanceado más “Chacko” (0.25, 0.50 y 0.75%) y de únicamente el alimento balanceado.....	38
Tabla 9. Análisis físico químico de arcilla “Chacko”.....	39
Tabla 10. Pesos iniciales, pesos finales y ganancia de peso vivo final de cuyes con diferentes porcentajes de arcilla “Chacko” en su alimentación. ....	43
Tabla 11. Conversión alimenticia en cuyes a los 49 días de la experimentación.....	44
Tabla 12. Rendimiento de carcasa de cuyes alimentados con alimento balanceado con diferentes proporciones de arcilla “Chacko”.....	46
Tabla 13. Control de pesos. ....	56
Tabla 14. Control de la ganancia de peso vivo.....	57
Tabla 15. Ganancia total de peso vivo.....	58
Tabla 16. Ganancia de peso vivo promedio por semana.....	59
Tabla 17. Consumo e índice de conversión alimenticia en materia seca.....	59
Tabla 18. Consumo de alimento desde la cuarta hasta la décima semana de vida.....	60
Tabla 19. Peso y rendimiento de carcasa.....	61
Tabla 20. Análisis de varianza de ganancia de peso.....	62
Tabla 21. Análisis de varianza par peso vivo. ....	63
Tabla 22. Análisis de varianza para rendimiento de carcasa e ICA. ....	63

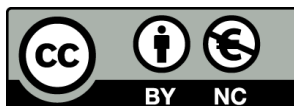


## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Lugar de investigación.....	45
Figura 2. Arcilla "Chacko" utilizado como aditivo en la dieta de cuyes.....	64
Figura 3. Alimento balanceado mezclado con arcilla "Chacko".....	64
Figura 4. Alimento balanceado con diferentes [ ] de arcilla "Chacko".....	65
Figura 5. Pesado de la ración diaria del alimento balanceado.....	65
Figura 6. Poza de cuyes con alimento balanceado más un 0.75% de arcilla "Chacko".....	66
Figura 7. Poza de cuyes con alimento balanceado más 0.25, 0.50 y 0.75% de arcilla "Chacko".....	66
Figura 8. Poza de cuyes con alimento balanceado más 0.75% de Chacko.....	67
Figura 9. Termo-hidrómetro digital.....	67
Imagen 10. Pesado de la carcasa de cuyes mediante una balanza digital.....	68
Resultados de laboratorio: análisis de características físico – químicas de muestras de alimento (alimento balanceado al 0.00, 0.25, 0.50 y 0.75% de arcilla "Chacko.....	69
Resultados de laboratorio: análisis de características físico – químicas de muestras de arcilla "Chacko".....	71

**EFFECTO DE LA ARCILLA "CHACKO" EN LA GANANCIA DE PESO VIVO, CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y RENDIMIENTO DE CARCASA DE CUYES (*Cavia porcellus*) RECRÍA II, TAMBURCO, ABANCAY, APURÍMAC**

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



## INTRODUCCIÓN

La carne de cuyes (*Cavia porcellus*) constituye un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo y bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimenticia de la población rural de escasos recursos (Chauca, 2007). El Perú mantiene la mayor población y consumo de esta especie entre los países alto-andinos con una población de aproximadamente 12 millones de cuyes (CENAGRO, 2012). La distribución de la población de cuyes (*Cavia porcellus*) en el Perú es amplia, se encuentra en casi la totalidad del territorio, pudiendo adaptarse más al clima frío que al caliente. La alimentación es uno de los factores de mayor importancia en la producción animal (Toribio, 2011). En la zona alto andina del Perú, la crianza de cuyes (*Cavia porcellus*) es del tipo mayormente familiar, en donde los insumos alimenticios empleados son por lo general, malezas, residuos de cosechas y de cocina (Zaldívar *et al.*, 1990), lo que no permite a los criadores lograr pesos vivos adecuados para el faenamiento (>900 g) en un tiempo prudencial (novena semana) (Munguia, citado por Chauca, 1997), afectando la rentabilidad y la sostenibilidad de la crianza. El problema de utilizar solo forrajes y residuos de cosecha es que la cantidad de nutrientes que estos alimentos aportan es variable (Lafore, citado por Chauca, 1997). En la región Apurímac se viene intentando mejorar las estrategias de manejo a través de proyectos productivos, que requieren información técnica y científica, lamentablemente su disponibilidad es escasa. Un ejemplo de esto son las pocas alternativas que tienen los formuladores de raciones respecto al uso de aditivos como la arcilla "Chacko", cuyas bondades en otras especies han sido demostradas en el aumento de la digestibilidad y su poder secuestrante de micotoxinas. Así también, debido a que aumenta la digestibilidad de los nutrientes y protege la mucosa gástrica e intestinal, mejoran la asimilación de proteína corporal e incremento del peso y mejoran la productividad, se le considera beneficioso en la alimentación animal porque podría influir en hacer que el pasaje del alimento sea más lento favoreciendo a la digestión y absorción de nutrientes de los alimentos, de esta forma la arcilla "Chacko" mejoraría el rendimiento productivo (Araníbar *et al.*, 2007). Asimismo, su fácil disponibilidad y bajo costo en las regiones andinas, hacen que este aditivo, sea probablemente útil en la prevención y tratamiento de enfermedades relacionadas con el aparato digestivo, como la salmonelosis y coccidiosis que elevan los índices de mortalidad (Chauca, 1997). Dadas las consideraciones descritas en párrafos anteriores, planteamos como objetivos mejorar la ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa, utilizando la arcilla "Chacko" como aditivo en el alimento balanceado de cuyes (*Cavia porcellus*), en la etapa de recría II, en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay, región Apurímac.

## RESUMEN

La alimentación es uno de los pilares en la producción animal y por esta razón, se viene buscando alternativas al manejo alimenticio tradicional de los cuyes en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay, región Apurímac. Por tal razón, se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar el efecto de la arcilla "Chacko" en la ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa. El Chacko fue evaluado como aditivo en una dieta a base de alimento balanceado (Corina® - Coricuy Engorde) para cuyes en recría II. Se utilizó una muestra por conveniencia de 36 cuyes tipo 1, de aproximadamente 28 días de edad, distribuidos equitativamente en 4 tratamientos: T0=Alimento balanceado; T1=Alimento balanceado + 0.25% de arcilla; T2=Alimento balanceado + 0.50% de arcilla; T3=Alimento balanceado + 0.75% de arcilla, todos con agua a libre disposición. La evaluación fue realizada durante 7 semanas, desde la cuarta hasta la décima semana de vida. Los datos fueron analizados con el programa estadístico SPSS versión 20, usando el análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor, no encontrando diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en la ganancia de peso vivo ( $T0=422.56 \pm 66$  g;  $T1=392.44 \pm 97$  g;  $T2=423.00 \pm 62$  g y  $T3=421.22 \pm 81$  g), índice de conversión alimenticia ( $T0=4.83 \pm 0.69$ ;  $T1=5.60 \pm 1.49$ ;  $T2=5.01 \pm 0.71$  y  $T3=5.20 \pm 0.99$ ), y rendimiento de carcasa ( $T0=68\%$ ;  $T1=71\%$ ;  $T2=69\%$  y  $T3=71\%$ ). Se concluyó que la arcilla "Chacko" como aditivo en 0.25, 0.50 y 0.75%, en el alimento balanceado no influye en la ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa de cuyes en recría II.

**Palabras clave:** Aditivo, arcilla "Chacko", esmectita, recría II, producción animal, producción de cuyes.

## ABSTRACT

Food is one of the pillars in animal production and for this reason, alternatives to the traditional food management of guinea pigs are being sought in the district of Tamburco, Abancay province, Apurimac region. For this reason, the present investigation was carried out with the objective of evaluating the effect of "Chacko" clay on live weight gain, food conversion and carcass performance. The Chacko was evaluated as an additive in a diet based on balanced feed (Corina® - Coricuy Engorde) for guinea pigs in rearing II. A sample was used for convenience of 36 type 1 guinea pigs, approximately 28 days old, distributed equally in 4 treatments: T0 = Balanced food; T1 = Balanced food + 0.25% clay; T2 = Balanced food + 0.50% clay; T3 = Balanced food + 0.75% clay, all with water freely available. The evaluation was carried out for 7 weeks, from the fourth to the tenth week of life. The data were analyzed with the statistical program SPSS version 20, using the single-factor analysis of variance (ANOVA), finding no significant differences ( $P > 0.05$ ) in live weight gain (T0=422.56± 66 g; T1=392.44± 97 g; T2=423.00± 62 g y T3=421.22± 81 g), food conversion index (T0=4.83±0.69; T1=5.60±1.49; T2=5.01± 0.71 y T3=5.20± 0.99), and carcass yield (T0=68%; T1=71%; T2=69% y T3=71%). It was concluded that "Chacko" clay as an additive in 0.25, 0.50 and 0.75%, in balanced feed does not influence live weight gain, feed conversion and carcass yield of guinea pigs in rearing II.

**Keywords:** Additive, "Chacko" clay, smectite, rearing II, animal production, guinea pig production.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción del problema

##### a) Descripción del problema

La crianza del cuy se encuentra en mayor medida en áreas rurales bajo un sistema familiar-comercial, fuertemente limitada por aspectos de manejo y sanidad (Bustamante, 1993). Estos aspectos son importantes ya que influyen en las ganancias económicas logradas por los cuyecultores. La cría y explotación de esta especie en la región Apurímac, actualmente está descuidada con respecto a la alimentación, manejo, higiene y el control de enfermedades. Meza (2014), señala que, al descuidar los factores de producción, que no se alcanzan buenos índices reproductivos (número de partos, tamaño de camada, tasa de natalidad, etc.) y productivos (ganancia de peso vivo y rendimiento de carcasa).

La crianza familiar está muy difundida en la zona andina de nuestro país, en donde los insumos alimenticios empleados son, por lo general, malezas, residuos de cosechas y de cocina (Zaldívar *et al.*, 1990), lo que no permite a los criadores lograr pesos vivos adecuados para el faenamamiento (> 900 g) en un tiempo prudencial (novena semana) Munguia (2006), afectando la rentabilidad y la sostenibilidad de la crianza. El problema de utilizar solo forrajes y residuos de cosecha es que la cantidad de nutrientes que estos alimentos aportan es variable (Lafore, 1999). Frente a esto, es conveniente buscar nuevas alternativas alimenticias que cumplan con los requerimientos nutricionales del cuy.

Se han venido incorporando aditivos considerados como nutracéuticos en relación a una serie de afecciones gastrointestinales propias al cuy como las salmonelosis y coccidiosis, que ocasionan se eleve la mortalidad y bajen los índices productivos (Chauca, 1997). Uno de estos aditivos naturales es la Esmectita, aún no probado en cuyes, por lo que nos hacemos la siguiente pregunta:

##### b) Formulación del problema

¿Es útil la arcilla de Esmectita como aditivo en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de recria – II, para mejorar algunos índices productivos, región Apurímac?

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión de arcilla de "Chacko" en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en la mejora la ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa de cuyes en la etapa de recría II.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) Determinar si la arcilla "Chacko" en la alimentación de cuyes mejora la ganancia de peso vivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de recría II.
- b) Determinar si la arcilla "Chacko" en la alimentación de cuyes mejora la conversión alimenticia de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de recría II.
- c) Determinar si la arcilla "Chacko" en la alimentación de cuyes mejora el rendimiento de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de recría II.

## 1.3 Justificación

Perú es el país que cuenta con la mayor población y consumo de cuyes, se registra una producción anual de 16 500 toneladas de cerne proveniente del beneficio de más 65 millones de cuyes, criados básicamente con sistemas de producción familiar. Las regiones de Lima, Junín, Cajamarca, Arequipa, Apurímac y Cusco, son las que muestran el mayor potencial productivo para la crianza de cuyes (Gil, 2007; Chauca, 1997).

El cuy (*Cavia porcellus*) está ampliamente difundido en la Sierra, su crianza es de tipo mayormente familiar, con el objeto de producir carne valorada por diferente tipo de consumidores (Clemente *et al.*, 2003). Las poblaciones urbano-rurales prefieren criar el cuy por su fácil manejo, alta precocidad y prolificidad. Además, se sabe que el estiércol de este animal se puede usar como fertilizante e insumo para producir biogás.

En la región Apurímac se viene intentando mejorar las estrategias de manejo a través de proyectos productivos, que requieren información técnica y científica, lamentablemente su disponibilidad es escasa. Un ejemplo de esto son las pocas alternativas que tienen los formuladores de raciones respecto a la adición de aditivos naturales como la arcilla de esmética, cuyas bondades en otras especies han sido demostradas en el aumento de la digestibilidad y su poder secuestrante de micotoxinas. Es más, su fácil disponibilidad y

bajo costo en las regiones andinas, hace que este aditivo, sea una alternativa accesible para prevenir y curar enfermedades relacionadas con el aparato digestivo. Por otro lado, sus propiedades tecnológicas fluidificantes, antiapelmazantes, lubricantes y aglomerantes, hacen que pueda ser adicionada fácilmente a la mezcla alimenticia (Wolter *et al.*, 1990). Por esto, creemos que la arcilla de Esmectita podría ser utilizada en la alimentación de cuyes, con el objeto de mejorar la ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y en el rendimiento de carcasa.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1 Antecedentes

Arellano (2015), evaluó la utilización del ensilaje de chilca con la adición de suero de leche, melaza y bentonita (esmectita) y su efecto en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento – engorde, durante 120 días de experimentación. Los resultados que obtuvo luego del proceso investigativo correspondiente al T3 (ensilaje de mezcla forrajera de chilca más sig-sig con aditivo de bentonita) fueron los siguiente: encontró una ganancia de peso vivo de 690 g con una ganancia de peso diario de 5.75 g aproximado, una conversión alimenticia de 5.69 y un rendimiento de carcasa de 68.47 %. Por lo tanto, la utilización del ensilaje más la adición de bentonita, suero de leche y melaza influyó en el comportamiento biológico de los cuyes puesto que existió diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), observándose las respuestas más altas al utilizar suero de leche seguida por bentonita, ya que se reportaron los mayores pesos finales y ganancias de peso. Por lo cual recomendó utilizar el suero de leche y bentonita como aditivos en el ensilaje (chilca + sig sig) para la alimentación de cuyes durante la etapa de crecimiento - engorde.

Carbajal (2015), realizó un estudio en el instituto regional de desarrollo de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Jauja – Junín), para evaluar un alimento balanceado elaborado con insumos de la zona (T1), comparándolo con el balanceado mixto (T2) y balanceado integral de la marca "La Molina" (T3) en cuyes en la etapa de acabado, con un contenido isoenergético de 3.58, 3.27 y 3.28 Mcal/Kg. e isoproteico de 19.74, 19.94 y 19.75 %, respectivamente. Empleó 45 cuyes machos tipo I, de  $30 \pm 3$  días de edad, con un peso promedio de 496 g. Las dietas se evaluaron durante cuatro semanas, las que fueron suministradas *ad libitum* al igual que el agua. Los resultados indicaron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para la ganancia de peso de 495 g (T1), 484 g (T2) y 340 g (T3), con una ganancia diaria de peso de 17.0 g, 17.5 g y 12.1 g. respectivamente; en la conversión alimenticia, teniendo como resultado 5.23 (T1), 5.44 (T2) y 5.06 (T3). Los rendimientos de carcasa fueron de 75.1% (T1), 74.1% (T2), y 72.4% (T3). Teniendo como conclusiones: Los animales criados con los sistemas de alimentación de balanceado mixto, tuvieron mayores ganancias de peso, consumo de materia seca y rendimiento de carcasa.

Guevara *et al.* (2013), utilizó harina de pajuro (*Erythrina edulis*) como suplemento en la alimentación de cuyes, con dietas isoproteicas e isoenergéticas de 18, 20 y 22 % PC y 3.15

Mcal/kg, respecto a sus tratamientos: T1=Concentrado sin harina de pajuro; T2=Concentrado + 1.0% de harina de pajuro y T3=Concentrado + 2.0% de harina de pajuro. Empleó 27 cuyes machos de Línea Perú, de  $21 \pm 2$  días de edad, duración de cuatro semanas (28 días). Con respecto a los resultados en la ganancia de peso fue: 456.67 g (T1), 398.33 g (T3) y 392.00 g (T2) g, y una ganancia diaria de 16 g (T1), 14 g (T2) y 14 g (T3), con diferencia significativa entre tratamientos. En conversión alimenticia existe diferencia significativa entre tratamientos, siendo superior el T3 y T1 con 1.7 ambos, seguido de T2 con 2.1. Respecto al rendimiento de carcasa, los mejores resultados fueron observados en cuyes de T3 con 75.87%, seguido de T2 con 72.44% y T1 con 70.39%, no presentaron diferencia estadística significativa. Concluyendo que los mejores resultados fueron alcanzados por T1, en el cual se utilizó alimento concentrado.

Canales (2013), evaluó el efecto de la alimentación con base a concentrado y alfalfa en diferentes niveles de proteína sobre los parámetros productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento. Se evaluaron 48 cuyes machos destetados de  $14 \pm 3$  días de edad, previamente identificados, distribuidos bajo 4 tratamientos: T1 (100% de alfalfa), T2 (70% alfalfa + 30% de concentrado, 16% de proteína), T3 (70% alfalfa + 30% de concentrado, 18% de proteína), y T4 (70% alfalfa + 30% de concentrado, 20% de proteína), cada uno conformado por 12 cuyes y fueron controlados durante 10 semanas (70 días). Los resultados en ganancias de peso entre las 2 y 12 semanas de edad fueron de 377.75 (T1), 618.50 (T2), 663.00 (T3) y 685.75 (T4) g equivalentes a incrementos diarios de 5.4, 8.8, 9.5 y 9.8 g, respectivamente, con diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ). La conversión alimenticia fue de 6.12 (T1), 5.53 (T2), 5.31 (T3) y 4.83 (T4), observando mejor conversión alimenticia para los cuyes alimentados con el T4 y T3. Concluyendo que el T4 presenta mejores indicadores productivos.

Salcedo (2017), elaboró un alimento balanceado tipo concentrado (peletizado) para cuyes, utilizando harinas de alfalfa y sangre como insumos proteicos, evaluándose el consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia, en 4 tratamientos; alimento balanceado con 36% de harina de alfalfa (T1), alimento balanceado mezcla de harinas de alfalfa 18% y harina de sangre 4% (T2), alimento balanceado con harina de sangre 8% (T3), y una muestra testigo (T4), utilizándose 32 animales, determinándose que si hubo diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). Para el tratamiento 3, se logró en promedio, en consumo, ganancia de peso vivo y conversión alimenticia de 49.2 g/día, 13.8 g/día y 4.0, respectivamente en comparación a los tratamientos 2, 4 y 1 con ganancias de peso de 12.2,

11.8 y 11.6 g/día y con una conversión alimenticia de 4.6, 5.0 y 5.2, respectivamente. Finalizando que el T3 reporta mejores indicadores respecto a los demás tratamientos.

Collado (2016), evaluó tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la raza Perú. Donde utilizó 42 cuyes machos destetados, distribuidos en tres tratamientos y tres repeticiones (en pozas). Los tratamientos fueron: T1 (alfalfa + alimento balanceado), T2 (alimento balanceado) y T3 (alfalfa). Se evaluó la ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia. Se encontraron diferencias significativas en la ganancia en peso: T1= 423.8 g, T2= 330.0 g y T3=248.0 g, con una ganancia de peso vivo diario de: 7.06, 5.50 y 4.14 g respectivamente. En conversión alimenticia se pudo obtener los siguientes resultados: T2=5.0, T=8.5 y T1=9.0, teniendo como mejor alternativa alimenticia al alimento balanceado en la investigación realizada.

Sihuacollo (2013), investigó la utilización de 3 raciones alimentarias con base a alimento balanceado elaborado en la zona y otro alimento comercial (testigo) durante 90 días, con el objetivo de determinar la ganancia de peso y factor de conversión alimenticia después de haber consumido el alimento balanceado, con un total de 32 cuyes de la raza Perú. Se obtuvo que la mejor ganancia de peso se reportó en los cuyes alimentados con la mezcla local (T1) con un valor de 711.00 g/animal; 7.9 g/día, frente a los cuyes alimentados con la mezcla comercial (T2 y T3 con 647.50 g/animal; 7.2 g/día y 596.25 g/animal; 6.6 g/día, respectivamente). La mejor conversión alimenticia fue a favor de los cuyes del T1, la ración local (5.98), frente a los cuyes que recibieron la ración comercial (T2 y T3 con 7.51 y 7.73 respectivamente). Cabe resaltar que los contenidos isoenergético de cada dieta en los tratamientos fueron de: 2128.72, 958.81 y 946.01 kcal/kg, correspondientes a T1, T2 y T3. Concluyendo que el uso de pellet con productos de la zona en las épocas de estiaje como alternativa en la alimentación de los animales menores obtienen mejores resultados en la productividad en las zonas rurales (T1).

Quintana *et al.* (2009), evaluaron el efecto de la suplementación con harina de cebada (C) y bloque mineral (BM) sobre la ganancia de peso, consumo, índice de conversión alimenticia y edad de saca de cuyes en crecimiento alimentados con alfalfa (F). Se utilizaron 250 cuyes machos destetados. Con la distribución de 5 tratamientos: T0 (F), T1 (F+BM), T2 (F+C+BM), T3 (F+C) y T4 (concentrado integral). Con resultados en la ganancia de peso (T0=419, T1=448, T2=536, T3=522 y T4=532 g), ganancia de peso diaria (T0=5.1, T1=5.9, T2=7.9, T3=7.7 y T4=8.0 g), índice de conversión (T0=5.7, T1=5.6, T2=5.1, T3=5.3 y T4= 3.0). Cabe mencionar que el contenido isoenergético e

isoproteico del concentrado integral fue de 2.9 mcal/kg y 18 %, respectivamente. Concluyendo que la suplementación con cebada en dietas forrajeras (T3) para cuyes en crecimiento mejora la respuesta en ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia.

Cayetano (2019), evaluó los principales parámetros técnicos de cuatro genotipos de cuyes mejorados sometidos a dos sistemas de alimentación (integral y mixto) en la etapa de crecimiento – engorde, en donde el contenido isoproteico e isoenergético de la dieta balanceada fue de 18% y 2.8 Mcal/kg, respectivamente. Se utilizó 96 cuyes machos recién destetados ( $14 \pm 3$  días) pertenecientes a los genotipos: Cieneguilla, Perú, Cuy Givita e Inkacuy; con un peso promedio general de 364.3 g después de la etapa pre-experimental. Las dietas peletizadas, así como el agua fueron ofrecidos *ad libitum*, durante ocho semanas (56 días), mientras que el forraje (chala) solo se suministró a los tratamientos mixtos, donde los factores fueron por una parte el genotipo y por otra el sistema de alimentación (mixto e integral). Los resultados indican que, a nivel de genotipos, Cieneguilla, Cuy G e Inkacuy, registraron mejores ganancias de peso ( $P < 0.05$ ); pero visto desde solo los sistemas de alimentación se tiene lo siguiente: ganancias de peso en el sistema de alimentación Mixto (SM)=765.78 e Integral (SI)=735.67 g/animal y con 13.68 y 13.14 g/día; con una conversión alimenticia de: 6.16 (SM) y 5.34(SI) y un rendimiento de carcasa de 73.45 (SM) y 72.32 (SI), concluyendo que el sistema de alimentación de modo mixto presenta mejores resultados para los parámetros productivos estudiados.

López (2016), evaluó tres sistemas de alimentación (S1=Forraje, S2=Forraje + alimento comercial y S3=Alimento comercial) sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea Inti (L1), Andina (L2) y Perú (L3), en donde se utilizó 135 cuyes machos destetados, distribuidos en nueve tratamientos y tres repeticiones (las pozas). Entre los tratamientos de interés tenemos a T3 (L1S3), T6 (L2S3) y T9 (L3S3). Se evaluó la ganancia de peso, peso a la canal, rendimiento a la canal, consumo de alimento e índice de conversión alimenticia a las 12 semanas del estudio (84 días). Se encontraron diferencias significativas en la ganancia diaria de peso en T3=9.63, T6=8.87; T9=9.90 g; con respecto al peso a la canal (T3=726.7, T6=672.7 y T9=760 g); rendimiento a la canal (T3=66.0, T6=64.9 y T9=67.6 g); y la conversión alimenticia (T3=3.4, T6=3.7 y T9=3.4 g). Concluyendo que el sistema de alimentación mixto en la línea Perú, tiene potencial para incrementar el rendimiento productivo.

Acosta (2008), evaluó el rendimiento productivo en cuyes de engorde alimentados con dietas cuya materia seca provenía de 100% forraje (kudzú con 2.86 Mcal/kg ED y 17.2%

PC) (T1), 70% de forraje + 30% dieta formulada (T2 con 3.09 Mcal/kg ED y 18.42% PC), 30% de forraje + 70% de dieta formulada (T3 con 3.39 Mcal/kg ED y 20.05% PC) y 100% de dieta balanceada (T4 con 3.61 Mcal/kg ED y 21.27% PC); durante 10 semanas de investigación, empleándose 80 cuyes destetados de 20 días de edad con un peso promedio de 292 g. Finalizado el ensayo de alimentación, se observó que los mejores sistemas de alimentación para cuyes en engorde son los descritos en las dietas T3 y el T4, con un reporte en ganancia de peso de 598 (T3) y 544 (T4) g/animal, con una ganancia de peso diario de 8.5, y 7.8 g, respectivamente. La conversión alimenticia más eficiente se logró con el empleo de la dieta T4 (3.85), seguido de T3 (4.20). El mayor rendimiento de carcasa se determinó del T4 (65.23%), y de T3 (64.32%). En tal sentido, en las crías de cuyes de engorde en la selva central se recomendó emplear sistemas de alimentación que consideren el uso de 70% de dieta formulada y 30% de forraje kudzú (T3) y el uso de 100% de dieta formulada (T4); con los cuales se obtienen los mejores incrementos de peso y conversiones alimenticias altamente eficientes.

Cosma *et al.* (2008), suministraron zeolita como aditivo en el alimento balanceado y de ese modo determinaron su incidencia sobre algunos parámetros zootécnicos en conejos durante la fase de engorde. En el estudio fueron seleccionados 112 conejos destetados. Los tratamientos consistieron en 2 dietas experimentales, un control a base de alimento balanceado comercial FINCA CONEJOS® y la otra con el mismo alimento balanceado y una adición del 3% de ZOAD® (clinoptilolita). No se encontraron diferencias significativas  $P>0.05$  para ganancia de peso, peso corporal y conversión alimenticia entre ambos tratamientos. De esta manera se concluye que la utilización de este aditivo en el alimento balanceado comercial no mejora los parámetros estudiados.

Velázquez (2017), determinó el efecto de la inclusión de cuatro arcillas Montchack 3A-T ("Chacko") en el alimento contaminado con aflatoxinas y su influencia sobre los parámetros productivos de pollas (Hy – Line Brown). Se utilizaron 180 pollitas distribuidas en seis tratamientos: control (C), control con aflatoxinas (CA), aflatoxinas + acora (AAc), aflatoxinas + Asillo (AAs), aflatoxinas + Azángaro (AAz) y aflatoxinas + Tiquillaca (AT). El alimento fue administrado *ad libitum* y cada dieta experimental a excepción del grupo control fue contaminada con aflatoxinas. Los resultados indican que las aflatoxinas tuvieron un efecto negativo importante sobre el peso vivo de las pollitas a los 42 días ( $P<0.001$ ). Considerando el periodo de 0 a 42 días, el consumo medio diario fue reducido significativamente por efecto de las aflatoxinas ( $P<0.008$ ) y solo los tratamientos AAz y AT tuvieron similar consumo que el grupo control (24.9, 25.0 vs 26.9 g/d;  $P>0.05$ ,

respectivamente). También la ganancia media diaria fue reducida por las aflatoxinas ( $P < 0.001$ ). En conclusión, existe efecto positivo de la adición de arcillas Montchack 3A-T sobre los parámetros productivos de las pollitas de la línea Hy Line Brown alimentadas con dietas contaminadas con aflatoxinas.

Aranibar (2006), estudió el efecto de la inclusión de la arcilla 3A-T ("Chacko") en alimentos contaminados naturalmente con micotoxinas, sobre los parámetros productivos de pollos de carne hasta 42 días de edad, donde 400 pollos machos (Cobb-500) fueron distribuidos al azar en cinco tratamientos, que involucraron diferentes niveles de arcilla en la ración (control, 0.00, 0.25, 0.50 y 0.75%). Los parámetros productivos (consumo de alimento, peso vivo y conversión alimenticia) fueron determinados a los 14, 26 y 42 días. A los 42 días de edad, el consumo medio diario de alimento no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) respectivamente, tampoco hubo diferencias significativas entre los tratamientos para el peso vivo ( $P > 0.05$ ), ni para la conversión alimenticia ( $P > 0.05$ ) respectivamente. Concluyendo que, tanto el contenido de micotoxinas en la ración como el nivel de inclusión de arcilla 3A-T no afectaron los parámetros productivos.

Mamani *et al.* (2016), estudiaron el efecto de la inclusión de la arcilla 3A-T ("Chacko") en alimentos contaminados naturalmente con micotoxinas sobre los parámetros productivos de pollos de carne hasta 42 días de edad. Con 400 pollos machos (Cobb-500) los cuales fueron distribuidos al azar en cinco tratamientos, que involucraron diferentes niveles de arcilla en la ración (control, 0.00; 0.25; 0.50 y 0.75%). Todos los animales consumieron una dieta común de 0 a 14 días sin micotoxinas, mientras que en el período de 14 a 26 días de edad los animales consumieron las dietas experimentales (control y contaminadas con micotoxinas: 10 ppb de aflatoxina B1 y 40 ppb de ocratoxina A). No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para el peso vivo, ni para la conversión alimenticia. Finalmente, se concluyó que tanto el contenido de micotoxinas en la ración como el nivel de inclusión de arcilla 3A-T no afectaron los parámetros productivos.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 El cuy (*Cavia porcellus*)

El cuy es un roedor originario de los andes de Sudamérica el cual contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos de la región. En los países andinos existe una población estable de más o menos 35 millones de cuyes (Chauca, 1997). Se

caracteriza por tener una carne muy sabrosa y nutritiva, ser una fuente excelente de proteína y poseer menos grasa en comparación con otras especies animales destinados para el consumo humano (Heredia y Vargas, 2011).

La crianza de cuyes se practica en todo el territorio peruano, mayormente bajo un sistema de crianza familiar, desarrollándose a base del uso de forraje, hierbas y residuos de cocina y cosecha. Debido al alto porcentaje de proteínas (20.3%), en comparación con las demás especies, es considerado como un animal estratégico en la alimentación de la población peruana (McDonald, 1995).

### **2.2.1.1 Situación actual de la crianza**

En los países andinos existe una población estable de más o menos 35 millones de cuyes. La distribución de la población de cuyes en el Perú y el Ecuador es amplia; se encuentra en la casi totalidad del territorio, mientras que en Colombia y Bolivia su distribución es regional y con poblaciones menores. En el Perú, país con la mayor población y consumo de cuyes, se registra una producción anual de 16 500 toneladas de carne proveniente del beneficio de más de 65 millones de cuyes, producidos por una población más o menos estable de 22 millones de animales criados básicamente con sistemas de producción familiar. Teniendo a las regiones de Lima, Junín, Cajamarca, Arequipa, Apurímac y Cuzco, donde se registra mayor potencial productivo de cuyes. La crianza tradicional de cuyes es una actividad marginal manejada por mujeres rurales entre los 20 y 30 años. Las mujeres crían cuyes y pastorean (56%) además de ayudar en labores agrícolas (44%), en la siembra y cosecha (Gil, 2007; Chauca, 1997).

### **2.2.2 Etología del cuy (agresividad)**

La etología es una disciplina relativamente nueva dentro de la ciencia animal, aunque algunos de sus principios han sido usados en la producción animal durante años. La etología estudia la conducta de un individuo en su medio natural. En un sentido amplio, la etología es el estudio científico del comportamiento de los animales en su ambiente común o habitual. Las condiciones ambientales más habituales en los animales domésticos, están referidas obviamente a la domesticación, entendida más como un proceso que un ambiente. No obstante, lo que llamamos “ambiente natural” en los animales domesticados no es estrictamente natural: es resultado en parte de la conjunción de selección, adaptación y cría (Dávila et al. 2018).

### **2.2.3 Comportamiento agresivo del cuy**

Los cuyes delimitan su territorio mediante feromonas en su orina, las cuales se impregnan en el suelo; en el sistema tecnificado se realizó limpieza de jaulas todos los días, lo cual confunde a los animales en su territorio y da origen a peleas y agresiones esto en una producción tecnificada o semi-tecnificada (Dávila et al. 2018). En cambio, Chauca (1997), menciona que el manejo de machos en un plantel es muy dificultoso, pues a partir de la décima semana inician las agresiones entre individuos en una crianza familiar y/o comercial, también hay agresiones de los cuyes durante la monta, estas agresiones representan un gran papel en la rendición productiva; ya que afecta directamente con los parámetros de producción.

El cuy como productor de carne ha sido seleccionado por su precocidad y prolificidad e indirectamente se consiguió mansedumbre. Sin embargo, se tiene dificultad en el manejo de los cuyes machos en recría debido a que alrededor de la novena y décima semana de vida comienza la pubertad con incrementos en los niveles de testosterona desencadenándose peleas que lesionan la piel, bajan los índices de conversión alimenticia y la tasa de crecimiento muestra una inflexión, en cambio las hembras muestran mayor docilidad por lo que se las puede manejar en grupos de mayor tamaño También se hace mención que los cuyes machos en recría buscan jerarquizarse e inician peleas hasta ordenarse socialmente (Veloz, 2005).

#### **2.2.3.1 Fisiología digestiva**

El cuy es un mamífero herbívoro que se alimenta principalmente de forraje verde, y según su anatomía gastrointestinal está clasificado como un fermentador post gástrico cecal (Van Soest). El proceso de digestión de los cobayos se inicia en la boca, en donde posee piezas dentarias diseñadas para cortar y triturar la materia vegetal, esta masticación reduce el tamaño de la partícula de la digesta a la magnitud que al mezclarse con la saliva facilita la acción de las enzimas digestivas sobre el contenido celular del bolo, el cual luego pasa al estómago (Sakaguchi citado por Garcia, 2012).

El cuy posee un estómago glandular simple seguido de un intestino delgado que alcanza 125 cm cuando es adulto. En el estómago el alimento es parcialmente procesado por la acción del ácido clorhídrico y las enzimas lipasa, amilasa y pepsina gástricas, luego este pasa al duodeno donde la digestión es continua por las enzimas biliares, pancreáticas y entéricas, para ser absorbida a lo largo del intestino delgado; todo este proceso toma



aproximadamente dos horas; continuando el intestino delgado se localiza el ciego, órgano importante que junto con el colon proximal puede contener hasta el 65% de la digesta y alberga microorganismos fermentadores (Chauca, 1997).

A pesar de los procesos ocurridos en el estómago y el intestino delgado, la pared celular contenida en la materia vegetal transita casi intacta por el ciego, luego que contiene una flora muy compleja, cuyas enzimas tiene acción degradativa sobre la pared celular; esta acción se conoce como digestión fermentativa y se lleva a cabo en aproximadamente 48 horas, producto de este proceso se obtiene ácidos grasos de cadena corta, vitaminas del complejo B y proteína microbiana, pero solo se absorben a este nivel los ácidos grasos volátiles vitaminas y agua (Rivas, 1995).

Para que la población microbio cecal se mantenga y sea eficiente la digestión fermentativa, el cobayo desarrolla el mecanismo de separación colónica, el cual consiste en movimientos antiperistálticos en los surcos del colon proximal que retornan los microorganismos hacia el ciego (Sakaguchi citado por Garcia, 2012).

Las bacterias que ya cumplieron su ciclo de vida en el ciego forman bolos fecales blandos, con alto contenido de proteína, los que atraviesan rápidamente el intestino grueso y son ingeridos directamente del ano por el mismo cobayo. Este evento es conocido como cecotrofia, donde el pellet rico en nitrógeno pasa por una segunda digestión en el estómago e intestino delgado, con liberación y absorción de un importante grupo de aminoácidos (Hirakawa citado por Quintana, 2009). El material no digerido pasa por el intestino grueso sin entrar al ciego, para formar el material fecal a excretarse. Es necesario conocer que la óptima digestión fermentativa depende del bienestar y equilibrio de la flora cecal, pues cualquier factor que la altere podría tener efectos desfavorables sobre el crecimiento, como por ejemplo, el número de bacterias presente en el colon y la existencia de bacterias dominantes y subdominantes, ya que estas interacciones ocurren comúnmente, así como también, la competencia por nutrientes o la producción de la moléculas antibióticas (Bourliux *et al.*, 2002 citado por Ordoñez, 2005).

Chauca (1997) menciona que la ingestión de los cecótrofos permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, así como reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado. Bourliux *et al.* (2002), recomiendan conocer que la óptima digestión fermentativa depende del bienestar y equilibrio de la flora cecal, pues cualquier factor que la altere podría tener efectos

desfavorables sobre el crecimiento, como, por ejemplo, el número de bacterias presentes en el colon y la existencia de bacterias dominantes y subdominantes, ya que estas interacciones ocurren comúnmente, así como también, la competencia por nutrientes o la producción de moléculas antibióticas.

Los cuyes son monogástricos por naturaleza, aunque su comportamiento por la estructura del intestino grueso y el ciego, puede compararse con el cuarto estómago de los rumiantes y por esa característica anatómica del cuy tiene un comportamiento similar de los poligástricos y es en ésta fracción donde los alimentos sufren una fermentación a base de las bacterias celulósicas que desdoblan a la celulosa haciendo asimilable, se ha comprobado que el cuy aprovecha del 9 - 18% de la fibra; además el cuy consume sus heces, es decir efectúan cecotrofia y con ello realiza una pseudo - rumiación, vale decir que las heces del cuy al final de la primera digestión, contienen residuos alimenticios, microorganismos y azufre que consumidos nuevamente son incorporados al sistema digestivo y aprovechado por el cuy, satisfaciendo sus necesidades de azufre (Correa, 1994).

### **2.2.3.2 Requerimientos nutricionales del cuy**

Según Chauca (1997), la nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permite poder elaborar raciones balanceadas que satisfagan las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Los requerimientos nutritivos de cuyes productores de carne en sus diferentes estadios fisiológicos, aún no se estudiaron en forma detallada. Sin embargo, se sabe que los cuyes requieren, agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas, que dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente. Conocer los requerimientos nutricionales, ayudan a intensificar la precocidad, prolificidad y habilidad reproductiva. Los cuyes como productores de carne precisan del suministro de una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra si se suministra únicamente forraje, siendo necesario un suplemento. Apuntamos en esta parte que también es imprescindible conocer la especie del forraje, su estado de maduración, época de corte, entre otros.

**Tabla 1. Necesidades nutritivas de los cuyes**

	Valores promedio	Crecimiento	Engorde
Proteína	18%	17%	14%
ED	3000 kcal/kg	2800 kcal/kg	3000 kcal/kg
Calcio	0.8%	0.8	1.0
Fósforo	0.4%	0.4	0.7
Potasio	1.4%	0.5	1.4
Magnesio	0.36%	0.1	0.3
	2.0 mg/kg PV		
Vitamina A	1.5 mg/kg PV (mantenimiento)	1000 UI/kg	1000 UI/kg
Vitamina E	3.0 mg/animal/día (gestación)	50.0 UI/kg	50.0 UI/kg
Vitamina C	7-10 mg/animal/día	200.0 mg/kg	200.0 mg/kg

Gil citado por Chauca (1997).

#### 2.2.3.2.1 Energía digestible

Las necesidades alimentarias dependen de la edad por la que atraviesen los cuyes (Tabla 2). Aproximadamente, la composición del alimento en cuyes es representada por el 90% de forraje y 10% de concentrado.

**Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy**

Edad	Forraje	Concentrado
Lactante	100 g -200 g	10 g
Recría	200 g – 300 g	20 g (10% PB)
	80 a 100 g a la 4ta. Sem.	30 g
Crecimiento	120 a 160 g a la 8va. Sem.	
Adulto	300 g – 400 g	30 g

NRC (1995) \* Requerimientos mínimos, no incluye márgenes de seguridad.

#### 2.2.3.2.2 Proteínas

Las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada uno de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de la calidad que de la cantidad que se ingiere. Existen aminoácidos esenciales que se deben suministrar a

los monogástricos a través de diferentes insumos ya que no pueden ser sintetizados. El suministro inadecuado de proteína, tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia en la utilización del alimento (NRC, 1995). Porcentajes menores de 10%, producen pérdidas de peso, siendo menor a medida que se incrementa el nivel de vitamina C (Augustín *et al.*, 1984). Se recomienda los requerimientos de proteína total mostrados en la Tabla 3.

**Tabla 3. Requerimientos de proteína del cuy**

Reproducción	14 a 16%
Crecimiento	16 a 18%
Engorde	16%

NRC (1995).

### 2.2.3.2.3 Fibra

La digestión fermentativa post-gástrica de los cobayos, implica que estos reciban un aporte de fibra en su ración, proporcionada por los forrajes, se sugiere un rango de 9 a 18% de fibra cruda para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto digestivo (Chauca, 1997). Gómez *et al.* citados por Quispe (2015), mencionan que el procesamiento de la fibra se da por la digestión microbiana a nivel del ciego y colon obtenido entre sus productos ácidos grasos de cadena corta que contribuyen a satisfacer los requerimientos de energía de estas especies. Sin embargo, cuando el forraje posee alto grado de lignificación y consecuentemente baja la digestibilidad, los cobayos realizan una respuesta compensatoria incrementando su consumo.

### 2.2.3.2.4 Niveles de vitamina C

En los cuyes, el ácido ascórbico es un nutriente indispensable, por no ser sintetizado en su organismo, necesitando de su ingestión diaria, siendo cubierto por el forraje verde. El cuy mejorado, por su potencial de rápido crecimiento y eficiencia de conversión de alimento, necesita de un alimento balanceado y forraje verde como aportadores de nutrientes, utilizando la alternativa de incorporar la vitamina C protegida en el alimento balanceado, logrando de esta forma la única fuente de nutrientes. El requerimiento de ácido ascórbico se cubre con una ingestión diaria de 5 mg, o la adición de 20 mg/100 g de alimento (NRC, 1995).

#### **2.2.3.2.5 Energía**

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. El consumo de exceso de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo (Chauca, 1997).

El NRC (1995) sugiere un nivel de ED de 3 000 kcal/ kg de dieta. Al evaluar raciones con diferente densidad energética, se encontró mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética. Para las evaluaciones con hembras en reproducción, cada animal recibe 200 g de pasto elefante y para el caso de crecimiento recibieron 150 g/animal/día.

Los cuyes responden eficientemente al suministro de alta energía, se logran mayores ganancias de peso con raciones con 70.8% que con 62.6% de NDT (Carrasco, 1969). Si se enriquece la ración dándole mayor nivel energético se mejoran las ganancias de peso y mayor eficiencia de utilización de alimentos. A mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejora (Zaldívar y Vargas, 1969).

#### **2.2.3.2.6 Grasa**

El cuy tiene un requerimiento bien definido de grasa o ácidos grasos no saturados. Su carencia produce un retardo en el crecimiento, además de dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento del pelo, así como caída del mismo. Esta sintomatología es susceptible de corregirse agregando grasa que contenga ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/kg de ración. El aceite de maíz a un nivel de 3% permite un buen crecimiento sin dermatitis. En casos de deficiencias prolongadas se observaron poco desarrollo de los testículos, bazo, vesícula biliar, así como, agrandamiento de riñones, hígado, suprarrenales y corazón. En casos extremos puede sobrevenir la muerte del animal. Esta deficiencia puede prevenirse con la inclusión de grasa o ácidos grasos no saturados. Se afirma que un nivel de 3% es suficiente para lograr un buen crecimiento, así como para prevenir la dermatitis (Wagner y Manning, 1976).

#### **2.2.3.2.7 Agua**

El agua está indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. El animal la obtiene de acuerdo a su necesidad de tres fuentes: una es el agua de bebida que se le proporciona a discreción al animal, otra es el agua contenida como humedad en los alimentos, y la tercera es el agua metabólica que se produce del

metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno. La necesidad de agua de bebida en los cuyes está supeditada al tipo de alimentación que reciben. Si se suministra un forraje succulento en cantidades altas (más de 200 g) la necesidad de agua se cubre con la humedad del forraje, razón por la cual no es necesario suministrar agua de bebida. Si se suministra forraje restringido 30 g/animal/día, requiere 85 ml de agua, siendo su requerimiento diario de 105 ml/kg de peso vivo (Zaldívar y Chauca, 1997).

## **2.2.4 Manejo zootécnico del cuy**

### **2.2.4.1 Sistemas de alimentación**

La FAO (1997), indica que los estudios de nutrición nos permiten determinar los requerimientos óptimos que necesitan los animales para lograr un máximo de productividad, pero para llevar con éxito una crianza es imprescindible manejar bien los sistemas de alimentación, ya que ésta no solo es nutrición aplicada, sino un arte complejo en el cual juegan importante papel los principios nutricionales y los económicos. En cuyes los sistemas de alimentación se adaptan de acuerdo a la disponibilidad de alimento. La combinación de alimentos dada por la restricción, sea del concentrado como del forraje, hacen del cuy una especie versátil en su alimentación, pues puede comportarse como herbívoro o forzar su alimentación en función de un mayor uso de balanceados. Los sistemas de alimentación que es posible utilizar en la alimentación de cuyes son:

- Alimentación con forraje.
- Alimentación con forraje + concentrado (mixta).
- Alimentación con concentrado + agua + vitamina C.

Cualquiera de los sistemas puede aplicarse en forma individual o alternada de acuerdo a la disponibilidad de alimento existente en cualquiera de los sistemas de producción de cuyes, sea familiar, familiar-comercial o comercial. Su uso está determinado no sólo por la disponibilidad sino por los costos que éstos tienen a través del año.

### **2.2.5 Alimentación con forraje**

El cuy es herbívoro por excelencia; su alimentación se basa en el consumo de forraje verde y ante el suministro de diferentes tipos de alimentos muestra siempre su preferencia por el forraje. Una de las estrategias para cubrir los requerimientos nutritivos de los cuyes es

mediante la mezcla entre leguminosas y gramíneas que permite equilibrar la dieta en un porcentaje de proteína y nivel de energía adecuados enriqueciendo de esta manera la ración alimenticia (Zaldivar, 1990).

La FAO (1997), indica que las leguminosas, por su calidad nutritiva, se comportan como un excelente alimento, aunque en muchos casos la capacidad de ingesta que tiene el cuy no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos. Las gramíneas tienen menor valor nutritivo por lo que es conveniente combinar especies gramíneas y leguminosas, enriqueciendo de esta manera las primeras. Los cambios en la alimentación no deben ser bruscos; siempre debe irse adaptando a los cuyes al cambio de forraje. Esta especie es muy susceptible a presentar trastornos digestivos, sobre todo las crías de menor edad.

### **2.2.6 Alimentación mixta**

La disponibilidad de alimento verde no es constante a lo largo del año; hay meses de mayor producción y épocas de escasez por falta de agua de lluvia o de riego. En estos casos la alimentación de los cuyes se torna crítica, habiéndose tenido que estudiar diferentes alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos o subproductos industriales (afrecho de trigo o residuo seco de cervecería) como suplemento al forraje (FAO, 1997). Diferentes trabajos han demostrado la superioridad del comportamiento de los cuyes cuando reciben un suplemento alimenticio conformado por una ración balanceada, con el suministro de una ración el tipo de forraje aportado pierde importancia (Chauca, 1997).

Saravia citado por Velis (2017), menciona que un animal bien alimentado exterioriza mejor su bagaje genético y mejora notablemente su ganancia de peso y conversión alimenticia que puede llegar a valores intermedios entre 3.09 y 6.

#### **2.2.6.1 Alimentación a base de concentrado**

El utilizar un concentrado como único alimento, requiere preparar una buena ración para satisfacer los requerimientos nutritivos de los cuyes. Bajo estas condiciones los consumos por animal/día se incrementan, pudiendo estar entre 40 a 60 g/animal/día, esto dependiendo de la calidad de la ración (Chauca, 1997). El alimento balanceado debe, en lo posible, peletizarse, ya que existe mayor desperdicio en las raciones en polvo. El consumo de MS en cuyes alimentados con una ración peletizada es de 1.4 kg. Mientras que cuando se suministra en polvo se incrementa a 1.6 kg. Este mayor gasto repercute en la menor eficiencia de su conversión alimenticia (FAO, 1997).

## 2.2.7 Arcillas

Las arcillas son elementos estructurales del suelo que se utilizan desde muchos años como minerales industriales (Castaing, 2004).

### 2.2.7.1 Arcilla "Chacko"

La arcilla "Chacko" (Ch'aqo, ch'aqu, chaco, ch'ako, ch'aquo, chhacco, ch'akko, chachakko, upi) es una variedad de las arcillas de tipo bentonita al igual que la montmorillonita, pertenece a la familia de las arcillas (Ortiz, 2006). Mientras que García *et al.* (2006), la ha clasificado como esméctica del tipo beidellita.

Marcatoma *et al.* (2006), mencionan que esta arcilla deriva del vocablo quechua Ch'aqo, empleado comúnmente por las comunidades de Puno y Cuzco como un complemento alimenticio, así como en la etnomedicina para el tratamiento de problemas gastrointestinales. Según resultados obtenidos esta arcilla está constituido por una mezcla de fases tales como el SiO<sub>2</sub> y filosilicatos tales como la Muscovita e Illita, Kaolinita y Montmorillonita perteneciente a la familia de las micas, kaolín y de las esmectita, respectivamente.

El "Chacko" es la arcilla de menor área superficial y de color más oscuro y se ha comercializado tal como se le obtiene de la naturaleza o moldeado representando variados animales u objetos o como panes elípticos de 6 x 2 cm. Actualmente se puede adquirir en los mercados populares de todo el altiplano peruano - boliviano (Browman, 2004).

#### 2.2.7.1.1 Arcilla "Chacko" en la alimentación animal

Las arcillas se utilizan en la alimentación animal por su capacidad de absorber ciertas micotoxinas. Además debido a que aumentan la digestibilidad de los nutrientes y protegen la mucosa gástrica e intestinal, mejoran la asimilación de proteína corporal e incremento del peso y mejoran la productividad de huevos y las emisiones de amoníaco y malos olores al medio ambiente, mejoran el impacto ambiental, manteniendo la calidad del ambiente, la amplia superficie activa con enlaces no saturados, interaccionan con diversas sustancias, en especial compuestos polares como el agua y las toxinas, ayuda a producir heces más secas y disminuyen los efectos nocivos de las toxinas (Phillips, 2008).

La característica más importante de las arcillas "Chacko" es que se mantiene activa a los distintos niveles de pH gástrico, intestinal y frente a distintas enzimas gástricas e



intestinales. Por lo tanto, tiene ciertos efectos de hacer que las deposiciones sean más sólidas, el pasaje del alimento sea más lento y ello favorezca la digestión y absorción de nutrientes de los alimentos, lo que permite afirmar que la arcilla "Chacko" mejora el rendimiento productivo y disminuye las lesiones hepatobiliares y renales del pollo de carne debido a su capacidad secuestrante (Araníbar *et al.*, 2007).

Las arcillas "Chacko" están formados por aluminosilicatos que son material inerte, capaces de fijar en su superficie a las micotoxinas y salir del organismo junto con las heces, evitando que la micotoxina sea absorbida por el animal (Lara, 2002).

Una aplicación de las bentonitas que está cobrando importancia en los últimos tiempos es su utilización como ligante en la fabricación de alimentos granulados para animales. Se emplea en la alimentación de pollos, cerdos, pavos, cabras, corderos y ganado vacuno, fundamentalmente. Actúa como ligante y sirve de soporte de vitaminas, sales minerales antibióticos y de otros aditivos. Las bentonitas actúan como atrapador de toxinas. Por otro lado, adsorben toxinas, no pudiendo éstas, atravesar las paredes intestinales (Phillips, 2008).

La delaminación o desorden en la dirección de apilamiento de las láminas es el responsable de la capacidad de adsorción de distintas moléculas orgánicas (poder secuestrante) por su elevada superficie externa como centros activos y el gran número de centros ácido tipo Bronsted que atrapa a las micotoxinas y proporcionan mayor resistencia a la agresión tóxica, pero su acción no es solamente preventiva, sino también curativa en las intoxicaciones o infecciones diversas (Suárez, 2002).

### **2.2.7.2 Arcillas comestibles para consumo humano**

Comúnmente denominadas con el vocablo quechua "Ch'aqo" (Cha'aqo, ch'aqu, chaco, ch'ako, ch'aquo, chhacco, ch'akko, chachakko, upi) es una variedad de las arcillas de tipo bentonita (Aparicio, 2002). Mientras que García *et al.* (2006) la han clasificado como esméctica del tipo beidellita. De las investigaciones realizadas por Araníbar *et al.* (2007), utilizando arcillas de los distritos de Asillo, Azángaro de la zona norte de la región, Acora y Tiquillaca de la zona sur, las denominó a las cuatro como "Arcilla 3A-T", denominándolas así por el lugar de procedencia; el mismo autor menciona que tienen muchas propiedades favorables para el hombre y los animales, adsorbe toxinas que existen en algunos alimentos, reduce la acidez gástrica, protege la mucosa gastrointestinal, mejora el aprovechamiento del alimento y disminuye los efectos nocivos de la diarrea.

Estas arcillas denominadas: 3A-T (Azángaro, Asillo, Azángaro y Tiquillaca) han sido clasificadas como montmorillonita (Cruz, 1998), y que presenta intercambio iónico, con lo cual es posible ablandar el agua parcialmente (Aparicio, 2002). Durante mucho tiempo son consumidas por los pobladores con la finalidad de disminuir el sabor amargo de las papas nativas y como medicina para el tratamiento de úlceras gástricas y diarreas (Frisancho, 1988; Valdizan y Maldonado, 1992). También produjo efecto citoprotector en ratas con lesiones en la mucosa gástrica (Pascual y Villanueva, 1993).

Alma – Helal (1999), confirma que es conveniente su consumo en forma de leche de arcilla por su fuerte poder cubriente, su acción antibacteriana, antiinflamatoria y cicatrizante, se prefiere como protectora de la mucosa gástrica e intestinal pues acelera la cicatrización, disuelve las fermentaciones y absorbe las toxinas, haciéndola muy beneficiosa ante la hinchazón del vientre y la intoxicación alimentaria y, por su efecto de arrastre ayuda a combatir el estreñimiento, y regula el pH. Agronoticias (2007), considera que una de las mejores formas de consumir el Ch'aqo es semipurificada, disolviéndolo previamente en un vaso con agua, se deja reposar durante unas horas y finalmente se forma el sobrenadante (partículas de arcilla en suspensión que no precipitan). Según los usuarios, es efectiva contra la acidez gástrica post-alcohólica, probablemente debido al efecto regulador del pH que tiene la arcilla.

Barrio (2009), afirma que muchas medicinas modernas deben su existencia al consumo de la arcilla medicinal (geofagia), tal como el caolín que ha sido usado por la industria farmacéutica para producir el kaopectate, el cual alivia la diarrea y el dolor abdominal. La variedad de arcilla hidralgirita (silicato de aluminio hidratado) es consumida por pobladores del distrito de Asillo en la región de Puno, quienes aderezan las papas con una salsa de "Chacko" y sal especialmente en las épocas de cosecha de este tubérculo. Se usan para aliviar las úlceras, acidez, contra los parásitos, y como emplasto externo, realiza una gradual higiene intestinal, desintoxica y a la vez mineraliza.

Según Abehsera (1999), la arcilla impide la proliferación bacteriana y microbiana, reforzando las defensas del organismo hasta producir una revitalización general que a veces puede estar acompañada de excitación nerviosa, los remedios naturales conducen siempre a la exteriorización de los síntomas, además la arcilla reduce la toxicidad de las sustancias dañinas y neutraliza los venenos. Para uso interno, es un excelente depurativo, útil para todo tipo de afecciones gastrointestinales, diverticulitis y colitis, y es fuente de minerales, absorbe las toxinas del estómago y los intestinos segregados por los

microorganismos, haciéndolos inofensivos y eliminándolos, desintoxica la sangre, aplicada por vía nasal, es eficaz contra la sinusitis (Carrillo, 2006).

Domínguez (2011), menciona que la arcilla terapéutica para uso interno, fortifica y vitaliza todo el organismo, las pequeñas partículas radioactivas de la arcilla estimulan las mucosas que tapizan todo este recorrido, activando también las funciones digestivas; renueva todas las células debilitadas, aporta al organismo, en forma asimilable, todas las sales minerales que necesita (calcio, hierro, magnesio, sílice, potasio, etc.) que, en la alimentación habitual faltan muy a menudo. Absorbe toxinas, venenos, bacterias, gases putrefactos, fermentaciones, acideces que encuentra en el organismo, purificándolo integralmente.

### **2.2.7.3 Arcillas en la producción animal**

En 1992 se empezó a fabricar con bentonitas un innovador producto comestible denominado “Repotentiada Bentonita (RB)” según estudios de “Poultry Research Institute” el aporte de pequeñas cantidades de bentonitas (1%) a la alimentación de aves de corral reporta importantes beneficios: se incrementa la producción de huevos en un 15%, su tamaño en un 10% y la cáscara se hace más dura (García, 1991).

García y Suarez (1991), hace mención sobre las propiedades beneficiosas de la bentonita, es que tiene doble acción: promotor del crecimiento y atrapador de toxinas, esto se debe a su gran capacidad de adsorción, permanece más tiempo en la zona intestinal, la arcilla adsorbe el exceso de agua, y hace que los nutrientes permanezcan más tiempo en el estómago, siendo mayor su rendimiento (mayor producción); además, hace que los excrementos sean menos húmedos, así los lechos permanecen más limpios y reduciendo la probabilidad de epidemias y la proliferación de moscas y parásitos. Las aves que comen este tipo de alimentos excretan un 26 % más de toxinas y adsorben un 42% más de proteínas.

Los aluminosilicatos son material inerte, capaces de fijar en su superficie a las micotoxinas y salir del organismo junto con las heces, evitando que la micotoxina sea absorbida por el animal y el efecto tóxico de la micotoxina (Lara, 2002). Aranibar *et al.* (2012), consideran que el uso de las arcillas en la alimentación animal, pueden aumentar la digestibilidad de los pastos duros, previenen las diarreas, reducen la acidosis ruminal en vacunos, reducen la proporción de huevos sucios en gallinas ponedoras, mejoran los gránulos en el proceso de la peletización en alimentación para peces, tiene cierta capacidad para atrapar o neutralizar sustancias que al ser digeridas podrían causar malestares digestivos. A cualquier animal de

granja, se le puede sumergir en un baño de barro, excavando primero un agujero, luego se llenará el agua con arcilla. Se observó que las vacas que padecían con fiebre aftosa se curaron con aplicación en algunas partes de sus patas y emplastes en la boca (Suárez, 2002).

#### 2.2.7.4 Características físico-químicas de la arcilla "Chacko".

Se trata de una arcilla muy homogénea y compacta formada por pequeñas placas de esmectita que constituyen agregados laminares con tamaños medios inferiores a 1  $\mu\text{m}$  dispuestas según una textura tipo maíz expansionado (Bradonovic, 2007). Entre los agregados laminares, se observan ocasionalmente placas de mayor tamaño, que se corresponden con partículas de illita recubiertas de láminas de esmectita, Asimismo, aparecen abundantes restos de caparazones fósiles de diatomeas dispuestos entre las esmectitas. Estos caparazones se encuentran parcialmente disueltos, de forma que aparecen formando moldes en las esmectitas, y creciendo sobre los restos silíceos en otros casos (García *et al.*, 2006).

García *et al.* (2006), caracterizaron la arcilla *Ch'aqo* como una esmectita (dioctaédrica de carga tetraédrica) de gran pureza, muy homogénea y compacta formada por pequeñas placas de esmectita que constituye agregados laminares con tamaños medios inferiores a 1 micra, entre los agregados laminares, se observan placas de mayor tamaño, que se corresponden con partículas de illita recubiertas de láminas de esmectita, también aparecen restos de caparazones fósiles de *Diatomeas*, dispuestas entre las esmectitas.

Marcatoma *et al.* (2007), consideran que la arcilla *Ch'aqo* varía en su composición, identificándose minerales correspondientes al grupo de las *esmectitas* (montmorillonita, nontronita, volkonskoita y vermiculita) y minerales correspondientes al grupo de los *tectosilicatos* (cuarzo, cristobalita, albita y ortoclasa). Se identificó la presencia de microfósiles de diatomeas pertenecientes a la orden Pennales (*Navícula*, *Nitzchia*) y presentes en todas las muestras. Concluyéndose que las arcillas del altiplano contienen esmectita y presentan una gran variabilidad en sus componentes mineralógicos.

En el año 1991, en el Dpto. de Cristalografía y Mineralogía de la Facultad de C.C. Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid en España, determinaron que la arcilla Montchack 3A-T desde el punto de vista mineralógico está compuesta por esmectita de gran pureza, con pequeñas impurezas de cuarzo. En estado natural presenta un cierto grado de delaminación o desorden. Texturalmente es una arcilla homogénea y compacta,

constituyendo agregados laminares con tamaños medios inferiores a  $1\mu\text{m}$  dispuestos según una textura tipo maíz expansionado, con presencia de abundantes restos de caparzones fósiles de diatomeas dispuestos entre las esmectitas.

García y Suarez (1991), destacan las propiedades físico químicas como su pequeño tamaño de partícula (inferior a  $2\mu\text{m}$ ), su morfología laminar (filosilicatos), las sustituciones isomórficas, que dan lugar a la aparición de carga en las láminas y a la presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar, como consecuencia de estos factores, presentan un valor elevado del área superficial y la presencia de una gran cantidad de superficie activa, con enlaces no saturados.

García *et al.* (2006), confirman que el área superficial de la arcilla es de  $81\text{ m}^2/\text{g}$ , superficie externa de  $61\text{ m}^2/\text{g}$  y una superficie de microporos de  $20\text{ m}^2/\text{g}$ . El pequeño tamaño de partícula y la delaminación o desorden en la dirección de apilamiento de las láminas es el responsable de la alta superficie externa que presenta. La capacidad de adsorción de distintas moléculas orgánicas (poder secuestrante) está relacionada con dos factores: a) La elevada superficie externa que da lugar a numerosos bordes de partícula con abundantes enlaces rotos que son por tanto centros activos y 2) El gran número de centros ácido tipo Bronsted que posee debido a su elevada carga tetraédrica. Corroborando lo anterior, Perkins (2005), menciona que la partícula de arcilla para adsorber o enlazar una molécula orgánica, debe tener cargas eléctricas positiva o negativas que se atraen. La forma de superficie de las partículas, el tamaño de poro y la acidez (pH) puede afectar el enlace.

El *Ch'aqo* es una arcilla de textura homogénea y compacta formada por pequeñas placas de esmectita que constituyen agregados laminares con tamaños medios inferiores a  $1\mu\text{m}$  dispuestas según una textura tipo maíz (Marcatoma *et al.*, 2006). Entre los agregados laminares se observan ocasionalmente placas de mayor tamaño que se corresponden con partículas de illita recubiertas de láminas de esmectita y aparecen restos de caparzones fósiles de diatomeas dispuestos entre las esmectitas, parcialmente disueltos formando moldes y creciendo sobre los restos silíceos (Llerena, 2003; García *et al.*, 2006).

Al análisis físico de la arcilla 3A-T, García *et al.* (2006) y Aranibar *et al.* (2007), indican que tiene una gran superficie molecular para secuestrar diferentes tipos de micotoxinas, este hecho se observó en la mejora de la salud y el desarrollo del animal. Sin embargo, la característica más importante es que las arcillas mantienen activa los distintos niveles de pH gástrico, intestinal y frente a distintas enzimas gástricas e intestinales.

La arcilla *Ch'aqo* posee un tamaño de partícula muy pequeña (menor de 2 micras), absorbe agua u otras moléculas en el espacio interlamilar (esmeclitas) o en los canales estructurales (sepiolitas), la absorción de agua por la arcilla es mayor del 100% con respecto a su peso (García *et al.*, 2006). Aparicio (2002), hizo una evaluación de arcilla *Ch'aqo* procedente de Azángaro, lo describe con un aspecto amorfo, color grisáceo, olor inodoro, sabor terroso, conductividad eléctrica de 0.46, pH de 7.3 y materia orgánica 1.07%. Llerena (2003), reportó que todas las arcillas están constituidas en su mayor parte por los siguientes minerales: filosilicatos de aluminio, magnesio y hierro, entre los que merecen mencionarse la caolinita, montmorillonita, illita, vermiculita, hallysita, sílice (en forma coloidal), carbonato de calcio y materia orgánica.

**Tabla 4. Composición química de la arcilla “Chacko” (base de cálculo 100 g)**

Minerales	Contenido (%)	
Óxido de silicio	Si O <sub>2</sub>	77.38
Óxido de aluminio	Al <sup>2</sup> O <sub>3</sub>	12.94
Óxido de hierro	Fe <sup>2</sup> O <sub>3</sub>	3.32
Óxido de calcio	Ca O	1.43
Óxido de magnesio	Mg O	2.27
Óxido de sodio	Na <sub>2</sub> O	1.91
Óxido de potasio	K <sub>2</sub> O	0.60
Óxido de azufre	S O <sub>3</sub>	0.01
Óxido de titanio	Ti O <sub>2</sub>	0.12
Óxido de manganeso	Mn O	0.003

Aranibar *et al.* (2009).

#### 2.2.7.5 Bentonita

Esmeclita, nombre general para un grupo de minerales de esta arcilla. En muchos casos se denomina incorrectamente bentonitas, como es conocido la roca en EEUU, o bien montmorillonitas, que es el nombre de la roca en Francia (Castaing, 1998).

#### 2.2.7.6 Mecanismo de acción

Multón (1988), menciona que la bentonita introducida en el agua, fija agua en la superficie, hinchando hasta 10 - 15 veces su volumen inicial, este fenómeno es acelerado por el calor.

Posee las propiedades de un cambiador de iones débil, puede flocular en presencia de cationes (Ca, Mg, Fe) que serán cambiados por el sodio y provocarán una deshidratación.

Mendes (2011), afirma que la propiedad oligodinámica, es un efecto tóxico de los iones metálicos sobre células, algas, hongos, bacterias, virus y demás microorganismos, incluso en concentraciones relativamente bajas. Este efecto antimicrobiano se observa con iones de mercurio, plata, cobre, hierro, zinc, oro, aluminio, silicio, entre otros metales. Algunos metales poseen un comportamiento bactericida y fungicida, matan bacterias y hongos.

El intercambio iónico se fundamenta en el equilibrio sólido - líquido, asemejándose a una adsorción química. La resina sólida de intercambio iónico se fabrica para incluir un ion que será sustituido por otro ion determinado en una fase fluida (Foust *et al.*, 1982).

La esméctita es un mineral natural que está formado por dos capas de óxido de sílice, entre las que se encuentra una capa de óxido de aluminio; además contiene calcio, o sodio como iones predominantes para el intercambio iónico. La bentonita de sodio se puede presentar como un polvo fino con una densidad de 8.7 a 9.1 kg /cm<sup>3</sup>, o en forma de gránulos con una densidad de 9.1 a 11.2 kg /cm<sup>3</sup> su color puede ser amarillo claro, café claro, gris o gris azulado, tiene un pH de 5.5 a 7 es inodoro y es capaz de absorber agua y ciertos iones (Cervantes, 1995).

En el caso de la arcilla, se observó que la capacidad de intercambio catiónico de las arcillas bentoníticas naturales es bastante variable, pudiendo ocurrir entre 40 y 150 meq/100g de arcilla, pero suele ser mayor que 80 meq/100g cuando la arcilla está compuesta exclusivamente por argilominerales montmoriloníticos. La presencia de los cationes de sodio en el medio interplanar también suele favorecer el proceso de intercambio catiónico, pues se trata de un ion con menor número de oxidación y, con ello, menor fuerza de unión y mayor poder de hidratación (Souza Santos, 1989).

La forma sódica de la esméctita permite con más facilidad el intercambio de los cationes inorgánicos y de las moléculas de agua por compuestos orgánicos, debido a su alto poder de hinchado y valor de CIC. Cuando una esméctita no se encuentra naturalmente en la forma sódica, se puede realizar el proceso de activación sódica por medio de una reacción química de doble cambio, reversible, usando el carbonato o el hidróxido de sodio (Silva, 2010).

En el caso de bentonita, Silva (2010) realizó un análisis donde puede observar que esta arcilla presentaba un valor considerable de iones  $\text{Na}^+$ , sin embargo, puede ser considerada una arcilla policationica, por tener concentraciones significativas de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ .

La preferencia en cuanto al uso de las bentonitas para la síntesis de arcillas antimicrobianas se da por las características estructurales y constitucionales del argilomineral montmorilonítico, donde las pequeñas dimensiones de sus cristales y su elevada capacidad de intercambio catiónico, hacen que las reacciones de intercalación sean muy rápidas y, que los intercambios sean completos. Además, su elevada área superficial y aparente carga superficial negativa favorece la adsorción de los cationes metálicos (Abollino *et al.*, 2003 y Rosario, 2010).

Bentonitas antimicrobianas son arcillas que contienen sustancias de actividad microbida (la mayoría de las veces, iones metálicos) intercalados entre sus capas estructurales o adsorbidas en su superficie (Rosario, 2010).

Las arcillas se emplean también como vehículos adsorbentes en el estudio y desarrollo de materiales antimicrobianos a base de cobre, zinc y plata, este último con mayor aplicación y mayor actividad antimicrobiana, pero actualmente su aplicación viene sufriendo caída frente a estudios que apuntan a su toxicidad, incluso en pequeñas concentraciones, y por este motivo más estudios viabilizando el uso de zinc y cobre están surgiendo como alternativas viables.

#### **2.2.7.7 Aditivos en la alimentación animal**

Los aditivos para la alimentación animal son tan numerosos y heterogéneos que es difícil hacer una definición precisa. No obstante, en términos generales, un aditivo alimenticio se refiere a un producto incluido en la formulación a un nivel bajo en inclusión cuyo propósito es incrementar la calidad nutricional del alimento, el bienestar o la salud del animal. El reglamento CE1831/2003 proporciona una definición más exacta en la que los aditivos para piensos se define como sustancias, microorganismos o preparados distintos a las materias primas y pre mezclas, que se añaden intencionalmente al alimento o agua para influir favorablemente en: (i) las características de los piensos o de los productos de origen animal, (ii) las consecuencias ambientales de la producción animal, (iii) los requerimientos productivos, el bienestar, la salud, mediante su influencia en el perfil de la flora microbial intestinal o la digestibilidad de los alimentos, o (iv) por su efecto coccidiostático o



histomonostático. En consecuencia, los aditivos para piensos pueden clasificarse de la siguiente manera (Ravindran, 2010):

- Aditivos tecnológicos (ej.: antioxidantes, emulsionantes o acidificantes).
- Aditivos sensoriales (ej.: aromas, pigmentos).
- Aditivos nutricionales (ej.: vitaminas, minerales traza, aminoácidos).
- Aditivos zootécnicos (ej.: potenciadores de la digestión, estabilizadores de la flora intestinal).
- Coccidiostáticos o histomonostáticos.

## 2.2.8 Coricuy – Engorde CORINA ®

### 2.2.8.1 Coricuy Engorde

Coricuy es un alimento ideal para cuyes de alto rendimiento (razas mejoradas). La formulación es con base a los requerimientos nutricionales de las mejores razas de cuyes del país, los insumos son de excelente calidad lo que permite al animal salir al mercado con una edad ideal y peso.

#### 2.2.8.1.1 Composición nutricional del alimento Coricuy Engorde

**Tabla 5. Contenido nutricional del alimento balanceado (Corina® - Coricuy Engorde)**

Nutrientes	Unidad	Corina®
NDT	%	65.00
Proteína	%	17.00
E. Dig.	Mcal/kg	2.85
Fibra	%	10.00
Calcio	%	0.70
Fósforo	%	0.40

Corina ® - Coricuy Engorde (2016).

### 2.2.8.1.2 Características del producto

### 2.2.8.1.3 Ingredientes

Tiene como ingredientes, cereales y sus subproductos, harinas de oleaginosas, heno de alfalfa, aceite vegetal o animal, harinas proteicas de origen animal, carbonato de calcio, fosfato dicálcico, cloruro de sodio, anticoccidial, aditivos permitidos y antioxidantes.

### 2.2.8.1.4 Vitaminas adicionadas por kilo

Vitaminas A, D3, E, K, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, B12, ácido pantoténico, ácido fólico, cloruro de colina. Contiene además vitamina “C”.

**Tabla 6. Ración de alimento balanceado según etapa**

Etapa de crianza	Consumo promedio diario solo balanceado (g/animal/día)
Crecimiento	15
Recría I	30
Recría II	35 – 45
Reproductores	40 – 50

Corina ® (2016).

## 2.3 Marco conceptual

**Arcilla.** - Las arcillas son cualquier sedimento o depósito mineral que es de característica maleable cuando se humedece y que consiste de un material granuloso muy fino, formado por partículas muy pequeñas cuyo tamaño es inferior a 4 micras, y que se componen principalmente de silicatos de aluminio hidratados (Castaing, 1998).

**Arcilla “Chacko”.** - El “Chacko” (Ch'aqo, ch'aqu, chaco, ch'ako, ch'aquo, chhacco, ch'akko, chachakko, upi) es una variedad de las arcillas de tipo bentonita al igual que la montmorillonita, pertenece a la familia de las arcillas (Ortiz, 2006). Mientras que García *et al.* (2006) la han clasificado como esméctica del tipo beidellita.

**Aditivo alimenticio.** - Se refiere a un producto incluido en la formulación a un nivel bajo, cuyo propósito es incrementar la calidad nutricional del alimento, el bienestar o la salud del animal, la cual se clasifica en: aditivo tecnológicos, sensoriales, nutricionales, zootécnicos y coccidiostáticos (Ravindran, 2010).

**Recría II.**- Recría II o etapa de engorde, es una etapa que se inicia a partir de la cuarta semana hasta la edad de comercialización que esta entre la novena o decima semana de vida. Estos cuyes que salen al mercado son los denominados "parrilleros" (Chauca, 1997).

**Cecotrofia.** - La cecotrofia es una estrategia digestiva que permite reaprovechar el alimento, digiriéndolo dos veces. La cecotrofia permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego y reutilizar el nitrógeno proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado (Romero citado en López, 2011).

**Canal o carcasa.** - Cuerpo entero del animal después de haber sido faenado. En el caso de cuyes, con o sin piel y con o sin menudencias. El término canal o carcasa entera está referido a aquella carcasa con menudencia comestible (vísceras y apéndice) (Reglamento Sanitario de Centros de Faenamiento de Cuyes, D.S. N° 22-95-AG).

## CAPÍTULO III

## DISEÑO METODOLÓGICO

## 3.1 Definición de Variables

	Variabes	Indicadores	Índice
Variable independiente	Arcilla "Chacko"	0.00%	--
		0.25%	--
		0.50%	--
		0.75%	--
	Ganancia de peso	g / semana	--
Variables dependientes	Conversión alimenticia	--	g de alimento consumido / g de ganancia de peso
	Rendimiento de carcasa	%	--

## 3.2 Hipótesis de la Investigación

## a) Hipótesis general

La inclusión de la arcilla de Esmectita en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), mejora algunos parámetros productivos en la etapa de recría II, en la provincia de Abancay, región Apurímac.

## b) Hipótesis específicas

- La arcilla de Esmectita como aditivo mejora la ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de recría II.
- El porcentaje de inclusión de arcilla de Esmectita como aditivo en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de recría II, está entre el 0,00; 0,25; 0,50; y 0,75%.

### 3.3 Tipo y diseño de la investigación

El trabajo de investigación es de tipo experimental, prospectivo, analítico y longitudinal. El nivel de investigación es de tipo explicativo.

### 3.4 Población

#### 3.4.1 Ubicación del lugar de estudio

El presente estudio se realizó en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay, región Apurímac, región que limita con las regiones de Arequipa, Cusco y Ayacucho. El distrito de Tamburco está ubicado en los 13°37'05" latitud sur y 72°52'18" latitud oeste, a 2581 msnm con una superficie de 54.6 km<sup>2</sup>, la cual se encuentra en un piso ecológico correspondiente a las regiones Quechua, Suni y Puna entre los 2581 y 4800 m. La humedad relativa varía entre 59-70% con una precipitación anual variante entre 641 a 1119 mm/año.

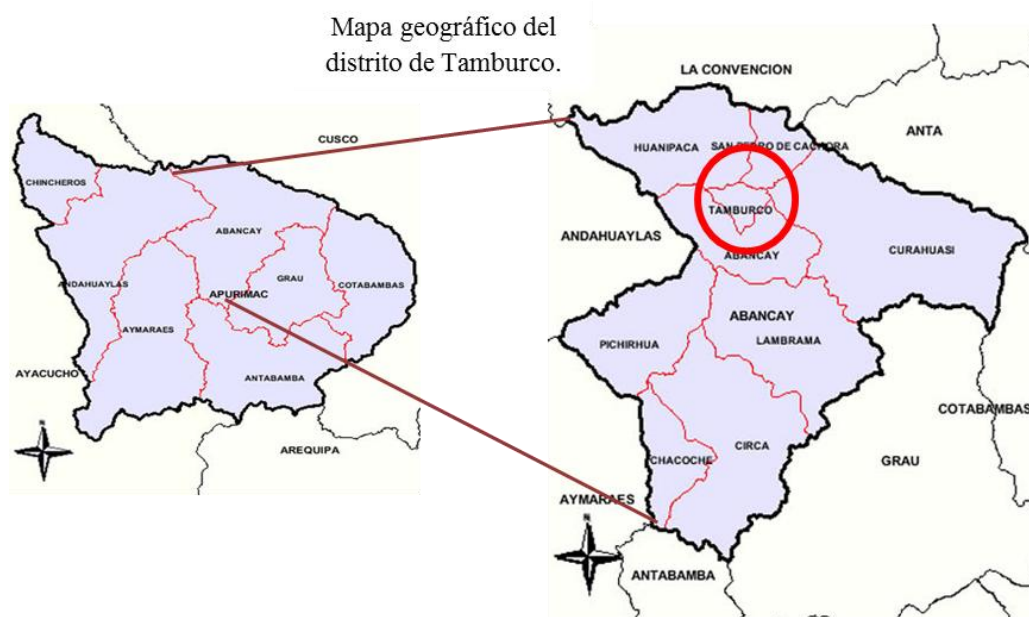


Figura 1. Lugar de investigación

#### 3.4.2 Población y muestra

Se empleó una muestra por conveniencia de 36 cuyes machos, tipo 1. Los animales fueron seleccionados considerando su edad (20 días aproximadamente) y acostumbrados hasta los 28 días correspondiente a la etapa pre experimental. Los 36 cuyes fueron repartidos equitativamente entre los 4 tratamientos, la etapa experimental fue de 7 semanas (desde la cuarta hasta la décima semana).

**Tabla 7. Distribución de las observaciones por tratamientos**

Tratamientos	Número de cuyes
T0= Alimento balanceado	9
T1= Alimento balanceado + 0.25% arcilla "Chacko".	9
T2= Alimento balanceado + 0.50% arcilla "Chacko".	9
T3= Alimento balanceado + 0.75% arcilla "Chacko".	9
Total	36

### 3.5 Procedimiento de la investigación

#### 3.5.1 Preparación del galpón

Antes de comenzar la investigación se limpió y desinfectó el galpón (paredes, ventanas, pisos y jaulas), con hipoclorito de sodio al 5%. Además, se fumigó la infraestructura con Cipermetrina. Luego de culminado este procedimiento, se dejó orear durante 2 días los ambientes para evitar posibles intoxicaciones, antes de instalar los animales.

#### 3.5.2 Evaluación e identificación de los animales

Los animales fueron evaluados clínicamente e identificados indistintamente con aretes metálicos previamente numerados de 1 hasta 50, los mismos se colocaron en la oreja derecha, posteriormente los cuyes fueron distribuidos en grupos de 9 por cada una de las 4 pozas correspondientes a cada tratamiento. Luego, antes de iniciar la etapa experimental, se pesó a los cuyes que integraron los tratamientos, mediante una balanza digital de 5 g de precisión, los pesos vivos registrados fueron analizados mediante el ANOVA ( $\alpha=00.5$ ), para comprobar que los promedios de todos los tratamientos no eran diferentes.

#### 3.5.3 Material de instalación

Se utilizaron 4 pozas, divididas con madera y mallas galvanizadas con medidas aproximadas de 1.5 x 1 x 0.45 m. Las mismas estuvieron provisionadas con bebederos de arcilla y comederos tipo tolva con una capacidad de 1 kg; además de una balanza digital con capacidad de 5 kg y 5 g de precisión.

### **3.5.4 Preparación del alimento**

El alimento ofrecido a los cuyes durante la investigación se preparó en un recipiente de 40 litros, donde se introdujo el alimento balanceado, con textura de afrecho más la arcilla "Chacko" (previamente molida) y calculada respecto al peso del alimento balanceado en 0.25, 0.50 y 0.75%, se mezcló durante 5 minutos con movimientos concéntricos. Este procedimiento fue ejecutado para cada tratamiento de manera independiente.

### **3.5.5 Manejo de las unidades experimentales**

#### **3.5.5.1 Suministro de alimento**

Se suministró agua *ad libitum* y el alimento a las 8 am y 6 pm. Durante las dos primeras semanas se suministró el alimento en una cantidad de 40 g/animal/día y durante las 5 semanas restantes 50 g/animal/día. Los residuos alimentarios se pesaron diariamente mediante una balanza digital.

#### **3.5.5.2 Pesado de animales**

Los cuyes fueron pesados mediante una balanza digital cada 7 días a las 5 am, antes de suministrar los alimentos. Los pesos fueron registrados en un cuaderno de campo considerando el número de arete.

#### **3.5.5.3 Limpieza de pozas**

La limpieza de pozas, comederos y bebederos se realizó diariamente.

#### **3.5.5.4 Análisis de valor nutricional del alimento ofrecido**

Para conocer la composición nutricional del alimento balanceado mezclado con "Chacko" en diferentes proporciones (0.25, 0.50 y 0.75%) y del alimento balanceado sin "Chacko", se remitieron muestras al Laboratorio de Nutrición y Alimentación – UCSM, E.P. Medicina Veterinaria y Zootecnia (Arequipa - Perú), así mismo, se envió una muestra de la arcilla "Chacko", para su análisis físico químico, al Laboratorio de Ciencias Naturales: Agua, Suelo, Minerales y Medio Ambiente - MC QUIMICALAB – COVIDUC A4 (San Sebastián - Cuzco).

**Tabla 8. Análisis químico del alimento balanceado más "Chacko" (0.25, 0.50 y 0.75%) y de únicamente el alimento balanceado**

Parámetros nutricionales	Unidad	Alimento balanceado	Alimento balanceado	Alimento balanceado	Alimento balanceado
		sin "Chacko"	con "Chacko" (0.25%)	con "Chacko" (0.50%)	con "Chacko" (0.75%)
		T0.	T1.	T2.	T3.
Humedad (H)	(%)	6.95	7.42	8.21	6.77
Materia seca total (MST)	(%)	93.05	92.58	91.79	93.23
Proteína cruda (PC**)	(%MS)	18.05	18.37	18.97	19.94
Energía digestible estimada (EDe*)	(Mcal/kg)	3.32	3.30	3.28	3.30
Extracto etéreo (EE)	(%MS)	3.12	3.01	3.28	3.25
Fibra detergente neutro (FDN)	(%MS)	19.36	18.65	19.02	19.25
Fibra detergente ácido (FDA)	(%MS)	9.47	9.92	10.59	9.82
Cenizas (CZS)	(%MS)	7.64	7.66	8.65	8.14
Carbohidratos no fibrosos (CNF)	(%MS)	51.83	52.31	50.08	49.42

Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal – UCSM, E.P. Medicina Veterinaria y Zootecnia (2019). EDe\* = Energía digestible estimada (Bath y Marble, 1989).

PC\*\* = Para estimar la proteína cruda se utilizó el método de determinación de nitrógeno – Kjejdahl/AOAC (1984), en el cual según Montoya (2012), el coeficiente de variabilidad (CV) máximo aceptable es de 9,17%. Se analizaron los datos correspondientes a PC de los cuatro tratamientos obteniendo un CV de 4.41%.



**Tabla 9. Análisis físico químico de la arcilla "Chacko"**

Determinaciones	Unidad		Arcilla "Chacko"
pH	-		7.2
Oxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	(%)	70.2
Oxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(%)	20.5
Oxido de calcio	CO	(%)	4.7
Oxido de magnesio	MgO	(%)	1.5
Cloruro de sodio	NaCl	(%)	0.48

Laboratorio de Ciencias Naturales: Agua, Suelos, Minerales y Medio Ambiente – MC QUIMICALAB – COVIDUC A4 (San Sebastián - Cusco) (2019).

### 3.5.5.5 Recolección de datos

Se registró los datos con ayuda de una balanza digital de 5 kg de capacidad y 5g de precisión, una computadora portátil, formatos de registros de producción y materiales de escritorio.

### 3.5.5.6 Técnica de investigación

#### 3.5.5.6.1 Ganancia de peso vivo (GPV)

Para el cálculo de la ganancia de peso vivo (GPV), se determinó el peso vivo inicial (PVI) de cada cuy a la edad de 28 días, y su peso vivo final (PVF) a los 77 días de edad. La fórmula empleada fue la siguiente:

$$GPV = PVF - PVI$$

Donde:

GPV: Ganancia de peso vivo.

PVI: Peso vivo inicial.

PVF: Peso vivo final.

Cabe mencionar que el registro de peso vivo se realizó cada siete días durante siete semanas (49 días).

### 3.5.5.6.2 Índice de conversión alimenticia (ICA)

Para el cálculo del índice de conversión alimenticia (ICA), se determinó la cantidad total de alimento consumido durante 7 semanas (49 días de experimentación), denominado como consumo de alimento (CS), y la ganancia de peso vivo (GPV). La fórmula aplicada fue la siguiente:

$$ICA = CS / GPV$$

Donde:

ICA: Índice de conversión alimenticia.

CS: Consumo de alimento.

GPV: Ganancia de peso vivo.

La determinación del consumo de alimento (CS) fue calculada con base a la materia seca (MS), este cálculo se realizó por tratamiento y no por cada animal incluido en el mismo. Lo que hace que los promedios no puedan ser comparados mediante el ANOVA.

### 3.5.5.6.3 Peso y rendimiento de carcasa

Para determinar el peso y rendimiento de carcasa, se faenó a los cuyes, registrando previamente el peso vivo antes del faenamiento, se utilizó la siguiente fórmula:

$$RC = \left( \frac{P. canal}{PAF} \right) \times 100$$

Donde:

RC = Rendimiento de carcasa.

P. canal = Peso de canal (carcasa).

PAF = Peso vivo antes del faenamiento.

### 3.5.5.6.4 Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos se procesaron mediante el programa estadístico SPSS versión 20. Se calculó para las variables cuantitativas, la media aritmética y desviación estándar. Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) de un factor (tipo de alimento). La notación que expresó el diseño empleado es:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde  $X_{ij}$  fue la variable respuesta para la  $j$ -ésima observación en el  $i$ -ésimo tratamiento,  $\mu$  fue la media general de la población,  $\alpha_i$  fue el  $i$ -ésimo efecto del tratamiento, que es la diferencia entre el  $i$ -ésimo tratamiento y la media general de la población, y  $\varepsilon_{ij}$  fue el error experimental (Navidi, 2006).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 Ganancia de peso vivo de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con alimento balanceado, más un porcentaje de arcilla "Chacko".

La Tabla 10, muestra por tratamientos, el peso vivo inicial y final, y la ganancia de peso vivo durante todo el periodo experimental (7 semanas). Asimismo, se muestra en detalle los pesos e incrementos semanales en la Tabla 14 (anexos). Al comparar estadísticamente los promedios logrados en los tratamientos T0, T1, T2 y T3, respecto a PVI, PVF, GPV y GPVD no existe diferencia significativa ( $P>0.05$ ). Esto indicaría que la arcilla "Chacko" como aditivo alimentario en las proporciones de 0.25, 0.50 y 0.75%, no tuvo influencia en el peso vivo de los cuyes machos, concordante con lo hallado por Romero (2008), citado en Velázquez (2017), quien menciona que la adición de arcilla "Chacko" (Arcilla 3A-T) en dietas establecidas en otras especies en concentraciones hasta 0.75%, no influye en los parámetros productivos. Por otro lado, Mendes (2011), menciona que la arcilla tiene un efecto oligodinámico (acción antimicrobiana), que limitaría la proliferación de la flora cecal y la producción de proteína microbial. Pero según Mamani y Aranibar (2007), indican que la adición de arcilla en la dieta hasta un 0.75 %, son tolerados sin que estos afecten a los parámetros productivos. Vale decir, que la arcilla "Chacko" en las proporciones estudiadas (0.25; 0.50 y 0.75%) no influye significativamente en la ganancia de peso vivo, quizás sea debido a las bajas proporciones utilizadas de arcilla. Por otro lado, los promedios logrados de ganancia de peso vivo diario (GPVD) en nuestra investigación (T0=8.62 g, T1=8.00 g, T2=8.63 g, T3=8.59 g), son ligeramente inferiores a lo obtenido por Canales (2013), quien señala incrementos diarios de 8.8 y 9.5 g y López (2016), 8.87 g, utilizando alimento comercial con un contenido isoproteico de 19, 20 y 20%, respectivamente. Mientras que Salcedo (2017), obtuvo una ganancia de peso diario de 11.8 y 11.6 g y ganancias de peso 650 y 659 g, durante 8 semanas, en cuyes alimentados con dietas isoenergéticas de 4177 y 4189 Kcal/kg, respectivamente, las cifras publicadas por los autores mencionados líneas arriba son superiores a nuestros resultados debido probablemente a que, a) los requerimientos de proteína y de energía digestible recomendados en la etapa de crecimiento son de 13 a 17% y 2800 a 3000 Kcal/kg (FAO y Chauca, 1997), y que el exceso de energía causa deposiciones de tejido adiposo en la canal (Salinas, 2002), y b) a las agresiones y heridas leves en la piel provocadas entre los cuyes

machos durante la investigación, comportamiento común en este sistema de crianza (Dávila *et al.* 2018), que ocasiona la disminución en los índices productivos (Veloz, 2005).

**Tabla 10. Pesos iniciales, pesos finales y ganancia de peso vivo final de cuyes con diferentes porcentajes de arcilla "Chacko" en su alimentación.**

	Dietas				Sig
	T0	T1 0.25%	T2 0.50%	T3 0.75%	
PVI (g)	320 ± 54	318 ± 44	345 ± 53	345 ± 57	n.s.
PVF (g)	743 ± 80	711 ± 87	768 ± 92	766 ± 66	n.s.
GPVT (g)	422.56± 66	392.44± 97	423.00± 62	421.22± 81	n.s.
GPVD (g)	8.62	8.00	8.63	8.59	.-

T0=Alimento balanceado; T1=Alimento balanceado + 0.25% de arcilla "Chacko"; T2=Alimento balanceado + 0.50% de arcilla "Chacko"; T3=Alimento balanceado + 0.75% de arcilla "Chacko"; PVI=Peso vivo inicial; PVF=Peso vivo final; GPVT=Ganancia de peso vivo total; GPVD=Ganancia de peso vivo diario y n.s.=No significativo.

Pero Guevara *et al.* (2019), con dietas isoproteicas e isoenergéticas de 20 y 22%, y 3.15 Mcal/kg, respectivamente, con base a un alimento balanceado más 1 y 2% de harina de pajuro, encontró ganancias de peso de 398.0 y 392.33 g, así como lo hallado por Collado (2016), con ganancias en peso vivo de 332.5, 329.2 y 349.2 g, en diferentes pozas, con una alimentación balanceada con base a maíz, afrecho y harina de soya, ambos en las mismas condiciones de crianza. Datos muy similares a los de la tabla 10. Por otro lado, Arellano (2015), encontró a los 120 días de experimentación, una ganancia de peso vivo de 690 g en cuyes alimentados con ensilaje más bentonita (arcilla "Chacko"), resultado son superiores a los obtenidos por nosotros, posiblemente debido al mayor tiempo de experimentación y a los cuyes mejorados utilizados en el experimento, No obstante, es necesario indicar que existen múltiples factores que pueden influir a la ganancia de peso vivo como la calidad, cantidad, textura y sabor del alimento, además del manejo y la genética de los animales (Cotacallapa, 1989).

#### 4.2 Índice de conversión alimenticia (ICA) de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con alimento balanceado más un porcentaje de arcilla "Chacko".

La Tabla 11, indica el promedio del consumo total del alimento, la ganancia de peso vivo y el índice de conversión alimenticia para cada tratamiento. Asimismo, se muestra en detalle los consumos de alimento (MS) y ganancia de peso por tratamiento en la Tabla 16 (anexos). Al culminar los 49 días del experimento, el T0 (4.83±0.69) muestra el mejor

índice de conversión alimenticia; sin embargo, al comparar estadísticamente los promedios logrados en todos los tratamientos (T0, T1, T2 y T3), no fueron diferentes significativamente ( $P>0.05$ ). Collado (2016), obtuvo una conversión alimenticia 5.0 similar a lo reportado en la Tabla 11, dada las similitudes en la investigación. Sihuacollo (2013), obtuvo una conversión alimenticia de 5.98 correspondiente a una alimentación balanceada, datos ligeramente inferiores a los nuestros, posiblemente debido a que la dieta utilizada presentó una cantidad de energía digestible inferior a lo requerido (2128.72 Kcal/kg); Por otra parte, Quintana *et al.* (2013), hallaron un índice de conversión alimenticia con base a su MS de 5.7, 5.1 y 5.3 (alimento con base de forraje bloque mineral y harina de cebada), resaltando que los estos datos son similares a lo reportado en la Tabla 11. Y que los cuyes fueron faenados a la edad de 11 semanas de vida. Estos datos demostrarían que existen múltiples factores que pueden influir en algunos parámetros productivos, incluidos el factor genético (Cotacallapa, 1989). Mamani *et al.* (2016), mencionan que la adición de arcilla "Chacko", en proporciones de 0.00, 0.25, 0.50 y 0.75%, en la dieta de pollos de carne, no afectó negativamente los parámetros productivos, siendo no significativo para la conversión alimenticia. Con base al análisis realizado y los datos de la Tabla 11, correspondería indicar que la GPVT e ICA, no fueron influenciados por la arcilla "Chacko" adicionado en las proporciones 0.25, 0.50 y 0.75% en la dieta de cuyes ( $P>0.05$ ).

**Tabla 11. Conversión alimenticia en cuyes a los 49 días de la experimentación.**

	Dietas				Sig.
	T0 0.00%	T1 0.25%	T2 0.50%	T3 0.75%	
Consumo de alimento (g)	2004.2	2079.16	2076.57	2115.11	**
GPVT (g)	422.56± 66	392.44± 97	423.00± 62	421.22± 81	n.s.
Conversión alimenticia	4.83± 0.69	5.60± 1.49	5.01± 0.71	5.20± 0.99	n.s.

T0=Alimento balanceado; T1=Alimento balanceado + 0.25% de arcilla "Chacko"; T2=Alimento balanceado + 0.50% de arcilla "Chacko"; T3=Alimento balanceado + 0.75% de arcilla "Chacko"; GPVT=Ganancia de peso vivo total; n.s.=No significativo; \*- = No se realizó el ANOVA y tampoco la prueba de medias.

Canales (2013), encontró índices de conversión alimenticia con base a su MS de 6.12, 5.53 y 5.31, al alimentar a cuyes con concentrado y forraje, las ligeras diferencias podrían deberse al tiempo de duración de la investigación (10 semanas) y al tipo de cuy utilizado. Arellano (2015), encontró una conversión alimenticia de 5.69 en cuyes, utilizando ensilaje (SigSig y chilca) + bentonita, la cual presenta similitud con el tratamiento T1 (5.60±1.49) de nuestro experimento. Salcedo (2017), encontró una conversión alimenticia con base a su

MS de 5.0 (alimento balanceado peletizado) y 5.2 (alimento balanceado peletizado + inclusión de harina de alfalfa) en un tiempo de experimentación de 8 semanas. Ambos casos presentan similitud con lo observado en la Tabla 11 debido a la metodología parecida empleada, lo que demostraría que los resultados de nuestra investigación están acordes a otros trabajos. Por otro lado, Uribe (2005), reportó un ICA igual a 5.91 usando concentrado y 6.39 empleando concentrado + zeolita (2%), y Cosma *et al.* (2008), 2.74 y 3.18, usando respectivamente alimento balanceado y alimento balanceado+ZOAD® (clinoptilolita 3%); cabe mencionar que ambos experimentos se realizaron en conejos y que fueron no significativos respecto a la conversión alimenticia ( $P>0.05$ ). La zeolita al 2 y 3%, presentan similar acción en la alimentación de animales menores, que la arcilla "Chacko", los cuales no influyeron en la mejora del ICA en las proporciones dadas.

#### **4.3 Rendimiento de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con alimento balanceado más un porcentaje de arcilla "Chacko".**

En la Tabla 12, se observa los promedios del peso vivo final, así como del peso y rendimiento de carcasa de todos los tratamientos. Asimismo, se muestra de forma detallada en la Tabla 19, la conversión alimenticia por animal. Con respecto al rendimiento de carcasa, T1 (71%) y T3 (71.5%), muestran los valores numéricos más altos, sin embargo, no existe diferencia significativa al comparar los tratamientos ( $P>0.05$ ). Arellano (2015), obtuvo un rendimiento de carcasa de 68.47% en cuyes alimentados con ensilaje (SigSig y chilca) + bentonita (esmetita), resultado ligeramente inferior a lo logrado en nuestros tratamientos, lo que podría deberse al tipo de alimento y tipo de cuy utilizado. Por otra parte, Sánchez (2015) y Acosta (2008), hallaron rendimientos de carcasas de 73.2% y 65.23%, respectivamente, estas cifras son cercanas a lo que determinamos posiblemente porque se utilizó alimentos balanceados. Aunque, Carbajal (2015), reporta rendimientos de carcasa de 75.1%, 74.1%, y 72.4%, con alimento balanceado local, mixto e integral, respectivamente. Se puede notar que estos porcentajes, son superiores a los logrados por nosotros, debido posiblemente a que se utilizaron cuyes con  $30\pm 3$  días de edad y por solo 4 semanas de experimentación. En todos los casos descritos la raza, la alimentación y el tiempo de experimentación, serían factores fundamentales para lograr un buen rendimiento de carcasa. Los porcentajes de rendimiento de carcasa según la Tabla 12 son similares a lo encontrado por Palacios (2015), 71.02, 69.97 y 68.04%, en cuyes alimentados con alimento balanceado y forraje, durante 8 semanas; pero ligeramente superiores a los reportados por Chauca (2003), quien menciona un 67.38% para cuyes machos mejorados, debido posiblemente al tipo de alimento que utilizo (forraje). Por otro lado, Cayetano (2019),

registra un rendimiento de carcasa de 73.45% (sistema de alimentación mixto) y 72.32% (sistema integro de alimentación balanceada) resultados ligeramente superiores al nuestro, debido posiblemente al tiempo de investigación de 56 días, mayor al nuestro en una semana.

**Tabla 12. Rendimiento de carcasa de cuyes alimentados con alimento balanceado con diferentes proporciones de arcilla "Chacko".**

	Dietas				Sig.
	T0	T1 0.25%	T2 0.50%	T3 0.75%	
PVF 9 animales (g)	743 ± 80	711 ± 87	768 ± 92	766 ± 66	n.s.
PC 9 animales (g)	507 ± 66	506 ± 91	533 ± 75	548 ± 55	n.s.
Rendimiento de carcasa (%)	68 ± 2.69	70.78 ± 5.89	69.33 ± 3.71	71.33 ± 2.96	n.s.

T0=Alimento balanceado; T1=Alimento balanceado + 0.25% de arcilla "Chacko"; T2=Alimento balanceado + 0.50% de arcilla "Chacko"; T3=Alimento balanceado + 0.75% de arcilla "Chacko"; PVF= Peso vivo final; PC=Peso de carcasa; n.s.=No significativo.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- La ganancia de peso vivo de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con alimento concentrado más arcilla "Chacko" en porcentajes de 0.25, 0.50 y 0.75%, durante 7 semanas, no presentaron diferencia significativa ( $P>0.05$ ).
- La arcilla "Chacko" en porcentajes de 0.25, 0.50 y 0.75% mezclado con alimento concentrado no influye en la conversión alimenticia de los cuyes.
- El peso y rendimiento de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con alimento concentrado más la inclusión de arcilla "Chacko" en proporciones de 0.25, 0.50 y 0.75%, no son diferentes estadísticamente ( $P>0.05$ ).

#### 5.2 Recomendaciones

- Dado que existen antecedentes que la arcilla "Chacko" influye positivamente en los parámetros productivos de otras especies, se recomienda replicar el experimento con inclusión de arcilla "Chacko" en porcentajes superiores y/o iguales al 1%.
- Las instituciones agrarias y académicas de la región Apurímac deberían de propiciar investigaciones referidas a nuevas alternativas alimentarias, como el uso de aditivos naturales, en la ganadería Apurimeña.
- Realizar investigaciones incluyendo la arcilla "Chacko" en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en sus diferentes etapas productivas, probando diferentes metodologías de trabajo.
- Investigar el efecto de la inclusión de arcilla "Chacko" en la alimentación de otras especies de la región Apurímac.

### Referencia Bibliográfica

1. Abollino, O.; Aceto, M.; Malandrino, M.; Sarzanini, C.; Mentasti, E. Adsorptions of heavy metals Na-montmorillonite: Effect of pH and organic substances. *Water research*. 37, 1619 – 1627.
2. Acosta, Y. 2008. Diferentes sistemas de alimentación en cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde con la utilización de insumos alimenticios producidos en la selva central. Tesis para optar el título profesional de ingeniero zootecnista. Universidad del Centro del Perú. Huancayo, Perú.
3. Arce, N. 2016. Estudio histológico de las vellosidades intestinales de cuyes (*Cavia porcellus*) criollos y mejorados según el sistema de alimentación. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario Zootecnista de la Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo-Perú.
4. Alex, C. 2008. Efecto de la utilización de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) como antiparasitario gastrointestinal en cuyes bajo diferentes tiempos de maceración y cocción. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba–Ecuador.
5. Aliaga, L. 1993. Crianza de cuyes. Departamento de Comunicaciones INIAP. Manual N° 9, p 93, Lima-Perú.
6. Aranibar, M.; García, E.; Suarez, M. 2009. Arcilla “Chacko” en la alimentación animal. Trabajo de investigación Escuela de Post Grado Universidad Nacional del Altiplano–Perú, Universidad Complutense–España y Universidad de Salamanca–España, p. 120.
7. Aranibar, M.; Calmet, E. 2006. Efecto del nivel de inclusión de arcilla 3A-T sobre los parámetros productivos y lesiones patológicas de pollitos que consumen alimentos contaminados con aflatoxinas. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.
8. Arellano, J. 2015. Evaluación del ensilaje de una mezcla forrajera con la adición de suero de leche, melaza y Bentonita y su efecto en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento - engorde. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
9. Ataucusi, S. 2015. Manejo técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú. Programa PRA Buenaventura- CSE, Primera Edición. Arequipa.

10. Augustin, A.; Chauca, L.; Muscari, J.; Zaldívar, M. 1984. Diferentes niveles de proteína en la ración y su efecto en el crecimiento de cuyes en su primera recría (1-4 semanas). VII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Lima-Perú.
11. Bath, D.; Marble V. 1989. Testing alfalfa for its feeding value. A Western Regional Publication 109, University of California Cooperative Extension, Agriculture and Natural Resources. 6701 San Pablo Ave. - Oakland.
12. Bustamante, J. 1993. Producción de cuyes. Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú: p 259.
13. Bradanovic, T. 2007. Arcillas y bentonitas, Soc.Com. Hermes Ltd. Arica. Chile.
14. Cabrera, A. 1953. Los roedores argentinos de la familia *Cavidae*. Publicación de la Universidad de Buenos Aires, 6: 48-56.
15. Canales, F. 2013. Efecto de la alimentación con alfalfa y concentrado en diferentes niveles de proteína sobre los parámetros productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento. Tesis para optar el título profesional de ingeniero zootecnista. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.
16. Carbajal, C. 2015. Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (*Cavia porcellus*) en acabado en el valle Mantaro. Tesis para optar el título profesional de ingeniero zootecnista. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
17. Castaing, J. 1998. Uso de las arcillas en la alimentación animal. XIV Curso de especialización: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. FEDNA. España.
18. Castro, P. 2012. Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural: pp.2, 4.
19. Cayetano, J. 2019. Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación. Tesis para optar el grado de maestro magíster scientiae en producción animal. UNALM. Lima Perú.
20. Cervantes, L. 1995. Efecto de la bentonita de sodio sobre la producción de la lana. Tesis para optar el título profesional de ingeniero zootecnista. UNAM. México.
21. Chauca, L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

22. Chauca, L. 2007. Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en países altoandinos. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú.
23. Collado, K. 2016. Ganancia de peso en cuyes machos (*Cavia porcellus*), post-destete de la raza Perú, con tres tipos de alimento – balanceado – mixta testigo (alfalfa) en Abancay. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agrónomo. Universidad Tecnológica de los Andes, Apurímac, Perú.
24. Cosma, D. 2008. Utilización de una zeolita natural (clinoptilolita) en la alimentación de conejos en fase de engorde. Tesis para optar el título de zootecnista. Facultad de Zootecnia. Universidad de la Salle; Bogotá, Colombia.
25. Dávila A.; Mora C.; Cristian C. 2018. Caracterización etológica del cuy (*Cavia porcellus*) en sistemas de producción tradicional y tecnificado. REVIP, 5(1): 5-15.
26. FAO. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Estudio FAO.
27. D.S. N° 22-95-AG. Reglamento sanitario de centros de faenamiento de cuyes. Perú.
28. García, E.; Suarez, M.; Aranibar, M. 2006. Arcilla "Chacko" en alimentación animal. XXVI Reunión de la sociedad española de mineralogía (SEM) y XX Reunión de la sociedad española de arcillas (SEA). Oviedo - España.
29. García, C.; Chávez A.; Pinedo R.; Suarez F. 2013. Helmintiasis gastrointestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) de granjas de crianza familiar-comercial en Ancash, Rev. Inv. Vet. Perú; 24(4): 473-479.
30. García, M. 2012. Caracterización de la actividad de las enzimas hidrolíticas localizadas en la región cecal de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis para optar el título de médico veterinario. UNMSM. Lima-Perú.
31. Gil, A. 2007. Producción competitiva. Ed. Edmundo Pantigozo editor. Cusco-Perú. 2007: pp.24-26.
32. García, E.; Suárez, M. 2016. Las arcillas: propiedades y usos. En: <https://previa.uclm.es/users/higueras/yymm/arcillas.htm>. Universidad Castilla de la Mancha – España (Consulta: 14 de noviembre del 2018).
33. Guevara, J.; Díaz P.; Bravo, N.; Vera, M.; Crisostoma, O.; Barbachan, H.; Huamán, D. 2013. Uso de harina de pajuro (*Erythrina edulis*) como suplemento en la alimentación de cuyes – Lima. Revista Peruana Química - Ingeniería Química, 16: 21-28.

34. Hurtado, N.; Carreño, N.; Murillo, G.; Granados, J. 2008. Efectos de la inclusión de ripo de harina de sangre sobre los parámetros productivos de codornices (*Coturnix coturnix japonica*). Rev. Orinoquia. Colombia. 12 (1): 57-66.
35. Humala, A. 1971. Efecto de tres áreas mínimas de corral por animal sobre la velocidad de crecimiento en cuyes. Tesis. UNA La Molina, Lima, Perú.
36. INEI, 2012. IV Censo Nacional Agropecuario; En: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/redatam/> (Consulta: 04 de diciembre del 2018).
37. Lara, A. 2002. Métodos de determinación, identificación y control de micotoxinas en ingredientes para la nutrición animal. Asociación Mexicana de Nutrición Animal (AMENA).
38. López, B. 2016. Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea inti, andina y Perú. Tesis para optar el título médico veterinario y zootecnista. Universidad Técnica de Ampato. Cevallos-Ecuador.
39. López, J. 2011. Cecotrofia. Blog Cunicultura desde el Perú. En: <http://www.cuniculturaperu.com/2014/01/cecotrofia.html> (Consulta: 07 de enero del 2019).
40. Mamani, A.; Aranibar, M. 2007. Efecto del nivel de inclusión de arcilla 3A-T (Chacko) en alimentos contaminados con micotoxinas sobre el rendimiento productivo del pollo de carne. Universidad Nacional del Altiplano-UNAMP.
41. Mamani, A.; Calmet E.; Chavez P.; Aranibar M. 2016. Inclusión de la arcilla 3A-T (‘Chacko’) en alimentos contaminados naturalmente con micotoxinas y rendimiento de pollo de carne. Rev. Investig. (Esc. Post Grado), V. III, N° 3 Puno: pp.1- 15.
42. Marcatoma, Q., Vasques H., Santillan M., Betancur H., Sotelo J., Urdy, E. 2006. Caracterización estructural del Ch’aqo. Facultad de Ciencias Físicas U.N.M.S.M. Lima, Facultad de Ing. de Procesos UNAS – Arequipa.
43. Mendes, E. 2011. Desenvolvimento de pó de vidro bactericida e fungicida através de reações de troca iônica para uso como aditivo biocida na indústria. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Florianópolis, Brasil.
44. Melcion, J. 1995. Qualité de la litière en aviculture. Aliments et caractéristiques physiques des excretas. En: <https://core.ac.uk/display/49722661> (Consulta: 15 de febrero del 2019).

45. Meléndez, K. 2014. Harina de sangre de pollo en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), en crecimiento y engorde. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista – UNAMBA, Abancay-Perú.
46. Montes, T. 2012. Guía técnica. Asistencia técnica dirigida en crianza tecnificada en cuyes. Cajabamba – Cajamarca – Perú.
47. Montoya L. 2012. Validación, cálculo de incertidumbre y determinación de la trazabilidad para los ensayos de nitrógeno Kjeldahl y nitrógeno amoniacal en el laboratorio de química ambiental en la Universidad Tecnológica de Pereira. Programa de tecnología química. Pereira, Colombia.
48. Multón, J. 1988. Aditivos y auxiliares en las industrias agroalimentarias. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
49. McDonald, P.; Edwards, R.; Greenhalgh, J. 1981. Nutrición animal. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
50. Navidi, W., 2006. Estadística para ingenieros y científicos. Ed. Mc Graw Hill/ Interamericana. México: pp.623-659.
51. NRC, 1995. Nutrient requirements of laboratory animals. Fourth revised edition, En <https://www.nap.edu/catalog/4758/nutrient-requirements-of-laboratory-animals-fourth-revised-edition-1995> (Consulta: 10 de marzo del 2019).
52. Olver, M.D. 1998. Effects of sweet, bitter and soaked micronised bitter lupins on broiler. Br. Poult. Sci. 30(1): 115-122.
53. Ordoñez, R. 1998. Efecto de dos niveles de proteína y fibra cruda en el alimento de cuyes (*Cavia porcellus*) en lactación y crecimiento. Tesis. UNALM, Lima, Perú: p.65.
54. Ordoñez, J. 2005. Probióticos y enzimas en el rendimiento productivo de conejos destetados. Tesina para optar el título profesional de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima: p.28.
55. Ortiz A. 2006. Salud intestinal, ajuste de dietas. En: <http://www.wpsa-aeca.com/img/informacion/wpsa1176982877a.pdf>. (Consulta: 23 de abril de 2019).
56. Palacios J. 2015. Densidad óptima en la crianza de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú en la etapa de recría – Cajamarca. Tesis para optar el título profesional de médico veterinario. Universidad Nacional de Cajamarca.

57. Pascual, M.; Villanueva, R. 1993. Efecto citoprotector del "Chacko" sobre la mucosa gástrica en ratas albinas sometidas a estrés por restricción hipotérmica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis. Lima, Perú.
58. Pulgar, V. 1952. El curí o cuy. Ministerio de Agricultura. Bogotá, Colombia.
59. Quintana E.; Jiménez R.; Carcelén F. San Martín F.; Ara M. 2013. Efecto de dietas de alfalfa verde, harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de cuyes. Rev. Inv. Vet. Perú, 24(4): 425-432.
60. Quintana, E. 2009. Suplementación de dietas a base de alfalfa verde con harina de cebada más una mezcla mineral y su efecto sobre el rendimiento y eficiencia productiva en cuyes en crecimiento en el valle del Mantaro. Tesis para optar el título de Médico Veterinario. UNMSM, Lima – Perú.
61. Quispe, M. 2015. Comparación de la velocidad de crecimiento en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con diferentes niveles de proteína. Tesis para optar el título de ingeniero zootecnista. Universidad Nacional de Huancavelica -Perú.
62. Ravindran, V. 2010. Aditivo en la alimentación animal: presente y futuro. XXVI Curso de especialización FEDNA. Madrid, España.
63. Reynaga M. 2018. Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. Tesis para optar el título de ingeniero zootecnista. UNALM, Lima, Perú.
64. Rivas, D. 1995. Pruebas de crecimiento en cuyes con restricción del suministro de forraje en cantidad y/o frecuencia. Tesis para optar el título de ingeniero zootecnista. UNALM, Lima, Perú: p.86.
65. Roque L. 2017. Caracterización físico –química y grado de conocimiento de los consumidores y comercializadores de las arcillas comestibles (*Cha'qo*) de la región de Puno. Tesis para optar el grado académico de doctor en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. UNAP, Perú.
66. Rosário, J. 2010. Obtenção de material antimicrobiano a partir de bentonita nacional tratada com prata. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Florianópolis, Brasil.
67. Salcedo W. 2017. Evaluación de harina de sangre bovina y harina de alfalfa (*Medicago sativa*) como fuentes de proteína en el alimento balanceado para cuyes

(*Cavia porcellus L.*) tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial. UNAP, Puno, Perú.

68. Sánchez, C. 2015. Efecto del pisonay (*Erythrina sp*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) del destete a la saca. Tesis para optar el título de médico veterinario y zootecnia. UNAMBA, Perú.
69. Sihuacollo, E. 2013. Influencia de ración balanceada en pellets sobre la ganancia de peso vivo en cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial. UNAP-Perú.
70. Silva, L. 2010. Desenvolvimento do processo de obtenção da bentonita organofílica de Moçambique: síntese e caracterização. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Florianópolis, Brasil.
71. Suarez, S. 2002. La arcilla, tierra medicinal milenaria. Especialista en medicina y termalismo. Artículo publicado en España. En: <http://www.materiniciativa.com/chaco-acora> (Consulta: 09 de abril del 2018).
72. Uria, C. 2006. Capacidad secuestrante de micotoxinas de la arcilla "Chacko" (3A-T) y su efecto en la respuesta productiva de animales que consumen alimentos contaminados. Proyecto de CONCYTEC. Puno, Perú.
73. Velis, G. 2017. Engorde de cuyes con dos dietas diferentes utilizando maíz chala y brocoli. Trabajo monográfico para optar el título de ingeniero zootecnista. UNALM, Lima. Perú.
74. Velázquez J. 2017. Inclusión de arcilla Montchack 3 A-T (Chacko) en el alimento y su influencia sobre los parámetros productivos y salud de pollas de la línea Hy Line Brown. Tesis para optar el título profesional de médico veterinario zootecnista UNAP. Puno, Perú.
75. Véloz, R. 2005. Evaluación del efecto del Laurato de Nandrolona (*Laurabolin*) en el crecimiento y engorde de Cuyes machos (*Cavia porcellus*). Carrera de Ciencias Agropecuarias. ESPE - IASA I. Sede El Prado. Ecuador.
76. Villarreal, J. 2014. Inclusión de arcilla "Chacko" en masa de nixtamal para reducir la exposición de aflatoxinas y fumonisinas. Tesis para maestría en ciencia animal, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.



77. Villena, C. 2014. Efecto del uso de Montchak 3A-T en la prevención de úlcera gástrica inducida en ratas albinas. Tesis para optar el título profesional de médico veterinario y zootecnista. UNAP. Puno, Perú.
78. Wagner, J.; Manning, P. 1976. The biology of the guinea pig. Academy Press. USA: pp.235-261.
79. Winfree, R.; Allred, A. 1993. Bentonite reduces measurable aflatoxin B-1 in fish feed. *Progressive fish-culturist*, 54 (3): 157-162.
80. Zaldívar, A. 1969. Estudio de tres niveles de azúcares, como fuente de energía más un concentrado comercial en cobayos. EELM. Lima, Perú, p. 7.
81. Zaldívar, A. 1990. Informe final proyecto sistemas de producción de cuyes en el Perú Fase 1. INIA, Lima, Perú. p. 96.
82. Zambrano, O. 2015. Costos de producción de crianza artesanal y tecnológica del cuy (*Cavia porcellus*) en Cajamarca. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Agronegocios. UNALM, Lima-Perú.

## Anexos

Tabla 13. Control de pesos.

Tratamientos	N° de cuy	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Tratamiento control (T0) alimento balanceado .	039	372	418	508	536	611	694	731	752
	050	214	287	359	440	527	587	577	615
	035	342	419	484	567	640	660	670	688
	047	343	428	469	558	629	645	680	705
	002	354	431	515	598	673	788	796	868
	003	280	335	432	530	597	796	800	822
	046	346	457	511	634	699	720	763	778
	026	267	384	472	520	573	620	653	672
	017	366	449	564	580	698	707	709	787
Tratamiento 1 alimento balanceado + 0.25% arcilla "Chacko".	008	343	469	556	590	600	617	634	673
	021	310	348	414	445	508	596	605	625
	038	272	356	422	467	515	531	585	606
	022	354	450	545	638	725	779	819	833
	010	263	357	414	477	505	578	651	703
	013	324	408	484	561	598	647	675	720
	045	299	424	541	601	673	785	833	854
	031	297	386	476	543	589	700	686	738
	012	403	455	513	520	571	595	622	645
Tratamiento 2 alimento balanceado + 0.50% arcilla "Chacko".	015	260	326	376	417	483	545	580	614
	042	361	454	486	530	607	652	698	753
	049	440	527	567	608	675	735	798	885
	029	320	443	517	599	664	732	779	865
	018	361	476	564	618	653	730	753	786
	032	352	483	594	669	707	759	789	802
	006	340	484	599	662	727	846	837	805
	048	387	497	595	653	699	710	722	769
	043	287	378	451	514	546	581	618	636
Tratamiento 3 alimento balanceado + 0.75% arcilla "Chacko".	007	291	389	466	515	600	668	656	687
	030	304	389	464	536	614	717	753	754
	027	450	520	612	665	689	714	730	770
	023	306	437	515	590	667	795	830	853
	024	364	455	536	651	733	800	852	883
	020	354	416	474	550	599	630	685	706
	036	324	433	474	598	665	754	769	787
	037	293	367	489	512	593	633	698	710
	040	418	557	613	644	648	727	730	745

**Tabla 14. Control de la ganancia de peso vivo.**

Tratamientos	N° de cuy	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Tratamiento control (T0) alimento balanceado.	039	46	90	28	75	83	37	21
	050	73	72	81	87	60	-10	38
	035	77	65	83	73	20	10	18
	047	85	41	89	71	16	35	25
	002	77	84	83	75	115	8	72
	003	55	97	98	67	199	4	22
	046	111	54	123	65	21	43	15
	026	117	88	48	53	47	33	19
	017	83	115	16	118	9	2	78
Tratamiento 1 alimento balanceado + 0.25% arcilla "Chacko".	008	126	87	34	10	17	17	39
	021	38	66	31	63	88	9	20
	038	84	66	45	48	16	54	21
	022	96	95	93	87	54	40	14
	010	94	57	63	28	73	73	52
	013	84	76	77	37	49	28	45
	045	125	117	60	72	112	48	21
	031	89	90	67	46	111	-14	52
	012	52	58	7	51	24	27	23
Tratamiento 2 alimento balanceado + 0.50% arcilla "Chacko".	015	66	50	41	66	62	35	34
	042	93	32	44	77	45	46	55
	049	87	40	41	67	60	63	87
	029	123	74	82	65	68	47	86
	018	115	88	54	35	77	23	33
	032	131	111	75	38	52	30	13
	006	144	115	63	65	119	-9	-32
	048	110	98	58	46	11	12	47
	043	91	73	63	32	35	37	18
Tratamiento 3 alimento balanceado + 0.75% arcilla "Chacko".	007	98	77	49	85	68	-12	31
	030	85	75	72	78	103	36	1
	027	70	92	53	24	25	16	40
	023	131	78	75	77	128	35	23
	024	91	81	115	82	67	52	31
	020	62	58	76	49	31	55	21
	036	109	41	124	67	89	15	18
	037	74	122	23	81	40	65	12
	040	139	56	31	4	79	3	15

Tabla 15. Ganancia total de peso vivo

Tratamiento	N° de cuy	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Ganancia de peso vivo total (g)	Promedio GPVT (g)
Tratamiento control (T0) alimento balanceado.	039	372.00	752	380	423
	050	214.00	615	401	
	035	342.00	688	346	
	047	343.00	705	362	
	002	354.00	868	514	
	003	280.00	822	542	
	046	346.00	778	432	
	026	267.00	672	405	
	017	366.00	787	421	
Tratamiento 1 alimento balanceado + 0.25% arcilla "Chacko".	008	343.00	673	330	392
	021	310.00	625	315	
	038	272.00	606	334	
	022	354.00	833	479	
	010	263.00	703	440	
	013	324.00	720	396	
	045	299.00	854	555	
	031	297.00	738	441	
Tratamiento 2 alimento balanceado + 0.50% arcilla "Chacko".	012	403.00	645	242	423
	015	260.00	614	354	
	042	361.00	753	392	
	049	440.00	885	445	
	029	320.00	865	545	
	018	361.00	786	425	
	032	352.00	802	450	
	006	340.00	805	465	
	048	387.00	769	382	
043	287.00	636	349		
Tratamiento 3 alimento balanceado + 0.75% arcilla "Chacko".	007	291.00	687	396	421
	030	304.00	754	450	
	027	450.00	770	320	
	023	306.00	853	547	
	024	364.00	883	519	
	020	354.00	706	352	
	036	324.00	787	463	
	037	293.00	710	417	
	040	418.00	745	327	

Tabla 16. Ganancia de peso vivo promedio por semana

Semana	T0 – Alimento balanceado	T1 – Alimento balanceado + 0.25% arcilla "Chacko"	T2 – Alimento balanceado + 0.50% arcilla "Chacko"	T3 – Alimento balanceado + 0.75% arcilla "Chacko"
1	80.4	87.6	106.7	95.4
2	78.4	79.1	75.7	75.6
3	72.1	53.0	57.9	68.7
4	76.0	49.1	54.6	60.8
5	32.3	60.4	58.8	70.0
6	18.0	31.3	31.6	29.4
7	34.2	31.9	37.9	21.3
Media	55.7	56.1	60.4	60.2

Tabla 17. Consumo e índice de conversión alimenticia en materia seca

Tratamiento	Nº de cuy	Consumo de alimento(g)	Ganancia de peso vivo(g)	ICA	Promedio ICA
Tratamiento control (T0) alimento balanceado.	039	2004.20	380	5.3	4.8
	050	2004.20	401	5.0	
	035	2004.20	346	5.8	
	047	2004.20	362	5.5	
	002	2004.20	514	3.9	
	003	2004.20	542	3.7	
	046	2004.20	432	4.6	
	026	2004.20	405	4.9	
	017	2004.20	421	4.8	
Tratamiento 1 alimento balanceado + 0.25% arcilla "Chacko".	008	2079.16	330	6.3	5.6
	021	2079.16	315	6.6	
	038	2079.16	334	6.2	
	022	2079.16	479	4.3	
	010	2079.16	440	4.7	
	013	2079.16	396	5.3	
	045	2079.16	555	3.7	
	031	2079.16	441	4.7	
	012	2079.16	242	8.6	
Tratamiento 2 alimento balanceado + 0.50% arcilla "Chacko".	015	2076.57	354	5.9	5.0
	042	2076.57	392	5.3	
	049	2076.57	445	4.7	
	029	2076.57	545	3.8	
	018	2076.57	425	4.9	
	032	2076.57	450	4.6	
	006	2076.57	465	4.5	
	048	2076.57	382	5.4	
	043	2076.57	349	6.0	
Tratamiento 3 alimento balanceado + 0.75% arcilla "Chacko".	007	2115.11	396	5.3	5.2
	030	2115.11	450	4.7	
	027	2115.11	320	6.6	
	023	2115.11	547	3.9	
	024	2115.11	519	4.1	
	020	2115.11	352	6.0	
	036	2115.11	463	4.6	
	037	2115.11	417	5.1	
040	2115.11	327	6.5		

**Tabla 18. Consumo de alimento desde la cuarta hasta la décima semana de vida**

Semana	Día	T0 – Alimento balanceado.	T1 – Alimento balanceado + 0.25% arcilla "Chacko".	T2 – Alimento balanceado + 0.50% arcilla "Chacko".	T3 – Alimento balanceado + 0.75% arcilla "Chacko".
Semana 1	Día 1	306.9	353.7	356.4	312.3
	Día 2	199.8	216.0	226.8	309.6
	Día 3	234.0	353.7	352.8	357.3
	Día 4	243.0	323.1	325.8	351.9
	Día 5	280.8	354.6	356.4	356.4
	Día 6	249.3	337.5	360.0	358.2
	Día 7	270.0	342.9	359.1	324.0
Total		1783.8	2281.5	2337.3	2369.7
Semana 2	Día 1	330.3	324.0	324.0	324.0
	Día 2	312.3	411.3	414.0	404.1
	Día 3	372.6	370.8	412.2	414.0
	Día 4	383.4	411.3	414.0	414.0
	Día 5	369.9	391.5	378.0	414.0
	Día 6	365.4	407.7	414.0	378.0
	Día 7	380.7	410.4	414.0	414.0
		2514.6	2727	2770.2	2762.1
Semana 3	Día 1	380.7	405.0	380.7	380.7
	Día 2	361.8	409.5	414.0	411.3
	Día 3	380.7	378.0	378.0	414.0
	Día 4	402.3	378.0	414.0	378.0
	Día 5	378.0	380.7	414.0	414.0
	Día 6	380.7	414.0	414.0	414.0
	Día 7	378.0	378.0	378.0	414.0
		2662.2	2743.2	2792.7	2826
Semana 4	Día 1	414.0	450.0	450.0	414.0
	Día 2	418.5	418.5	418.5	418.5
	Día 3	387.0	387.0	414.0	387.0
	Día 4	414.0	450.0	387.0	450.0
	Día 5	450.0	441.0	441.0	441.0
	Día 6	441.0	414.0	450.0	450.0
	Día 7	450.0	450.0	450.0	450.0
		2974.5	3010.5	3010.5	3010.5
Semana 5	Día 1	450	450	450	450
	Día 2	450	450	450	450
	Día 3	450	450	450	450
	Día 4	450	450	450	450
	Día 5	450	450	450	450
	Día 6	450	450	450	450
	Día 7	450	450	450	450
		3150	3150	3150	3150
Semana 6	Día 1	450	450	450	450
	Día 2	450	450	450	450
	Día 3	450	450	450	450
	Día 4	450	450	450	450
	Día 5	450	450	450	450
	Día 6	450	450	450	450
	Día 7	450	450	450	450
		3150	3150	3150	3150
Semana 7	Día 1	450	450	450	450
	Día 2	450	450	450	450
	Día 3	450	450	450	450
	Día 4	450	450	450	450
	Día 5	450	450	450	450
	Día 6	450	450	450	450
	Día 7	450	450	450	450
		3150	3150	3150	3150
TOTAL		19385.1	20212.2	20360.7	20418.3

Tabla 19. Peso y rendimiento de carcasa

Tratamiento	Nº de cuy	Peso antes del beneficio (g)	Peso carcasa (g)	Rendimiento de carcasa	Promedio (%)
Tratamiento control (T0) alimento balanceado .	039	752	529	70	69.3
	050	615	432	70	
	035	688	455	66	
	047	705	454	64	
	002	868	603	69	
	003	822	582	71	
	046	778	548	70	
	026	672	432	64	
	017	787	534	68	
Tratamiento 1 (T1) alimento balanceado + 25% arcilla "Chacko".	008	673	478	71	71.3
	021	625	350	56	
	038	606	420	69	
	022	833	631	76	
	010	703	522	74	
	013	720	520	72	
	045	854	623	73	
	031	738	549	74	
Tratamiento 2 (T2) alimento balanceado + 50% arcilla "Chacko".	012	645	467	72	69.4
	015	614	456	74	
	042	753	505	67	
	049	885	635	72	
	029	865	608	70	
	018	786	515	66	
	032	802	568	71	
	006	805	594	74	
	048	769	510	66	
Tratamiento 3 (T3) alimento balanceado + 75% arcilla "Chacko".	043	636	406	64	71.5
	007	687	503	73	
	030	754	568	75	
	027	770	503	65	
	023	853	632	74	
	024	883	633	72	
	020	706	504	71	
	036	787	566	72	
	037	710	491	69	
040	745	532	71		

## Análisis estadístico

**Tabla 20. Análisis de varianza para ganancia de peso.**

		Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
	Inter-grupos	3412,306	3	1137,435	1,696	0,188
Peso_Vivo_Día7	Intra-grupos	21462,667	32	670,708		
	Total	24874,972	35			
	Inter-grupos	92,306	3	30,769	0,052	0,984
Peso_Vivo_Día14	Intra-grupos	18959,333	32	592,479		
	Total	19051,639	35			
	Inter-grupos	2170,972	3	723,657	0,883	0,460
Peso_Vivo_Día21	Intra-grupos	26237,778	32	819,931		
	Total	28408,750	35			
	Inter-grupos	3642,889	3	1214,296	2,437	0,083
Peso_Vivo_Día28	Intra-grupos	15946,667	32	498,333		
	Total	19589,556	35			
	Inter-grupos	660,528	3	220,176	0,120	0,948
Peso_Vivo_Día35	Intra-grupos	58589,778	32	1830,931		
	Total	59250,306	35			
	Inter-grupos	1126,306	3	375,435	0,699	0,559
Peso_Vivo_Día42	Intra-grupos	17178,444	32	536,826		
	Total	18304,750	35			
	Inter-grupos	1364,667	3	454,889	0,784	0,512
Peso_Vivo_Día49	Intra-grupos	18571,333	32	580,354		
	Total	19936,000	35			
	Inter-grupos	6015,639	3	2005,213	0,333	0,801
Peso_Vivo_Final	Intra-grupos	192594,000	32	6018,563		
	Total	198609,639	35			



Tabla 21. Análisis de varianza para peso vivo.

		Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Peso_Vivo_Inicial	Inter-grupos	5975,639	3	1991,880	0,731	0,541
	Intra-grupos	87143,111	32	2723,222		
	Total	93118,750	35			
Peso_Vivo_Día7	Inter-grupos	17194,444	3	5731,481	1,734	0,180
	Intra-grupos	105747,778	32	3304,618		
	Total	122942,222	35			
Peso_Vivo_Día14	Inter-grupos	14890,083	3	4963,361	1,222	0,318
	Intra-grupos	129968,889	32	4061,528		
	Total	144858,972	35			
Peso_Vivo_Día21	Inter-grupos	15458,889	3	5152,963	1,152	0,343
	Intra-grupos	143146,667	32	4473,333		
	Total	158605,556	35			
Peso_Vivo_Día28	Inter-grupos	18750,000	3	6250,000	1,407	0,259
	Intra-grupos	142184,000	32	4443,250		
	Total	160934,000	35			
Peso_Vivo_Día35	Inter-grupos	22581,639	3	7527,213	1,180	0,333
	Intra-grupos	204146,667	32	6379,583		
	Total	226728,306	35			
Peso_Vivo_Día42	Inter-grupos	22193,000	3	7397,667	1,195	0,327
	Intra-grupos	198030,222	32	6188,444		
	Total	220223,222	35			
Peso_Vivo_Día49	Inter-grupos	19335,444	3	6445,148	0,964	0,422
	Intra-grupos	214018,444	32	6688,076		
	Total	233353,889	35			

Tabla 22. Análisis de varianza para rendimiento de carcasa e índice de conversión alimenticia (ICA).

		Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Peso_carcasa	Inter-grupos	11017,000	3	3672,333	0,694	0,562
	Intra-grupos	169308,000	32	5290,875		
	Total	180325,000	35			
Rendimiento_carcasa	Inter-grupos	60,750	3	20,250	1,257	0,306
	Intra-grupos	515,556	32	16,111		
	Total	576,306	35			
ICA	Inter-grupos	2,917	3	,972	0,928	0,439
	Intra-grupos	33,529	32	1,048		
	Total	36,446	35			

## Fotografías



**Figura 2. Arcilla "Chacko" utilizado como aditivo en la dieta de cuyes.**



**Figura 3. Alimento balanceado mezclado con arcilla "Chacko".**



**Figura 4. Alimento balanceado con diferentes concentraciones de arcilla "Chacko".**



**Figura 5. Pesado de la ración diaria del alimento balanceado en una balanza digital.**



**Figura 6. Poza de cuyes con alimento balanceado más un 0.75% de arcilla "Chacko".**



**Figura 7. Poza de cuyes con alimento balanceado más 0.25, 0.50 y 0.75% de arcilla "Chacko".**



**Figura 8. Poza de cuyes con alimento balanceado más 0.75% de Chacko**



**Figura 9. Termo-hidrómetro digital.**



**Figura 10. Pesado de la carcasa de cuyes mediante una balanza digital.**



Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sr(es.)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Abancay  
Apurimac



LNAA/ 112/113/2019

Resultados obtenidos de muestras remitidas por el solicitante y corridas en duplicado

**Características Físico-químicas**

Todos los resultados en base seca:

Parámetros Nutricionales	Muestra Código	A. Bal/Arcilla chaco 0.25%	A. Bal/Arcilla chaco 0.50%
		112-19	113-19
Humedad (H)	(%)	7.42	8.21
Materia Seca Total (MST)**	(%)	92.58	91.79
Proteína cruda (PC)	(%MS)	18.37	18.97
Extracto etéreo (EE)	(%MS)	3.01	3.28
Fibra detergente neutro (FDN)	(%MS)	18.65	19.02
Fibra detergente ácido (FDA)	(%MS)	9.92	10.59
Cenizas (CZS)	(%MS)	7.66	8.65
Carbohidratos no fibrosos (CNF)	(%MS)	52.31	50.08

*Jorge L. Zebalpa Paredes*  
JORGE L. ZEBALPA PAREDES MVZ, M.Sc.  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
O.M.V.P. 5024

Arequipa, 09 de agosto del 2019

\*\* Sólidos totales obtenidos en estufa a 105 °C x 3h

MS, Humedad, PC, EE, CZS según AOAC, (1990)

FDN, FDA, LDA, según Van Soest y Roberston, (1991), modificado por ANKOM, (2005)

FC según ANKOM (2005)

PIDN, PIDA, según Van Soest y Roberston, (1991), modificado por ANKOM, (2005)

pH, método potenciométrico Hanna Instruments

LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL - UCSM E.P. MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Teléfono: 054-382038 Anexo 1186 Celular: 959670257 RPM: 959670257

[lnaavet@ucsm.edu.pe](mailto:lnaavet@ucsm.edu.pe)



Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Sr(es.)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Abancay  
Apurímac



LNAA/ 112/113/2019

Resultados obtenidos de muestras remitidas por el solicitante y corridas en duplicado

**Características Físico-químicas**

Todos los resultados en base seca:

Parámetros Nutricionales	Muestra	A. Bal/Arcilla chaco 0.25%	A. Bal/Arcilla chaco 0.50%
	Código	112-19	113-19
Humedad (H)	(%)	7.42	8.21
Materia Seca Total (MST)**	(%)	92.58	91.79
Proteína cruda (PC)	(%MS)	18.37	18.97
Extracto etéreo (EE)	(%MS)	3.01	3.28
Fibra detergente neutro (FDN)	(%MS)	18.65	19.02
Fibra detergente ácido (FDA)	(%MS)	9.92	10.59
Cenizas (CZS)	(%MS)	7.66	8.65
Carbohidratos no fibrosos (CNF)	(%MS)	52.31	50.08

*Jorge L. Zebalpa Paredes*  
JORGE L. ZEBALPA PAREDES MVZ, M.Sc.  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
O.M.V.R. 5024

Arequipa, 09 de agosto del 2019

\*\* Sólidos totales obtenidos en estufa a 105 °C x 3h

MS, Humedad, PC, EE, CZS según AOAC, (1990)

FDN, FDA, LDA, según Van Soest y Roberston, (1991), modificado por ANKOM, (2005)

FC según ANKOM (2005)

PIDN, PIDA, según Van Soest y Roberston, (1991), modificado por ANKOM, (2005)

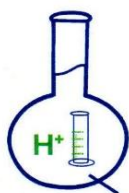
pH, método potenciométrico Hanna Instruments

LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL - UCSM E.P. MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Teléfono: 054-382038 Anexo 1186 Celular: 959670257 RPM: 959670257

[lnaavet@ucsm.edu.pe](mailto:lnaavet@ucsm.edu.pe)





# MC QUIMICALAB

De: Ing. Mario Cumpa Cayuri

LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES:  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10238409077 - COVIDUC A4 (SAN SEBASTIAN) CEL: 974673993 - 946887776

## INFORME N° LQ 0112-19

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE SUELO

SOLICITA :

TESISTA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC.

- YURY ADOLFO MEJÍA AQUINO.

TESIS : "ARCILLA DE ESMECTITA EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*cavia porcellia*),  
RECRÍA II, ABANCAY APURÍMAC"

MUESTRA : Chacco - A3

FECHA DE INFORME : 05/06/2019

### RESULTADOS:

DETERMINACIONES		UNIDADES	
pH			7.2
Óxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	20.5
Óxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	%	70.2
Óxido de calcio	CO	%	4.7
Óxido de magnesio	MgO	%	1.5
Cloruro de sodio	NaCl	%	0.48

**MÉTODOS DE ANÁLISIS:** El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.

MARIO CUMPA CAYURI  
INGENIERO QUIMICO  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188

MC QUIMICA LAB CUSCO  
Lic. Maria L. Gutierrez Holgado  
ADMINISTRADORA