

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA VITAMINA C (SINTÉTICA Y  
NATURAL) EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO DE CUYES (*Cavia  
aparea porcellus*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE  
PATACAMAYA**

**POR:**

**FLAVIO VLADIMIR QUISPE CARVAJAL**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2018**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA VITAMINA C (SINTETICA Y NATURAL) EN  
LA ETAPA DE CRECIMIENTO DE CUYES (*Cavia aparea porcellus*) EN LA  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PATACAMAYA**

*Tesis de Grado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**FLAVIO VLADIMIR QUISPE CARVAJAL**

**Asesores:**

Ing. Agr. Ruben Tallacagua Terrazas

.....

**Tribunal Revisor:**

Dr. Gonzalo Felix Romero Chávez

.....

Ing. Patricia Fernández Osinaga

.....

Ing. Héctor Cortéz Quispe

.....

**APROBADA**

Presidente Tribunal Examinador

.....



**DEDICATORIA:**

*La presenté tesis la dedicó a mi familia, principalmente a mis hijos jade, Fabián, raziel, hanael; para quien ningún sacrificio es suficiente, con su luz que ilumino mi vida e hizo mi camino más claro, por el apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.*

*A mis padres: Víctor y Juana que fueron el pilar fundamental en mi formación profesional por brindarme el apoyo, confianza, consejos y recursos para lograr una de mis metas trazadas.*

*A mis amigos (as) que me apoyaron en cada momento de mi formación académica.*

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios por ser mi guía en cada paso que doy y por darme la oportunidad de concluir mi meta profesional.

Al plantel de docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, quienes hicieron posible mi formación personal y profesional.

A la Estación Experimental de Patacamaya, por abrirme las puertas de la estación para realizar el trabajo de tesis.

Al Ing. Agr. Ruben Tallacagua Terrazas, por su apoyo incondicional a la hora de realizar este trabajo, y por su confianza, amistad depositada en mí.

A los distinguidos miembros del Tribunal Revisor Dr. Gonzalo Felix Romero Chávez, Ing. Patricia Fernández Osinaga, Ing. Hector Cortéz Quispe, por su apoyo constante, por confiar en mi persona y cuadyubar en la conducción del presente trabajo de investigación.

A todos mis amigos, amigas y a todos mis compañeros(as), por el apoyo incondicional en cada momento, desde el trabajo de campo hasta la culminación del presente trabajo.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS .....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	viii
RESUMEN.....	ix

## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
2.1.1. Objetivo general .....	2
2.1.2. Objetivos específicos.....	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA .....	4
3.1. Origen del cuy.....	4
3.2. Clasificación zoológica.....	4
3.3. Infraestructura productiva del cuy .....	5
3.4. Tipos de cuy .....	7
3.4.1. Cuyes mejorados o tipo A:.....	7
3.4.2. Cuyes criollos o tipo B: .....	7
3.5. Características del comportamiento.....	8
3.6. Crecimiento .....	8

3.6.1.	Factores que influyen en el Crecimiento .....	9
3.6.2.	Características del crecimiento en cuyes.....	9
3.7.	Fisiología digestiva .....	9
3.8.	Alimento balanceado .....	10
3.8.1.	Beneficios de los alimentos balanceados .....	12
3.8.1.1.	Elaboración de alimentos balanceados .....	12
3.8.1.2.	Ingredientes .....	13
3.8.2.	Alimentación de cuyes.....	18
3.8.2.1.	Sistemas de alimentación de cuyes .....	19
3.8.2.2.	Alimentación con forraje.....	20
3.8.2.3.	Indicador del consumo de forrajes .....	21
3.8.2.4.	Alimentación mixta (forraje y balanceado).....	22
3.8.2.5.	Alimentación a base de (balanceados) .....	23
3.8.2.6.	Alimentación a base de concentrado .....	25
3.9.	Requerimientos nutricionales.....	25
3.10.	Necesidades nutritivas del cuy.....	27
3.11.	Requerimientos de la Vitamina C.....	28
3.11.1.	Deficiencia de Vitamina C o vitamina antiescorbútica.....	30
3.11.2.	Fuentes de Vitamina C.....	32
3.11.2.1.	Generalidades del limón.....	32
3.11.2.2.	Composición del limón .....	33
3.11.3.	Variedades de limón.....	34
3.11.4.	Vitamina sintética .....	35

3.11.4.1.	Ácido ascórbico.....	36
3.11.4.2.	Propiedades químicas del ácido ascórbico.....	36
3.12.	Principales enfermedades del cuy y su control .....	36
3.12.1.	Salmonelosis.....	37
3.12.2.	Neumonía .....	38
3.12.3.	Linfadenitis.....	39
3.12.4.	Micosis.....	39
3.13.	Indicadores zootécnicos .....	39
3.13.1.	Ganancia de peso vivo.....	40
3.13.2.	Crecimiento relativo.....	40
3.13.3.	Velocidad de Crecimiento o Ganancia Media Diaria.....	41
3.13.4.	Conversión alimenticia .....	41
3.13.5.	Digestibilidad.....	43
4.	MATERIALES Y METODOS.....	45
4.1.	LOCALIZACION.....	45
4.1.1.	Ubicación geográfica de la provincia Aroma.....	45
3.1.2.	Ubicación geográfica de la Estación Experimental Patacamaya.....	46
3.1.3.	Características ecológicas .....	47
3.1.3.1.	Clima.....	47
3.1.3.2.	Temperatura.....	47
3.1.3.3.	Precipitación Pluvial .....	48
3.1.3.4.	Suelos .....	48
3.2.	Materiales .....	49

4.1.2.	Material biológico .....	49
4.1.3.	Alimentos empleados .....	49
4.1.4.	Insumos sanitarios.....	49
4.1.5.	Pozas .....	49
4.1.6.	Comederos y bebederos .....	49
4.1.7.	Material Complementario.....	49
4.1.8.	Material de gabinete .....	50
4.2.	Metodología .....	50
4.2.1.	Etapa 1 .....	50
4.2.1.1.	Selección del animal .....	50
4.2.1.2.	Formulación de la ración .....	50
4.2.2.	Etapa 2.....	51
4.2.2.1.	Fase experimental .....	51
4.2.3.	Análisis estadístico .....	52
4.2.3.1.	Diseño experimental .....	52
4.2.3.2.	Modelo estadístico .....	52
4.2.4.	Croquis de la unidad.....	53
4.2.5.	VARIABLES DE RESPUESTA.....	53
4.2.5.1.	Análisis de la varianza de la vitamina C .....	53
4.2.5.2.	Ganancia de peso .....	53
4.2.5.3.	Conversión alimenticia .....	54
4.2.5.4.	Velocidad de crecimiento .....	54
4.2.5.5.	Porcentaje de mortalidad .....	54

5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	55
5.1.	Análisis de varianza para el peso del cuy .....	55
5.2.	Ganancia de peso.....	60
5.3.	Conversión alimenticia.....	61
5.4.	Velocidad de crecimiento.....	62
5.5.	Porcentaje de morbilidad y mortalidad .....	62
6.	CONCLUSIONES .....	65
7.	RECOMENDACIONES.....	67
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	68

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Clasificación taxonómica .....	4
Cuadro 2.	Composición de forrajes de uso común.....	21
Cuadro 3.	Consumo Promedio de Forraje Verde, por día y por Cabeza .....	22
Cuadro 4.	Consumo de Concentrado por día y por Cabeza.....	24
Cuadro 5.	Requerimientos nutritivos del cuy .....	26
Cuadro 6.	Necesidades nutritivas del cuy .....	28
Cuadro 7.	Características de la ración .....	51
Cuadro 8.	Análisis de varianza para el peso del cuy .....	55
Cuadro 9.	Prueba de medias Duncan para el peso, factor A (sexo).....	55
Cuadro 10.	Prueba de medias Duncan para el factor B .....	57
Cuadro 11.	Prueba de medias Duncan para el factor A x B .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Provincia Aroma .....	45
Figura 2. Ubicación del Centro Experimental de Patacamaya.....	46
Figura 3. Ubicación del Área de estudio.....	46
Figura 3. Prueba de medias Duncan para el factor A.....	56
Figura 4. Prueba de medias Duncan para el factor B.....	57
Figura 5. Prueba de medias Duncan para el factor A x B.....	59
Figura 6. Ganancia de peso.....	60
Figura 7. Conversión alimenticia del cuy.....	61
Figura 8. Velocidad de crecimiento del cuy.....	62

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. ....	75
Anexo 2. ....	76
Anexo 3. ....	77
Anexo 4. ....	78
Anexo 5. ....	79
Anexo 6. ....	80

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la estación experimental de Patacamaya a 101 kilómetros de la sede de gobierno, dependiente de la facultad de Agronomía UMSA.

Con el objetivo de probar el uso de vitamina C (sintética y natural) al 12 % de su peso vivo, en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia aparea porcellus*) se utilizaron 24 cuyes, 12 machos y 12 hembras.

En la presente investigación se propuso elaborar un alimento concentrado con un contenido vitamina C de 310ml de limón adecuado para la crianza y engorde de cuyes, con todos los nutrientes que necesita el cuy de una manera más segura y económica, fácil de realizar y que genere un animal de mayor peso y calidad que nos permita obtener ganancia de peso en corto tiempo, incrementar la rentabilidad, y que sea beneficioso para el pequeño productor, sobre los parámetros de análisis de varianza fue altamente significativa con un coeficiente de variación del 15,9%, la cual se considera datos confiables, también las variables fueron: el incremento de peso con 23,5 en machos y hembras hasta 56,5, conversión alimenticia obteniendo el T2 con 2,91 y el T3 con 0,33 en machos a diferencia de las hembras con 1,47 el T3 y el T2 con 0,96, a diferencia del T1 en que existió mortalidad, en el porcentaje de mortalidad obteniendo un 66,6% los resultados serán divulgados a las comunidades aledañas para contribuir al mejoramiento de su calidad de vida de las personas y permita una fuente de generación de empleo. Esto impulsa más tiempo para realizar trabajos de investigación que estén encaminados a mejorar la producción, como es la alimentación y mejorar los ingresos económicos de los pequeños productores.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cuy es un roedor monogástrico originario de los Andes Sudamericanos, en Bolivia la crianza está concentrada en la región de los valles Alto Andinas, es un producto de carne con alto valor nutritivo (Rico y Rivas, 2000).

Es un Mamífero roedor originario de la zona andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. Este animal es productor de carne y es conocido como Curí, y constituye un producto alimenticio, de alto valor biológico y da seguridad alimentaria a la población rural de escasos recursos. (Cardozo, 1984)

El cuy presenta buena fertilidad, periodos cortos de gestación, prolificidad, rápido desarrollo, rusticidad, fácil crianza, calidad de proteína, poco exigentes en la alimentación y de regular aceptación en el mercado. Estas características son perfectas para fomentar la crianza familiar- comercial en el altiplano.

La alimentación consiste, en hacer una selección y combinación adecuada de los diferentes nutrientes que tienen los alimentos, con el fin de obtener una eficiencia productiva desde el punto de vista económico y nutricional. Es por eso que el limón al ser un alimento con alto contenido de vitamina C, puede ayudar a mejorar su producción y crecimiento.

Al mejorar el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza, aprovechar su precocidad, prolificidad, así como su habilidad reproductiva. Los cuyes como productores de carne precisan del suministro de una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra al suministrar únicamente forraje, a pesar de que el cuy tiene una gran capacidad de consumo.

Una gran mayoría de animales y plantas son capaces de sintetizar vitamina C, a través de una secuencia de pasos enzimáticos (D-glucuronato, L-gulonato, L-gulonolactona, 2-ceto-L-gulonolactona y L-ascorbato), los cuales convierten la glucosa en vitamina C. La glucosa necesaria para producir ascorbato en el hígado (en mamíferos) es extraída del glucógeno, por esto la síntesis de ascorbato es un proceso glicólisis-dependiente.

La vitamina C es una vitamina hidrosoluble. Es necesaria para el crecimiento y desarrollo normales. Las vitaminas hidrosolubles se disuelven en agua. Las cantidades sobrantes de la vitamina salen del cuerpo a través de la orina. Eso quiere decir que la persona necesita un suministro constante de tales vitaminas en la dieta.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de la vitamina C (sintética y natural) en la etapa de crecimiento de cuyes (*cavia aparea porcellus*) en la estación experimental de Patacamaya.

### **2.1.2. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de la adición de la vitamina C (sintética y natural), en la etapa de crecimiento según el sexo.
- Determinar la ganancia de peso del alimento balanceado con adición de vitamina c (sintética y natural).
- Determinar la conversión alimenticia en la alimentación de cuyes con vitamina C.
- Determinar la velocidad de crecimiento según el sexo y tratamiento.

- Determinar el porcentaje de mortalidad de los cuyes con adición de vitamina C (sintética y natural).

### **2.3. Hipótesis**

**Ho:** Bajo la aplicación del efecto de la vitamina c (sintética y natura) en la alimentación de cuyes (*Cavia aparea porcellus*) no existe diferencias entre los índices zootécnicos (ganancia de peso, conversión alimenticia, crecimiento relativo y mortalidad)

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

#### 3.1. Origen del cuy

Cortez, (2001), Menciona que el cuy es originario de la zona andina de Sud América, su distribución abarca desde Chile, Argentina y los países de Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia. Fue domesticado y criado desde hace 400 años a de C.; en la época incaica se utilizaba su carne como fuente de alimentación.

#### 3.2. Clasificación zoológica

Según Huckinghus (1961), quien menciona que si el cuy fuera una especie independiente se llamaría ***Cavia porcellus***, pero dado que el cuy es una especie domesticada, originada de una especie troncal silvestre, y las deferencias no trascienden a un nivel definitivo (genético), su nombre científico sería ***Cavia aparea porcellus***. En resumen la clasificación taxonómica sería la siguiente:

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica**

Reyno	Animalia
Phyllium	Chordata
Clase	Mammalia
Subclase	Theria
Infra clase	Eutheria
Orden	Rodentia
Suborden	Hystricomorpha
Familia	Caviidae
Genero	Cavia
Especie	Cavia aparea porcellus

FUENTE: Ckinghus (1961).

### **3.3. Infraestructura productiva del cuy**

Las condiciones a tener en cuenta en el diseño y construcción del galpón para la cría de cuyes son: a) ubicación del sitio, b) orientación de la construcción, c) materiales y d) adecuaciones e implementos.

El galpón debe quedar ubicado en un terreno bien drenado para evitar el exceso de humedad, cerca de las praderas para facilitar la provisión de forraje, debe ser independiente de las demás construcciones, disponer de área para futuras ampliaciones y contar con vía de acceso para facilitar el ingreso de los insumos y la salida de la producción.

La orientación del galpón debe estar en función del clima: En climas fríos el eje longitudinal se debe orientar en el sentido de los vientos predominantes y la construcción debe quedar a plena exposición de los rayos solares, con el fin de que esta permanezca caliente durante la noche; en clima caliente se debe tener en cuenta que la temperatura, la humedad, la ventilación y la iluminación guarden cierto equilibrio, ya que las temperaturas extremas (menores de 5 °C y mayores de 35 °C) son perjudiciales para los animales; la temperatura ideal es de 15 °C a 18 °C. Cuando la temperatura ambiental se eleva demasiado, los animales reducen el consumo de alimento, pierden peso, baja la tasa de nacimientos y se incrementa la mortalidad. Por otra parte, mediante una adecuada ventilación se controla la humedad y se reducen los olores amoniacales, así como la presencia de bacterias, hongos y parásitos (Argote, F. E. y Cuervo, R. A., 2011).

Los materiales deben ser en lo posible de fácil consecución, económicos y funcionales; ladrillo, adobe, madera, esterilla, entre otros. En zonas por debajo de los 1.500 metros sobre el nivel del mar se recomienda confinar los cuyes en jaulas al aire libre bajo techo. En climas fríos los muros pueden ser en ladrillo o madera y no deben sobrepasar los 2 metros de altura, dejando en la parte superior un

espacio libre de 60 centímetros para las ventanas, la cuales deberán estar provistas de mallas y cortinas; con estas se busca favorecer la ventilación y salida de malos olores, impedir la entrada de otros animales potencialmente portadores de enfermedades y proteger a los cuyes del frío y del viento. Por su parte, el techo puede ser elaborado con materiales disponibles en la zona, teniendo precaución de instalar algunas tejas transparentes para permitir la entrada de luz solar, con el fin de controlar la humedad, mejorar el ambiente dentro del galpón y facilitar el manejo de los animales; el piso debe estar construido en cemento, dejando un desnivel para facilitar el lavado y aseo (Argote, F. E. y Cuervo, R. A., 2011 y Corpoica, 1997).

Dentro de las principales adecuaciones e implementos necesarios para el manejo de los cuyes durante las diferentes etapas del proceso productivo se tienen:

- **Pozas:** Corresponden a un sistema de alojamiento; tienen diferentes dimensiones: según el uso que se les dé y el espacio disponible dentro del galpón, pueden ser de 1,5 metros de largo, 1 metro de ancho y 0,5 metros de alto. En las pozas de apareamiento se alojan de seis a ocho hembras por macho y por cada poza de apareamiento se debe tener dos pozas con capacidad de alojar 12 animales destetos. Se puede construir pozas de 2 metros de largo por un metro de ancho y 50 centímetros de alto para albergar hasta 15 cuyes de levante.
- **Jaulas:** Este sistema de alojamiento ofrece algunas ventajas frente al sistema de pozas, como: permitir la separación de los animales por sexo para controlar el apareamiento y facilitar la selección; ocupar menos espacio y no requerir cama, lo cual reduce los costos; facilitar el manejo y el control sanitario y racionalizar el suministro del alimento. Las jaulas pueden ser de uno o dos pisos, con estructura en madera y malla con abertura de un centímetro por un centímetro que permita el paso de los excrementos;

las jaulas de un piso deben ser de 75 centímetros de profundidad y 50 centímetros de altura y estar aisladas del suelo mínimo a 65 centímetros de altura.

- **Comederos y pasteras:** Se recomienda que los comederos sean móviles y además de contener el pasto sirvan para separar las pozas, dando la posibilidad de alimentarse a los animales de las dos pozas.

Así se podrá aprovechar mejor el espacio y aumentar o reducir el tamaño de la poza de acuerdo con el número de animales. Se pueden utilizar tolvas de madera o metálicas para suministrar el concentrado; las pasteras deben estar hechas preferiblemente con malla de alambre galvanizado y de forma triangular o rectangular, en donde se dispondrá el pasto fresco. La abertura de la malla deberá ser de dos pulgadas de diámetro para facilitar a los animales obtener el alimento (Argote, F. E. y Cuervo, R. A., 2011).

### **3.4. Tipos de cuy**

#### **3.4.1. Cuyes mejorados o tipo A:**

Corresponden a cuyes mejorados que tienen una conformación marcada dentro de un paralelepípedo y se caracterizan por tener nariz roma y ser razas productoras de carne. Tiene buena longitud y profundidad, estos expresan el mayor grado de desarrollo muscular que está fijada en una buena base ósea, además son de temperamento tranquilo, responde a un buen manejo y tiene excelente conversión alimenticia (Vivas J., 2009).

#### **3.4.2. Cuyes criollos o tipo B:**

Corresponde a los cuyes de forma angulosa cuyo cuerpo es poco profundo y de desarrollo muscular escaso, la cabeza es triangular y alargada con una mayor

variabilidad en el tamaño de las orejas, además son de temperamento muy nervioso lo que hace dificultoso su manejo (Vivas J. , 2009).

### **3.5. Características del comportamiento**

Los cuyes por su docilidad se crían como mascotas en diferentes países, también son apreciados en los bioterios como animal experimental por su temperamento tranquilo y fácil manejo, habiendo una mayor selección de algunas líneas albinas por su mayor mansedumbre.

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 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 muestran una inflexión, en cambio las hembras muestran mayor docilidad por lo que se las puede manejar en grupos de mayor tamaño (Veloz, 2005).

Usca, (1998), citado por Rosales, (2012), expresa que los cuyes machos en recría buscan jerarquizarse e inician peleas hasta ordenarse socialmente. Los cuyes machos son más lentos para alcanzar la madurez sexual aunque muestran interés por las hembras a temprana edad.

### **3.6. Crecimiento**

El crecimiento es el proceso por el cual se aumenta el volumen de la materia viva en un organismo, por lo tanto el crecimiento es el incremento de masa resultado del mayor tamaño de las células, número de células o ambas funciones.

### **3.6.1. Factores que influyen en el Crecimiento**

El crecimiento es un fenómeno complejo que está influenciado por varios factores como la hormona del crecimiento (STH), somatomedinas, hormonas tiroideas T3 y T4, andrógenos, estrógenos, glucocorticoides, insulina, factores genéticos y fundamentalmente por la nutrición (Villem, 1998).

### **3.6.2. Características del crecimiento en cuyes**

Los cuyes alcanzan a una edad temprana un peso adecuado para el consumo, venta o reproducción, facultad que depende de varios factores como nutrición, genética, medio ambiente, sistemas de manejo, herencia, tipo de animal, entre otros (Esquivel, 1994).

La velocidad de crecimiento de los cuyes se expresa de forma estable desde el nacimiento hasta los 84 - 91 días de edad, a partir de este momento el crecimiento es más lento viéndose afectada negativamente la conversión alimenticia (Apráez *et al.*, 2010).

### **3.7. 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, 1994)

Bustamante (1997) argumenta, que 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 partícula del digesto a tal 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, el cuy posee un estómago glandular simple seguido de un intestino delgado que alcanza 125cm 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 continuada por las enzimas biliares, pancreáticas y entéricas, para ser absorbido 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 al colon proximal puede contener hasta el 65% de la digesta y alberga microorganismos fermentadores (Chauca, 1995).

A pesar de los procesos ocurridos en el estómago y el intestino delgado la pared celular contenida en la materia vegetal transita casi intacta hacia el ciego, lugar que contiene una flora muy compleja, cuyas enzimas tienen acción degradativa sobre la pared celular.

La acción de estas enzimas se conoce como digestión fermentativa y se lleva a cabo en aproximadamente 48 horas, producto de este proceso se obtienen 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 (Rico y Rivas, 2003).

### **3.8. Alimento balanceado**

ASOPROCUY (2008), Indica que el alimento balanceado es la mezcla homogénea de ingredientes en diferentes proporciones, formulada para satisfacer en lo posible todas las necesidades de una población animal, debe ser suministrada como un único alimento. En otras palabras, alimento compuesto que asegure una ración diaria balanceada o una dieta equilibrada. En elaboración de alimento balanceado, se utilizan varios ingredientes en especial los que se dan en la zona entre otros.

Según Aliaga (1993) establece que los alimentos balanceados constituyen, hoy en día, una alternativa para el suministro estratégico de minerales, proteínas y energía para los animales. La formulación nutricional es un material alimenticio

balanceado, en forma sólida que provee constante y lentamente al animal sustancias nutritivas. La dureza, el factor más importante del alimento, depende de una buena compactación en cantidad y calidad de los insumos.

Tobar et al. (2010) menciona que los alimentos balanceados nutricionales constituyen una tecnología para la fabricación de alimentos sólidos y que contienen una alta concentración de energía, proteína y minerales. Son preparados utilizando maíz, trigo, cebada, torta de soya y melaza. Adicionalmente puede incluirse, minerales, sal. Generalmente el uso de los alimentos balanceados nutricionales es una alimentación estratégica durante la época seca, son resistentes a la intemperie y son consumidos lentamente por lo que garantiza el consumo dosificado de ingredientes. La época de sequía es la más difícil en cuanto a alimentación.

Novoa et al. (2010) reporta que los alimentos balanceados se pueden elaborar con gran variedad de ingredientes, dependiendo de la oferta en la finca, en el mercado, la facilidad para adquirirlos y el valor nutritivo de los mismos.

Rubio (2010) menciona que los alimentos balanceados, son una mezcla sólida de diferentes alimentos que aportan proteína, energía, minerales y vitaminas a los animales, a los cuales se les puede agregar desparasitantes y vitaminas entre otros productos. Su composición varía de acuerdo a los ingredientes presentes en cada región, pero en general están compuestos por alimentos ricos en azúcares como la melaza en una proporción de hasta el 40 %; sustancias que proporcionan nitrógeno no proteico como la urea y el sulfato de amonio en un 2 al 10 %; otra fuente de nitrógeno la cual puede agregarse hasta en 28 %, sales minerales en un 3 al 8 %; cal o bentonita en un 8 al 10 %; sal grano en un 5 al 10 %; alimentos como el maíz y sorgo molido, la canola, la torta de soya, la harina de carne o de pescado, entre otros que van en un 15 al 30 %; el salvado de trigo y heno de

alfalfa en un 15 al 30 %; la pastura o rastrojo molido en un 3 % y otros ingredientes como el azufre, antiparasitarios y vitaminas en un 0.5 %.

FAO (2010) menciona que los alimentos balanceados son formados de una mezcla de forraje, rastrojo, hojas de madreado; maíz, trigo, cebada y sorgo molido; además sales minerales y otros productos como cal o sal. Estos materiales, una vez mezclados y apilados en forma de polvo, complementan proteínas, minerales y energía. El uso de alimento ayuda a que no sufra pérdida de peso, en épocas donde escasea el forraje.

### **3.8.1. Beneficios de los alimentos balanceados**

FAO (2010) advierte que los balanceados nutricionales es una forma de completar la alimentación con proteínas, energía y minerales. Se aprovechan los residuos de la cosecha, leguminosas y otros recursos disponibles. Es de uso inmediato y puede ser suministrado en todo tiempo. Además, los alimentos balanceados nutricionales, pueden elaborarse fácilmente en el propio lugar, con componentes locales de tamaño y peso adecuado para su manipulación y transporte, de alta palatabilidad para los animales y sin desperdicio.

Cipar (2004) indica que las formulaciones nutricionales se pueden elaborar fácilmente en el propio lugar, con componentes locales de tamaño y peso adecuado para su manipulación y transporte, de alta palatabilidad para los animales y sin desperdicios. El uso de alimentos balanceados nutricionales incrementa pesos al nacimiento y al destete, produce mejoría en cuyes llegando al periodo de preñez en más corto tiempo.

#### **3.8.1.1. Elaboración de alimentos balanceados**

Según Moncayo (2012) menciona que el alimento balanceado está constituido esencialmente por carbohidratos, fibra, proteínas, lípidos, minerales, vitaminas y

aditivos en proporciones adecuadas. Para su preparación se requiere materia prima de calidad apropiada, que reúne las características físico-químicas y microbiológicas para obtener un producto final, que cumpla con los requerimientos alimenticios y sanitarios para los animales monogástricos como el cuy. Debe señalarse que en la formulación es importante contemplar la incorporación de aditivos que le permitan mantener las condiciones adecuadas en su tiempo de vida útil, así como requerimientos en vitaminas y microelementos.

### **3.8.1.2. Ingredientes**

FAO (2010) indica que en los alimentos balanceados nutricionales se pueden emplear la semilla de cereales, harina de trigo, cebada, maíz, torta de soya, sal, melaza entre otros.

#### **a) Proteína**

Costales et al. (2012) Informa que las proteínas son necesarias para la formación de músculos, órganos internos y líquidos como la leche y sangre, su disminución ocasiona disminución de la producción de la leche, retraso en el crecimiento, pérdida de peso, problemas reproductivos y bajo peso al nacimiento, los niveles que requieren los animales están entre el 13 y 18 % dependiendo de la edad del animal.

Según Church et al. (2002) menciona que las proteínas son constituyentes orgánicos esenciales de los organismos vivos y son los nutrientes que se hallan en mayor cantidad en el tejido muscular de los animales. El porcentaje de proteínas que se requieren en la alimentación es mayor en el caso de animales jóvenes en crecimiento y declina de manera gradual hasta la madurez, cuando solo se requiere una cantidad de proteínas suficiente para mantener los tejidos corporales.

Jácome (2010) menciona que 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.

Según Chirinos (2005) indica que es importante evitar el exceso o déficit de proteína en las raciones, en el primer caso se produce un desbalance en la acción proteína energía lo cual disminuye el crecimiento normal, disminución de la fertilidad y de la producción de leche. Por lo que se debe manejar niveles o porcentajes de proteína y una relación de aminoácidos acorde al estado fisiológico, etapa productiva, condiciones climáticas y línea genética.

Según Revista AFABA (2007) indica que la síntesis o formación de tejido corporal requiere del aporte de proteína, por lo que un suministro inadecuado, da lugar un menor peso al nacimiento, crecimiento retardado, baja producción de leche, infertilidad y menor eficiencia en la utilización de los alimentos.

## **b) Energía**

Costales et al. (2012) indican que la energía es esencial para todos los procesos vitales, como caminar, orinar, respirar, transformar la proteína del forraje en proteína asimilable por el organismo del animal. El exceso de energía se almacena en forma de grasa en el cuerpo del animal. Los niveles de energía deben ser mayores a 3.000 kcal de energía digestible por kilogramo de la ración en el balanceado.

Hidalgo (2002) señala que los requerimientos de energía es la más importante de los nutrientes para el cuy. El requerimiento también varía con la edad, actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura ambiental. Los nutrientes como los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al cuy, cuando son utilizadas por los tejidos corporales. Sin embargo, la mayor parte de la

energía es suministrada por los carbohidratos (almidones y tejidos fibrosos) de los alimentos de origen vegetal.

Según Chirinos (2005) la energía es otro de los factores esenciales para cumplir con las funciones vitales del animal, son necesarias para caminar, contrarrestar el frío, producción y el mantenimiento del cuerpo. Cuando existe un exceso de energía en la alimentación, esta con mucha facilidad se almacena como grasa dentro del cuerpo. Las principales fuentes de energía proporcionan los hidratos de carbono y las grasas de los alimentos, que provienen generalmente de los concentrados y balanceados, o a su vez, del grupo de las gramíneas.

Gómez (2010) indica que las necesidades de energía, es lo más importante para el cuy y varía con edad, estado fisiológico, actividad del animal, nivel de producción y temperatura ambiental. Algunas investigaciones concluyen que el contenido de energía de la dieta afecta el consumo de alimento; observando que los animales tienden a un mayor consumo de alimento a medida que se reduce el nivel de energía en la dieta.

### **c) Fibra**

Según FAO (2010) el aporte de fibra está dado básicamente por el consumo de los forrajes que son fuente alimenticia esencial para los animales. El suministro de fibra de un alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta. Sin embargo, las raciones balanceadas recomendadas para cuyes deben contener un porcentaje de fibra no menor de 18 por ciento.

Quinatoa (2012) reporta que los cuyes deben recibir dietas con 18 % de fibra, para facilitar el retardo de los movimientos peristálticos, que hace permanecer mayor tiempo la ingesta en el tracto digestivo permitiendo un mejor mecanismo de absorción de los nutrientes.

Jácome (2010) indica que los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van del 15 al 18 por ciento. Cuando se trata de alimentar a los cuyes como animal de laboratorio, donde solo reciben como alimento una dieta balanceada, ésta debe tener porcentajes altos de fibra. Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto digestivo.

#### **d) Vitaminas**

Vivas (2010) menciona que la vitamina limitante en los cuyes es la vitamina C. Por eso es conveniente agregar un poco de esta vitamina en el agua de sus bebederos (ácido ascórbico 0.2 g/litro de agua pura).

Padilla (2006) acota que las vitaminas activan las funciones del cuerpo. Ayudan a los animales crecer rápido, mejoran su reproducción y los protegen contra varias enfermedades. Las vitaminas más importantes en la alimentación de los cuyes es la C, su falta produce serios problemas en el crecimiento y en algunos casos pueden causarles la muerte. El proporcionar forraje fresco al animal asegura una suficiente cantidad de vitamina C.

Según Gómez (2010) las vitaminas son esenciales para el crecimiento y el bienestar del cuy, ayuda en la asimilación de los minerales, proteína y energía. En el cuy igual que el mono y el hombre, son los únicos, que no pueden sintetizar la vitamina C. Por lo que es muy importante el suministro, que se obtiene cuando en la dieta diaria se ofrece pasto verde, fresco y de buena calidad.

## **e) Minerales**

Costales et al. (2012) informan que los minerales son los elementos fundamentales en todos los procesos vitales del organismo animal. Los minerales forman parte de los huesos, músculos y nervios. Si el animal tiene a disposición sal mineralizada, es capaz de regular la cantidad que debe consumir, de acuerdo con sus propias necesidades.

Vivas (2010) señala que los principales minerales que deben estar incluidos en las dietas son: calcio, fósforo, magnesio y potasio; el desbalance de uno de éstos en la dieta produce crecimiento lento, rigidez en las articulaciones y alta mortalidad. La relación de fósforo y de calcio en la dieta debe ser de 1 a 2 g.

Álvares (2003) indica que los minerales son la parte fundamental en la alimentación de los cuyes, siendo importante los aportes de calcio, fósforo, potasio y otros, los mismos que se encuentran en sales minerales de origen químico. A nivel de finca, los minerales se encuentran en las malezas o malas hierbas de la zona, evitando los de carácter tóxico que existen en todas las zonas y que son plenamente identificadas por los productores.

Gómez (2010) menciona que muchos de los minerales están presentes en suficientes cantidades en los ingredientes comunes utilizados en la alimentación en base a forraje y concentrado. Otros deben suministrarse a la dieta para asegurar su suministro.

Padilla (2006) indica que los minerales intervienen en la fisiología del organismo, y son parte de los líquidos corporales. Los más importantes son: Calcio, Fósforo, Potasio, Magnesio, Sodio y Cloro. El calcio y fósforo constituyen el sostenimiento de la base sólida del hueso. La deficiencia ocasiona falta de apetito, huesos frágiles, desproporción articular, parálisis tren posterior, abortos, agalactia.

## **f) Agua**

Huamán (2007) señala que el agua constituye el mayor porcentaje de todo organismo vivo y desempeña un papel fundamental en todos los procesos vitales. La cantidad de agua que necesita un animal depende de diversos factores entre ellos: tipo de alimentación, temperatura del ambiente en el que vive, clima, peso del animal, etc. La cantidad de agua que un animal necesita es el 10 % de su peso vivo. El agua es indispensable para un normal crecimiento y desarrollo. El consumo de agua debe hacerse en la mañana o al final de la tarde siempre fresca y libre de contaminación.

Según Chirinos (2005) es uno de los nutrientes más importante y esencial ya que forma el mayor componente del organismo (70% del peso vivo) los cuyes pueden obtener a través del agua de bebida. El agua contenida como humedad del alimento que es la fuente de abastecimiento y a través del agua metabólica. El forraje fresco generalmente cubre los requerimientos de agua de los animales sin embargo si existe la posibilidad de administrar agua se registra mayores parámetros productivos de los animales.

### **3.8.2. Alimentación de cuyes**

Goyes (2005) menciona que la alimentación de los cuyes es sobre la base de los pastos, porque los cuyes siempre muestran su preferencia hacia ellos. Los pastos sirven como fuente de agua, por lo que cuando el pasto no es fresco debe tener precaución de suministrar agua.

Vergara (2009) menciona que al igual que en otras especies, la nutrición de los cuyes requiere del conocimiento de las necesidades nutritivas de los animales, de la utilidad de las materias primas para generar producto animal y de las funciones y procesos dentro del animal, lo cuál va a permitir eficiencia en la producción de los cuyes. Los cuyes requieren alimentación variada, según se trate la etapa

fisiológica del animal, ya sea para lactancia, crecimiento, engorde y/o reproducción. Siendo necesario como requisito básico disponer de proteína, energía, fibra, minerales, vitaminas y el agua, que el cuy los obtiene de los diferentes tipos de alimentos empleados, ya sean a partir de las gramíneas, leguminosa, malezas, hortalizas, concentrados y balanceados.

Moncayo (2012) indica que La producción manifestada por el animal está determinada por dos aspectos fundamentales que se deben tener en cuenta y que son: el 75 % se debe a factores medio ambientales y el 25 % corresponde a los factores genéticos. Entre los factores ambientales se considera el clima, manejo y principalmente la alimentación; siendo este último importante ya que influye el 80 % (del 75 %) en la producción. De la cual se puede deducir que aunque el animal tenga buenas características genéticas sí las condiciones ambientales no la son favorables este no tendrá o demostrara una buena producción.

#### **3.8.2.1. Sistemas de alimentación de cuyes**

Según Revista AFABA (2007) el cuy, es una especie herbívora monogástrica, tiene dos tipos de digestión: la enzimática a nivel del estómago e intestino delgado y la microbial a nivel del ciego. A pesar que los cuyes se adaptan a varios tipos de alimentación, es indispensable nutrirlos adecuadamente para optimizar su crecimiento y engorde. Una dieta incluye forraje, balanceado, agua y vitamina C, es importante para estimular su desarrollo y evitar enfermedades.

Según Padilla (2006) expone 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 es solo nutrición aplicada, sino un arte complejo en el cual juegan importante papel los principios nutricionales y los económicos.

Urrego (2009) Indica que los cuyes tienen sistemas de alimentación se adaptan de acuerdo a la disponibilidad de alimento. La combinación de alimentos dada por la restricción, sea del concentrado que del forraje, hacen del cuy una especie versátil en su alimentación, pues pueden comportarse como herbívoro o forzar su alimentación en función de un mayor uso de concentrados. 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 los 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. De manera tradicional y equivocadamente se lo ha restringido de la dotación de agua, pero forrajes frescos proporcionan adecuadamente la ausencia de este líquido.

### **3.8.2.2. Alimentación con forraje**

Según Martínez (2005) el forraje es de gran valor nutritivo, alto en fibra y cultivado especialmente para alimentar rumiantes algunos monogástricos. Incluye pastos y leguminosas cortados en el momento adecuado de madurez y almacenados para preservar su calidad. El cuy es una especie herbívora monogástrica, su alimentación es sobre la base de forrajes verdes y ante el suministro de diferentes tipos de alimento, siempre demuestra su preferencia por el forraje. Las leguminosas por su calidad nutritiva, se comportan como una excelente fuente de nutrientes, aunque en muchos casos la capacidad de ingestión que tiene el cuy, no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos. Las gramíneas, tienen menor valor nutritivo por lo que es conveniente combinar especies de gramíneas y leguminosas, de esta manera enriquecer a las primeras. Los forrajes deben incluirse básicamente en todas las dietas de los cuyes, ya que proporcionan un efecto benéfico por su aporte de celulosa y constituyen fuente de agua y vitamina C, que los cuyes utilizan para cubrir sus necesidades

Según Padilla (2006) el cuy es un animal herbívoro, en la cual existen tipos de cuyes que muestran una mejor eficiencia como animales forrajeros, el cual puede criarse perfectamente solo con forraje seco de buena calidad. El cuy de 500 a 800 g de peso consume hasta el 30 % de su peso vivo. Se satisfacen sus exigencias en cantidades que van de 150 a 240 g de forraje por día.

**Cuadro 2. Composición de forrajes de uso común**

<b>ESPECIE</b>	<b>MATERIA SECA %</b>	<b>PROTEÍNA %</b>	<b>FIBRA %</b>	<b>CENIZA %</b>
Alfalfa	24,0	4,9	6,5	2,2
Maíz planta	32,7	9,3	30,0	6,1
Maíz hojas	24,0	2,1	6,2	1,6
Rygrass	16,9	17,1	15,5	10,3
King grass	27,4	8,9	28,1	13,7

**FUENTE:** Laboratorio de la UNALM, 2013.

### **3.8.2.3. Indicador del consumo de forrajes**

Jácome (2010) menciona que los forrajes deben suministrarse frescos, el forraje caliente por el sol o en proceso de fermentación produce timpanismo o empanzamiento. En zonas muy húmedas conviene pre-secar el forraje para disminuir la cantidad de agua lluvia o de rocío. El forraje debe pre-secarse a la sombra sin amontonarlo para evitar la fermentación. Cuando se cambia de forraje debe hacerse paulatinamente, sobre todo cuando se cambia de una gramínea a una leguminosa. El cambio brusco causa una desadaptación y destrucción de la flora intestinal sobre todo la del ciego. La cantidad de forraje suministrado en la dieta es importante, ya que en pequeñas cantidades pueden ocasionar

deficiencias en vitamina C y agua. Por otro lado, cantidades en exceso logran desplazamientos en el consumo de concentrado por el forraje, con lo cual se ve incrementados los coeficientes de conversión alimenticia, como consecuencia del mayor consumo de fibra.

**Cuadro 3. Consumo Promedio de Forraje Verde, por día y por Cabeza**

<b>TIEMPO/SEMANAS</b>	<b>CONSUMO gramos promedio/cabeza</b>
1	167
2	172
3	188
4	201
5	211
6	227
7	236
8	248
9	263
10	271
11	278
12	284
13	290

FUENTE: Aliaga (2000).

#### **3.8.2.4. Alimentación mixta (forraje y balanceado)**

Según Rico et al. (2003) consideran como tal al suministro de forraje más un balanceado el mismo que puede ser afrecho de trigo o residuo seco de cervecería más alfalfa o forraje, en una relación 30 y 70 lo cual permite que las heces no posean mucha humedad y se mantiene seca la posa. El forraje asegura la ingestión adecuada de fibra y vitamina C y en parte los requerimientos de algunos nutrientes, en tanto que el alimento concentrado satisface los requerimientos de proteína, energía, minerales y otras vitaminas, con esta alimentación se logra un rendimiento óptimo de los animales.

Según FAO (2010) la alimentación combinada es importante, porque a más de los forrajes, se emplean productos agrícolas de la finca, el nivel de fibra es importante en los mismos que equilibrados con concentrados proporcionan buenos resultados. La alimentación deberá proyectarse en función de los insumos disponibles, su valor nutritivo, su costo en el mercado y más factores de los que dependerá la rentabilidad.

#### **3.8.2.5. Alimentación a base de (balanceados)**

Álvarez (2003) menciona que el alimento balanceado es un compuesto de varios componentes que cubre todo los requerimientos nutricionales del cuy, pues contiene insumos con alto contenido de materia seca, siendo necesario el uso de vitamina C en el agua o en alimento tomando en cuenta que esta se descompone.

Moncayo (2012) sostiene que se llama concentrado a los productos y subproductos de origen animal o vegetal con alto contenido de materia seca y elevadas concentraciones de nutrientes comparados con los forrajes. Los concentrados comerciales son caros y su uso está limitado para los animales como suplo al forraje verde que en algún momento puede faltar en determinada época del año. Los concentrados elaborados con materias primas no tradicionales y con ingredientes de la zona son baratos y aunque los incrementos de peso son menores la evaluación económica resulta favorable. Cuando se utiliza concentrado más forraje en la alimentación de los cuyes, la conversión alimenticia es más eficiente 6 a 8, que solo forraje 8 a 12, los incrementos de peso de 0,010 a 0,012 kg por día y los consumos de alimento entre 0,062 a 0,066 kg de materia seca por día.

Rico et al. (2003) Establecen que bajo estas condiciones el consumo de balanceado para el animal por día se incrementan pudiendo estar entre 40 y 60 g. de balanceado /día /animal, lo cual depende de la calidad de la ración, la misma

que debe tener 9 por ciento de fibra y un máximo del 18 % y de preferencia debe en lo posible politizarse para reducir el desperdicio.

Jácome (2010) señala que los concentrados son mezclas balanceadas, las cuales son necesarias para los cuyes sobre todo en la etapa de crecimiento, reproducción y en los animales para reemplazo. Su uso es como un suplemento alimenticio, dado además del forraje verde. Se puede dar sólo, pero en ese caso hay que agregar vitamina C y agua para beber. Por otra parte, se indicó que el suplemento al forraje verde, con concentrados comerciales si bien reporta mayores incrementos de peso, sus utilidades económicas son relativamente menores, el consumo promedio de concentrado, se presenta en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Consumo de Concentrado por día y por Cabeza**

<b>TIEMPO/ SEMANAS</b>	<b>CONSUMO gramos /cabeza</b>
1	10,5
2	12,25
3	13,5
4	14,0
5	18,0
6	19,0
7	24,75
8	26,50
9	27,00
10	27,25
11	27,50
12	27,75
13	28,00

FUENTE: (Jácome 2010).

### **3.8.2.6. 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 insumos por animal por día se incrementan, pudiendo estar entre 40 y 60 gr/animal/día, esto dependiendo de la calidad de la ración.

Blanco (1996) menciona que el porcentaje mínimo de fibra debe ser 9% y el máximo 18%. Bajo este sistema de alimentación debe proporcionarse diariamente vitamina C. el alimento balanceado debe en lo posible peletizarse, ya que existe mayor desperdicio en las raciones en polvo.

### **3.9. Requerimientos nutricionales**

Cadena (2005) menciona que las necesidades de nutrientes varían a lo largo de la vida del animal, según la etapa fisiológica ya se trate de gazapos lactantes, destetados, en crecimiento, engorde, reproductores, hembras gestantes, hembras vacías y machos reproductores. Mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza de tal modo de aprovechar convenientemente su precocidad y prolijidad, así como su habilidad reproductiva. Las condiciones de medio ambiente, estado fisiológico y genotipo influirán en los requerimientos.

Según Gómez (2010) los niveles satisfactorios de nutrientes para crecimiento de cuyes en proteína total es entre 20 a 30 %, energía 65 a 70 % de NDT (nutrientes digeribles totales), fibra de 6 a 16 %, calcio 1 % 20 % , fósforo 0,60 %, magnesio 0,35 %, potasio 1,40 %. Siendo los niveles más importantes en la nutrición del cuy y la relación de calcio y fósforo de la dieta, evita una lenta velocidad de crecimiento, rigidez en las articulaciones y mortalidad. Los requerimientos para cuyes en crecimiento recomendados por la Academia nacional de los Estados

Unidos (NRC), para animales de laboratorio vienen siendo utilizados en los cuyes en la etapa de crecimiento.

**Cuadro 5. Requerimientos nutritivos del cuy**

<b>NUTRIENTES</b>	<b>CONCENTRACIÓN</b>
Proteína	20 %
Energía digestible	3000 Kcal/kg
Fibra	10%
Calcio	0,8 a 1,0%
Fosforo	0,4 a 0,7%
Magnesio	0,1 a 0,3%
Potasio	0,5 a 1,4%
Zinc	20 mg/kg
Hierro	50 mg/kg
Yodo	1 mg/kg
Vitamina A	1000 UI
Vitamina D	7 UI
Vitamina E	50 mg/kg
Vitamina K	5 mg/kg
Vitamina C	200 mg/kg
Riboflavina	3 mg/kg
Ácido pantoténico	20 mg/kg
Ácido fólico	4 mg/kg

Fuente: Gómez (2010)

Huamán (2007) reporta que el cuy, es una especie herbívora monogástrica, tiene dos tipos de digestión: enzimático, a nivel del estómago e intestino delgado, y microbial, a nivel del ciego. Su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración alimenticia. Este factor contribuye a dar versatilidad a los

sistemas de alimentación. Estos sistemas se pueden usar exclusivamente o en forma alternada, de acuerdo con la disponibilidad del alimento existente en los sistemas de producción (familiar y comercial), y su costo a lo largo del año.

Vivas (2010) menciona que la alimentación de cuyes requiere proteínas, energía, fibra, minerales, vitaminas y agua, en niveles que dependen del estado fisiológico, la edad y el medio ambiente donde se crían.

### **3.10. Necesidades nutritivas del cuy**

Blanco, (2006). El requerimiento de proteína es realmente el requerimiento de los distintos aminoácidos que la componen. Algunos aminoácidos son sintetizados mientras que otros no se sintetizan, entre ellos se encuentran la Arginina, Histidina, Isoleucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Triptófano, Treonina y Valina.

Así mismo Blanco (2006), indica que en estudios realizados, para evaluar niveles bajos (14%) y altos de (28%) de proteína en raciones para crecimiento señalan mayores ganancias de peso, aumento en consumo y más eficiencia en los cuyes que recibieron las raciones con menores niveles proteicos. Porcentajes menores de 10%, producen pérdida de peso, siendo menor la medida que se incrementa el nivel de vitamina C.

**Cuadro 6. Necesidades nutritivas del cuy**

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18	18,0 a 22,0	13,0 a 17,0
Energía Digestible	Kcal/kg	2,8	3	2,8
Fibra	%	8,0 a 17,0	8,0 a 17,0	10
Calcio	%	1,4		0,8 a 1,0
Fosforo	%	0,8	0,8	0,4 a 0,7
Magnesio	%	0,1 a 0,3	0,1 a 0,3	0,1 a 0,3
Potasio	%	0,5 a 1,4	0,5 a 1,4	0,5 a 1,4
Vitamina C	Mg	200	200	200
Agua	10 mililitros de agua por cada 100 gramos de peso vivo			
Sales	Interdiarios			

FUENTE: Aliaga *et al.*, 2009

### 3.11. Requerimientos de la Vitamina C

El uso de la vitamina C es muy necesario en la cría de los cuyes, es por eso que se les debe proporcionar en el agua o en el alimento balanceado. (Mendoza, 2002).

La vitamina C es requerida en muy pequeñas cantidades para el mantenimiento de la salud y para el crecimiento y reproducción normales pero deben ser suministradas desde el exterior. Se cree que la vitamina C es necesaria para la formación y sostenimiento sustancias que contribuyen a mantener unidas las células de los tejidos. Contribuye a sí mismo a la protección del organismo contra sustancias tóxicas (Instituto Nacional Investigaciones Agropecuarias INIA, 1995).

Cevallos (1996) recomienda un miligramo de ácido ascórbico por 100 g de peso vivo es suficiente para prevenir lesiones patológicas, para animales que tienen un crecimiento activo recomienda proporcionar 4 mg por 100 g de peso vivo. Al parecer estas diferencias se dan por qué no hay una metodología definida que estime el suministro de vitamina C.

Al alimentar cuyes con heno de alfalfa y vitamina C en el agua de bebida se registró un incremento de peso diario de 2,68 g/cuy y conversión alimenticia de materia seca de 24, rendimiento inferior al testigo (alfalfa verde) que logró un incremento de 4,40 g diarios/ cuy y 15 de conversión alimenticia (Aliaga, 1998).

Amaro (1997), expresa que al evaluar niveles de vitamina C (10, 20 y 30mg diarios) en cuyes de diez días de edad durante noventa días experimentales encontró que el nivel de 30 mg no afectó su crecimiento, su incremento de peso (5,7 g/día) comparado con el testigo (alimentado con forraje y concentrado a voluntad que logrando un incremento de 6,7 g/día), pero aquellos que recibieron 10 y 20 mg tuvieron un menor incremento y presentaron síntomas característicos de morbilidad y mortalidad por deficiencia de vitamina C.

Por su parte Chauca, (1995) indica que, al utilizar un concentrado como único alimento, se requiere preparar una buena ración de tal forma que se satisfaga los requerimientos nutritivos de los cuyes. Además, bajo estas condiciones los consumos por animal/día se incrementarían, pudiendo estar entre 40 a 60 g/animal/día, esto dependiendo de la calidad de la ración. El porcentaje mínimo de fibra debe ser 9% y el máximo 18%; asimismo, bajo este sistema de alimentación es necesario proporcionar diariamente vitamina C. El alimento balanceado debe en lo posible peletizarse, ya que existe mayor desperdicio en las raciones en polvo. El consumo de materia seca (MS) en cuyes alimentados con una ración paletizada es mucho menor (1,448 kg de MS para el periodo de crecimiento) que cuando se suministra en polvo (1,606 kg); este mayor gasto por el tipo de

presentación del alimento repercute en la menor eficiencia de su conversión alimenticia.

### **3.11.1. Deficiencia de Vitamina C o vitamina antiescorbútica.**

Según Rivas, (2005) manifiesta que, la carencia produce pérdida de apetito, crecimiento retardado, parálisis de miembros posteriores y muerte. Los síntomas son crecimiento pobre, inflamación de las articulaciones y parálisis del tren posterior. Presentan modificaciones en los huesos y dientes. Internamente presentan hemorragias y congestión pulmonar.

Según Aliaga, (1998) la deficiencia produce en el cuy el escorbuto, cuyos síntomas son el cambio de voz (tercer día), encías inflamadas, sangrantes y ulceradas, aflojamiento de los dientes, hemorragias, fragilidad de los huesos, mala cicatrización de heridas y pérdida de vigor. Las articulaciones se inflaman, se vuelven dolorosas y el animal se niega a apoyarse en ellas, adoptando una posición característica. Se la denomina “posición escorbútica”. Además tiene cojera y resistencia a moverse ya que al hacerlo le produce dolor. Igualmente pérdida de peso. Los cuyes presentan una disminución de la temperatura del cuerpo en los últimos estados y una tendencia a la diarrea; tienen la tendencia a echarse en la posición de “cara”. Muestran en general cambios degenerativos y si no se realiza el tratamiento la muerte puede sobrevenir, entre los 10 y 28 días.

La deficiencia de vitamina C o escorbuto en cobayos es un trastorno muy frecuente en animales que tienen un manejo dietético deficiente, bien sea porque consumen una dieta para conejos, un pienso para cobayas como único alimento o se trata de animales anoréxicos; debido a una deficiencia enzimática natural que les impide obtener ácido ascórbico a partir de la D – glucosa.

Las lesiones están directamente relacionadas con la formación del colágeno necesario para la integridad de los epitelios en general (implicación bioquímica del ácido ascórbico en la transformación de la hidroxiprolina e hidroxilisina en colágeno), así observaremos Petequias cutáneas, equimosis, hematomas, descamación generalizada llegando en casos crónicos a paraqueratosis e hiperqueratosis; asociado a un pelaje áspero, deslucido y con zonas alopécicas, más vulnerable a la dermatitis. La pododermatitis está siempre presente, se acompaña de apatía, cojera y dolor a la manipulación.

Otras deficiencias nutricionales son más bien raras, también cursan alopecia, descamación y dermatitis. Es el caso de, la deficiencia de proteínas, de ácidos grasos o de pirixidona. La alimentación diaria de las cobayas ha de ser suplementada con alimentos ricos en vitamina C como es el caso del pimiento rojo.

Los signos de una deficiencia de Vitamina C pueden verse rápidamente en los casos en que los cobayos tienen una dieta deficiente o no ingieren la cantidad de Vitamina C necesaria. Estos signos incluyen:

- ❖ Pérdida de apetito.
- ❖ Depresión.
- ❖ Hemorragias subcutáneas, gingivales, y en otras áreas.
- ❖ Pérdida de pelo, pelaje opaco.
- ❖ Debilidad muscular, dolor en las articulaciones, inflamación. Dificultad en el movimiento. Incluso parálisis.
- ❖ Aflojamiento de dientes, pobre desarrollo de la dentadura y de los huesos.
- ❖ Secreciones nasales.
- ❖ Pérdida de peso.
- ❖ Secreciones de los ojos.

- ❖ Diarrea.
- ❖ Quejidos/dolor cuando lo sostenemos o tocamos.

### 3.11.2. Fuentes de Vitamina C.

Entre los más utilizados se mencionan: forraje verde, alfalfa, trébol, rye grass, vicia, grama china, kikuyo, gramalote, hortalizas, lechuga, col, hoja de plátano, zanahorias, cáscara de plátano, pasto elefante, soya forrajera, alimentos de base seca, restos de cosecha cereales, raciones concentradas, dando a conocer que si se utiliza forraje deshidratado la vitamina c se degrada.

Una dieta sin forraje verde tendría que compensarse con 10 a 30 mg/animal/día, con dietas granuladas que contengan vitamina C, o aportar el ácido ascórbico en la forma de tabletas solubles o polvo cristalino que puede ser añadido al agua de bebida de tal manera de lograr una concentración de 500 mg por litro preparada diariamente. El recipiente no debe ser de metal excepto de acero inoxidable; si se conoce que el agua es alcalina se debe añadir un gramo de ácido cítrico por litro para prevenir la degradación del ácido ascórbico. La destrucción de vitamina C es más rápida si se ofrece en agua que tenga oxígeno y ciertos minerales como cobre, fierro y yodo. La pérdida completa de la actividad biológica ocurre en 2 a 20 minutos si el agua es neutra o alcalina (Aliaga, 1998).

#### 3.11.2.1. Generalidades del limón

El limón (*citrus limón*) pertenece a la familia rutácea, orden sapindales, es un pequeño árbol frutal perenne, a menudo espinoso, que puede alcanzar los 4 metros de altura, con copa abierta ramificada. Sus hojas son alternas, simples, coriáceas, con limbo elíptico de margen más o menos cerrado (Aliaga, 1998).

### 3.11.2.2. Composición del limón

Citrus limonum El árbol de limón, conocido como limonero, cuyo nombre científico es *Citrus limon*, posee dentro de su composición un alto contenido de Vitamina C. Esta sustancia se encuentra en una proporción de 500 miligramos por litro de jugo de limón (Aliaga, 1998).

- **Formula química del limón**

Además, entre los componentes del limón se destaca el ácido cítrico, el cual se encuentra en una proporción de 50 gramos por litro. También posee varios ácidos, como el málico y el fórmico.

El limón contiene además, hesperidita y pectinas. El árbol del limón, posee aceites esenciales, principalmente d-limoneno, citroneal y felandreno.

Dentro de la composición del limón se encuentran varias sales minerales, entre las que se destacan por abundancia o importancia las de potasio, fósforo y magnesio.

Por otra parte, el fruto del árbol de limón presenta un alto contenido de agua, fibras, carbohidratos y calorías.

- **Qué vitaminas tiene el limón**

Además Aliaga (1998), menciona que el limón aporta una gran cantidad de vitaminas que se muestra a continuación:

- ❖ Vitamina E

- ❖ Selenio

- ❖ Potasio

- ❖ Magnesio

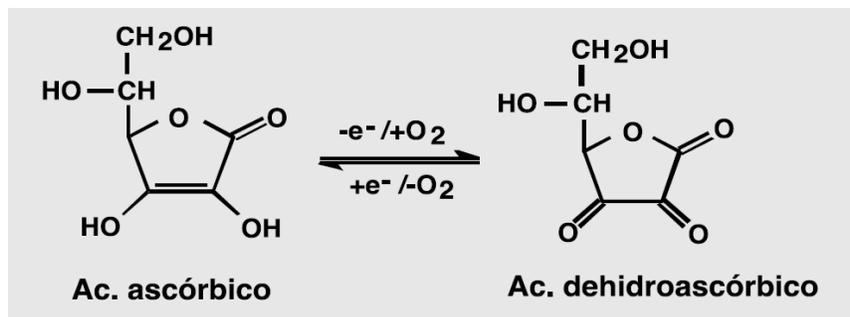
- ❖ Hierro
- ❖ Vitamina B
- ❖ Vitamina A
- ❖ Vitamina D
- ❖ Vitamina B12

Además Aliaga (1998), menciona que de las vitaminas, el limón es una gran fuente de nutrición:

En 100 gramos de limón existen:

- ❖ Calorías: 29
- ❖ Grasas totales: 0.3 g
- ❖ Colesterol: 0 mg
- ❖ Potasio: 138 mg
- ❖ Carbohidratos: 9g
- ❖ Fibra alimentaria: 2.8g
- ❖ Proteínas: 2.5g
- ❖ Hierro: 0.6 mg
- ❖ Calcio: 26 mg
- ❖ Magnesio: 8mg

*ESTRUCTURA QUÍMICA E INTERCONVERSIÓN DEL ÁCIDO  
ASCÓRBICO Y AC. DEHIDROASCÓRBICO*



### 3.11.3. Variedades de limón

En los municipios de Cajuata y Licoma como menciona (Pajarito, 2003) los agricultores cultivan variedades de limoneros como ser: cultivar “Sutil” (C. aurantifolia), cultivar “rugoso” (C. jambhiri Lush.), cultivar “villafranca”, cultivar “Persa”; según su importancia comercial; en las comunidades Cañamina, Villa

Barrientos, Villa Khora, Limonvado, Villa Angélica, Playa Verde, Lujmani, Miguillas que pertenecen al sector denominado “La encañada” del Cantón Circuata.

#### **3.11.4. Vitamina sintética**

El tipo de vitamina más beneficioso es un tema sujeto a discusión. Una dieta orgánica y saludable debe proporcionar una buena cantidad de nutrientes que el organismo necesita; sin embargo los suplementos pueden ayudar a garantizar que tomemos una dosis saludable de vitaminas específicas.

El problema radica en que muchos suplementos vitamínicos y minerales se elaboran de manera sintética y no de su fuente natural. Están hechos para imitar la manera en que las vitaminas naturales actúan en nuestro organismo. Las vitaminas naturales provienen directamente del material de la planta que contiene la vitamina.

Muchas vitaminas sintéticas adolecen de transportadores y cofactores asociados con las vitaminas que se dan de manera natural porque han estado “aisladas”. La Asociación de Consumidores Orgánicos (en inglés) recalca que el organismo no puede utilizar o reconocer las vitaminas aisladas de la manera que lo hace con la versión natural.

La forma natural viene en paquete con otras vitaminas, enzimas y minerales que controlan la manera en la que el organismo las reconoce, las metaboliza y las usa para lo que las necesite.

Cuando el cuerpo no puede utilizar las vitaminas “aisladas”, el cuerpo las almacena hasta que obtenga o crea nutrientes requeridos para usarlas eficazmente o las excrete. Las vitaminas sintéticas también carecen de minerales y

el organismo tiene que usar su propia reserva de minerales. Esto puede ocasionar un déficit peligroso de minerales.

#### **3.11.4.1. Ácido ascórbico**

L-Ascorbic acid

L-ascorbic-acid-3D-5-((s)-1, 2-dihidroxietyl)-3, 4-dihidroxifuran-2(5H)-ona

General

Otros nombres	Vitamina C
Fórmula molecular	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub>
Propiedades físicas	
Apariencia	polvo blanco
Densidad	1650 kg/m <sup>3</sup> ; 1.65 g/cm <sup>3</sup>
Masa molar	176.12 g/mol
Punto de fusión	463 K (190 °C)

#### **3.11.4.2. Propiedades químicas del ácido ascórbico**

Solubilidad en agua 33 g/100 mL Valores en el SI y en condiciones estándar (25 °C y 1 atm), salvo que se indique lo contrario.

En humanos, primates y cobayas, entre otros, la vitamina C (enantiómero L del ácido ascórbico) no se sintetiza, por lo que debe ingerirse a través de los alimentos. Esto se debe a la ausencia de la enzima L-gluconolactona oxidasa, que participa en la ruta del ácido úrico.

### **3.12. Principales enfermedades del cuy y su control**

El control de las enfermedades es uno de los mayores problemas para el criador, porque desconoce las causas que las producen, como prevenirlas y como

curarlas. Una de las principales causas para que los cuyes se enfermen es la falta de limpieza e higiene en los ambientes donde se encuentran. Por esto las instalaciones deben estar limpias y ser desinfectadas en rutinas diarias, semanales y mensuales. Los cuyes mal alimentados también son susceptibles a contraer enfermedades. Una buena alimentación les provee los nutrientes que necesitan para crecer sanos y fuertes. Los alimentos deben estar frescos y libres de contaminación, (RICO, E. y RIVAS, C. 2003). Todo cuy introducido al galpón, debe ser previamente observado y desinfectado contra posibles parásitos. A la vez, se debe aislar a los animales enfermos y quemar o enterrar a los cuyes muertos, (RICO, E. y RIVAS, C. 2003). Las principales causas que predisponen las enfermedades son los cambios bruscos en su medio ambiente, considerando variaciones de temperatura, humedad la, exposición directa a corrientes de aire, sobre densidad y hacinamiento de los animales, falta de limpieza en las camas y alimentación deficiente entre otras, (RICO, E. y RIVAS, C. 2003). El cuy como cualquier especie es susceptible a sufrir enfermedades infecciosas, pudiendo ser ellas de diversa naturaleza. El riesgo de enfermedad es alto, pero factible de ser prevenida con adecuada tecnología de explotación. La enfermedad, de cualquier etiología, deprime la producción del criadero, traducándose en pérdidas económicas para el productor de cuyes, (FAO 2000).

### **3.12.1. Salmonelosis**

La salmonelosis, también conocida como la “peste del cuy”, es una enfermedad muy agresiva, causada por la *Salmonella*. Afecta a cuyes de todas las edades pero la mayor susceptibilidad y morbilidad se muestra en los lactantes, con 52.7% de morbilidad. Los adultos expresan hasta 30.65% y los cuyes de recría 19.83%, (CHAUCA, 1997).

Los cuyes lactantes son los más susceptibles, bastando únicamente un estrés para activar la salmonella que se encuentran en estado latente.

#### **Tratamiento:**

Los compuestos antibacterianos utilizados son el cloranfenicol, clorotetraciclina, estreptomycinina y nitrofurazona. Se recomienda tratamiento con algunas de esta medicina. Nitrofuranos: 3g/kg de alimento Cloranfenicol: 5g/litro de agua Estreptomycinina: 2g/litro de agua Esta enfermedad debe prevenirse; su curación deja lesiones y susceptibilidad en los sobrevivientes, (UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, 2009).

#### **3.12.2. Neumonía**

Esta es una de las sintomatologías más comunes en el cuy, debida a los cambios bruscos de temperatura, que permiten que diferentes tipos de gérmenes como: *Pasterella multocida*, *Bordetella bronchiseptica*, *Streptococcus piogenes* y *Ipllococus pneumoniae* entre otros puedan ingresar al organismo y producir la enfermedad. También se presenta por el ambiente húmedo y frío como por camas muy polvorrientas.

#### **Síntomas:**

- Los cuyes tienen fiebre y se encogen como si tuvieran frío.
- Los ojos tienen aspecto vidrioso.
- La respiración es agitada y tienen fluido nasal, estornudos, estertores, disnea y alta mortalidad.

**Control:**

Evite corrientes bruscas de airé, cambios bruscos de temperatura y control de humedad en las instalaciones, (CORREA R. 1988).

**3.12.3. Linfadenitis**

Enfermedad común con localización de abscesos en el tejido de la laringe encontrándose en forma botones de pus.

**3.12.4. Micosis**

Aliaga (2000) menciona también que la micosis es una afección de la piel en forma de escamas pelándose la piel, que se transmite por contacto entre animales enfermos o por infestación a través de instalaciones o implementos contaminados.

**3.13. Indicadores zootécnicos**

Según Castañon y Rivera (s/a), menciona que los índices zootécnicos se utilizan lo del animal, desde un punto de vista productivo y fisiológico. Los índices zootécnicos son en resumen un reflejo de la eficiencia alimenticia potencial genético, estado sanitario y condiciones medioambientales.

### 3.13.1. Ganancia de peso vivo

Según Castañon y Rivera (s/a), el peso vivo, es el peso resultante de un animal en un determinado periodo de tiempo. La ganancia de peso vivo es la diferencia del peso final (Pf) menos el peso inicial (Pi) en un determinado momento de su crecimiento. Para este propósito se toma una muestra de animales al azar y se los pesa en una báscula. Matemáticamente se lo expresa de la siguiente manera:

$$\mathbf{GPV = Pf - Pi}$$

Dónde:

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

### 3.13.2. Crecimiento relativo

CAICYT (1987), citado por Castañon y Rivera (s/a), indica que el crecimiento relativo expresa el incremento en peso como porcentaje del peso corporal inicial, según la expresión matemática:

$$CR = \frac{\mathbf{Peso\ Final - Peso\ Inicial}}{\mathbf{Peso\ Inicial}} \times 100$$

Este parámetro se utiliza para expresar la razón de crecimiento entre dos periodos de tiempo con relación al periodo inicial.

### **3.13.3. Velocidad de Crecimiento o Ganancia Media Diaria**

Peso Inicial según CAICYT (1987), citado por Castañon y Rivera (s/a), indica que la velocidad de crecimiento es expresada como peso ganado o incremento de la longitud por unidad de tiempo. En términos prácticos las valoraciones se realizan en periodos de tiempo que varían desde la semana al mes, aunque los resultados convengan expresarlos por intervalos diarios, es decir en g/día. La fórmula de cálculo es similar la anterior:

$$VC = \frac{\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}}{\text{Tiempo}}$$

La velocidad de crecimiento es usualmente conocida como la Ganancia Media Diaria (GMD), porque es el promedio de incremento en peso diario dentro un periodo determinado. Este parámetro es el reflejo directo del manejo llevado en la producción animal.

### **3.13.4. Conversión alimenticia**

Según CAICYT (1987), citado por Castañon y Rivera (s/a), menciona que la conversión alimenticia está dada por la relación del peso seco del alimento por unidad de peso húmedo incrementado del organismo producido. La fórmula matemática es la siguiente:

$$CA = \frac{CEA \text{ ms}}{GMD}$$

Dónde:

CA = Conversión Alimenticia (Kg Alimento / kg Peso Vivo)

CEA<sub>MS</sub> = Consumo efectivo de alimento en base a materia seca (g/día)

GMD = Ganancia Media Diaria (g / día)

Ramos et al. (2013), citado por Jiménez (1016), menciona que los cuyes, en su condición de animales herbívoros, pueden digerir elementos constituyentes fibrosos de los forrajes, pero su eficiencia es menor que de los rumiantes, debido a que la digestión ocurre en el proceso digestivo (ciego), por ende, afecta la ganancia de peso y la conversión alimenticia.

Rivas et al. (2004) manifiesta que pudiéndose validar de la efectividad del alimento balanceado a base de maíz, trigo y cebada en la mejora de la conversión alimenticia, de los parámetros nutricionales. La conversión alimenticia se mejora cuando la ración está preparada con insumos de mejor digestibilidad y con mejor densidad nutricional es decir que la densidad de nutriente fue originalmente desarrollada para comparar la cantidad de los micronutrientes esenciales aportadas por un alimento o dieta con la energía provista por ese alimento o dieta. Por eso, aquellos alimentos que tienen una alta densidad de nutrientes son buenas fuentes de micronutrientes o proteína y son más importantes como fuentes de estos nutrientes esenciales que como fuentes de energía.

### **3.13.5. Digestibilidad**

Albert et al. (2006), citado por Jiménez (1016), menciona que la digestibilidad es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para el animal. Comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos y absorción de pequeñas moléculas como aminoácidos, ácidos grasos en el intestino.

La digestibilidad constituye un indicador de calidad de la materia prima que a veces varia notablemente, de una especie a otra se deberían esperar valores muy distintos en las especies carnívoras, herbívoras. La experiencia muestra sin embargo que en los cuyes se observan a menudo valores muy similares que en especies incluso zoológicamente diferentes así como el pescado. La digestibilidad es uno de los factores más importantes para evaluar la calidad nutritiva de las raciones que consumen los animales domésticos, porque indica el grado en que los nutrientes, de los ingredientes, van a ser aprovechados directamente por el animal. Una buena digestibilidad de la dieta resultará en una mayor productividad por parte del animal.

Por otro lado Shimada (2013) menciona que la evaluación del contenido y digestibilidad de las fracciones de fibra de los alimentos con alto contenido de fibra tienen como objetivo conocer la calidad de ellas; esta determinación consiste en romper las paredes celulares por medio de un tratamiento con una solución neutra de un detergente, a continuación ésta se somete a un tratamiento con una solución fuertemente oxidante de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que disuelve la lignina. La digestibilidad es uno de los indicadores más utilizados para determinar la calidad de las proteínas debido a que no todas son digeridas, absorbidas y utilizadas en la misma medida. Las diferencias en digestibilidad pueden deberse a factores

inherentes a la naturaleza de las proteínas alimentarias, a la presencia de componentes no proteicos con influencia en la digestión (fibra de la dieta, taninos), a la presencia de factores anti fisiológicos o a las condiciones de elaboración que pueden interferir en los procesos enzimáticos de liberación de los aminoácidos.

Según Mora (2002) la digestibilidad proteica se puede determinar por varios métodos, entre ellos, la digestibilidad in vivo, las regulaciones de la Asociación de Funcionarios Americanos de Control de la Alimentación (AAFCO) no permiten que los fabricantes de alimentos para animales incluyan datos de digestibilidad de carácter cuantitativo o comparativo en sus etiquetas. Esta información se puede obtener solamente a través de la comunicación directa con el fabricante. Los alimentos con una digestibilidad igual o superior al 80 % en materia seca son los apropiados para los animales, debiendo rechazarse cualquier alimento cuya digestibilidad sea inferior al 65 %; sin embargo, la gran variabilidad en la calidad de la proteína presente en los alimentos comerciales hace que la determinación de su digestibilidad sea de gran importancia.

Siccardi et al. (2009) señalan que muy pocos estudios se han ocupado de determinar la disponibilidad de la proteína y energía de ingredientes comúnmente utilizados en los alimentos balanceados, debido a que la medición directa del coeficiente de digestibilidad es complicada, además se requieren de coeficientes de proteína y energía digerible precisos para formular alimentos balanceados que cubran los requerimientos nutricionales, así como para permitir la sustitución efectiva de ingredientes con base en su costo y para reducir la producción de desperdicios. El conocimiento de los coeficientes de digestibilidad de los ingredientes puede variar considerablemente dependiendo de factores tales como la frescura y tratamiento previo. Utilizando los datos disponibles actualmente sobre digestibilidad de energía y proteína no sería posible la formulación de alimentos que causen la menor contaminación.

## 4. MATERIALES Y METODOS

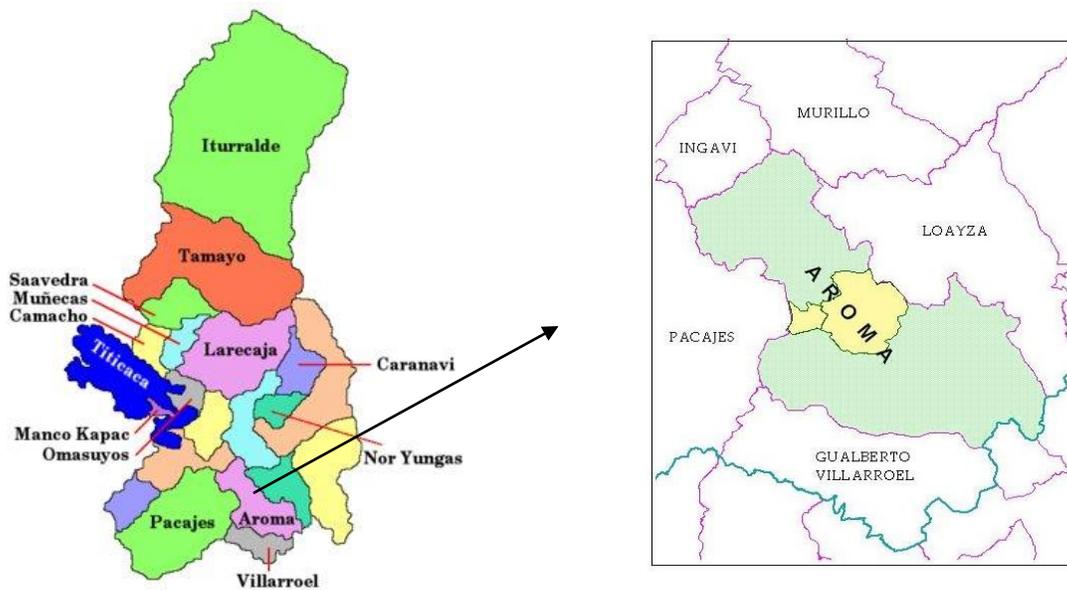
### 4.1. LOCALIZACION

#### 4.1.1. Ubicación geográfica de la provincia Aroma

El Plan de Desarrollo Municipal de Patacamaya (PDM, 2011-2016) menciona que el municipio, se sitúa a una distancia de 101 kilómetros de la sede de Gobierno, por la carretera interdepartamental La Paz – Oruro al sudeste del departamento de La Paz, a una altitud promedio de 3789 msnm.

Geográficamente está situado entre las coordenadas: 17° 05' - 17° 20' de latitud sur, 67° 45' - 68° 07' de longitud oeste se encuentra ubicada al centro de la provincia Aroma.

**Figura 1. Ubicación de la Provincia Aroma**



### 3.1.2. Ubicación geográfica de la Estación Experimental Patacamaya

El estudio se llevó a cabo en los galpones de la Estación Experimental de Patacamaya de la Facultad de Agronomía. Se encuentra situada a una altitud de 3796 msnm, y geográficamente entre los paralelos 17°15'41,15" de latitud sud y 67°56'38,20" de longitud Oeste.

Figura 2. Ubicación del Centro Experimental de Patacamaya

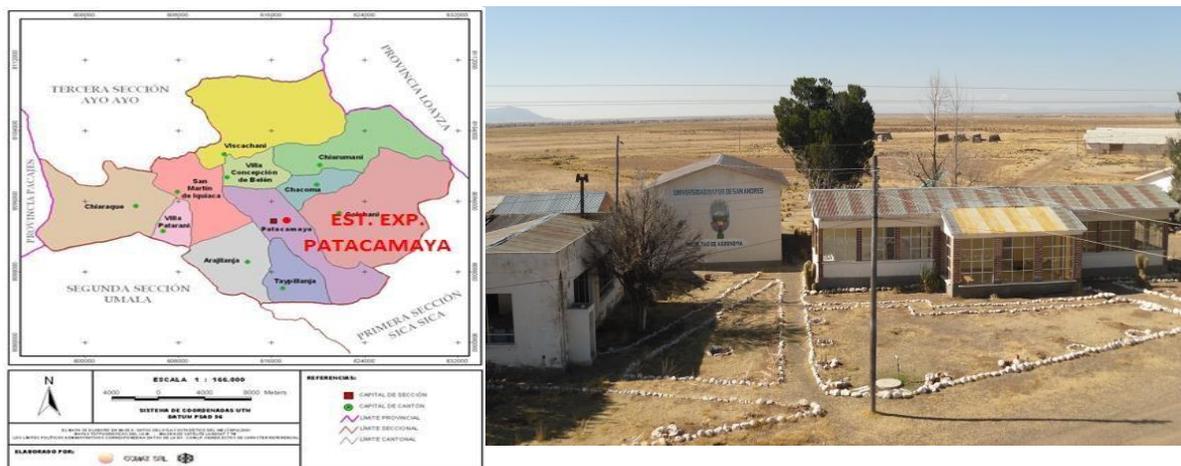


Figura 3. Ubicación del Area de estudio



### **3.1.3. Características ecológicas**

#### **3.1.3.1. Clima**

En cuanto al clima en el Plan de Desarrollo Municipal de Patacamaya, PDM (2011-2016) menciona que el municipio de Patacamaya se caracteriza por presentar dos tipos de épocas:

Época seca que comprende los meses abril a septiembre (cuando el productor solo se preocupa de actividades pecuarias).

Época húmeda que comprende los meses octubre a marzo. (Cuando el productor se dedica a la agricultura)

El cambio regular entre la época seca (invierno) y la época de lluvias (verano) tiene como principal factor el fuerte calentamiento terrestre.

#### **3.1.3.2. Temperatura**

Los datos de temperatura reportados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) en el 2017 fue, temperatura máxima promedio de 17,90°C y una temperatura mínima promedio -4,50°C en el ambiente externo,

Según datos del Plan de Desarrollo Municipal de Patacamaya, PDM (2011-2016), las temperaturas mínimas extremas se presentan entre Mayo a Septiembre, dando a conocer que en este periodo la temperatura crítica se presenta en los meses de Junio y Julio el cual es aprovechado para la elaboración de productos deshidratados como chuño, caya y tunta. Con la investigación realizada en esta zona y en los meses críticos donde se presentan temperaturas bajas podemos transmitir el conocimiento a los pobladores para que puedan optar por nuevos cultivos en ambientes controlados como carpas solares y variar su alimentación con hortalizas.

### **3.1.3.3. Precipitación Pluvial**

El Plan de Desarrollo Municipal de Patacamaya, PDM (2011-2016) en cuanto a las precipitaciones menciona que se presentan desde septiembre a marzo, con mayor cantidad e intensidad en enero alcanzando los 102,2 mm promedio. Las de menor cantidad e intensidad se encuentran en los meses de mayo a agosto.

### **3.1.3.4. Suelos**

Según el Plan de Desarrollo Municipal de Patacamaya, PDM (2011-2016), los suelos del municipio Patacamaya tienen la particularidad de ser heterogéneos debido a su origen fluvio-lacustre. De acuerdo a la clasificación ecológica presenta las siguientes características:

Puna seca: los suelos se caracterizan por ser francos arcillosos, con pH ligeramente básico a neutro, la profundidad de la capa arable es de 30 a 45 centímetros, la humedad del suelo es baja, razón por la cual la agricultura que se practica es en condiciones de a secano, con la siembra de papa, cebada, alfalfa y quinua. Los pobladores aprovechan la época de lluvias para desarrollar esta actividad, otro rubro al que se dedican es la ganadería.

La estación experimental de Patacamaya se encuentra en la 5ta. Sección de la provincia Aroma, el cual se ubica en la puna seca y lleva las características ya mencionadas anteriormente.

## **3.2. Materiales**

### **4.1.2. Material biológico**

24 gazapos (12 hembras y 12 machos), en etapa de re crecimiento.

### **4.1.3. Alimentos empleados**

- Torta de soya
- Sorgo
- Maíz amarillo
- Afrecho
- Sal mineral
- Limón

### **4.1.4. Insumos sanitarios**

- Cal
- Yodo
- Violeta de genciana
- Alcohol medicinal
- Oxitetraciclina

### **4.1.5. Pozas**

Pozas empleadas (1.0 largo \* 0.60 ancho \* 0.45m alto)

### **4.1.6. Comederos y bebederos**

- 12 Comederos
- 12 Bebederos

### **4.1.7. Material Complementario**

- Balanza analítica
- Jaulas para pesaje de animales
- Equipos de limpieza (Escoba, basurero, bolsa plástica).
- Viruta para la cama
- Bolsas de nylon para el recojo de alimento rechazado.
- Carretilla para la limpieza.

#### **4.1.8. Material de gabinete**

- Cuaderno de anotaciones
- Computadora
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Planillas de control

#### **4.2. Metodología**

##### **4.2.1. Etapa 1**

###### **4.2.1.1. Selección del animal**

La selección de los animales en estudio se llevó a cabo mediante fosas, buscando una uniformidad en los gazapos recién destetados entre machos y hembras aproximadamente en el mes de noviembre. Se seleccionaron 24 gazapos, en crecimiento aproximadamente de 3 semanas de edad. Los cobayos se identificaron por sexo en diferentes fosas, para que no ocurra el cruce de los mismos.

###### **4.2.1.2. Formulación de la ración**

En la formulación de la ración se utilizó el método de prueba y error para animales monogástricos, cumpliendo con los requerimientos nutricionales mencionados con anterioridad en la etapa de crecimiento,

**Cuadro 7. Características de la ración**

<b>Concentrado</b>	<b>KG mezcla</b>	<b>% Pc</b>	<b>EM kcal/Kg</b>	<b>% P</b>	<b>% Ca</b>
<i>Torta de soya</i>	22,5	10,37	616,5	0,22	0,01
<i>Maíz amarillo</i>	33,5	2,67	1118,9	0,09	0,01
<i>Sorgo</i>	18,5	1,85	499,5	0,02	0,09
<i>Afrecho</i>	21,5	3,12	567,6	0,23	0,05
<i>conchilla</i>	2,4	0	0	0	0,96
<i>FDC</i>	1,6	0	0	0,29	0,37
	100	18,02	2802,5	0,85	1,48
<i>Requerimiento según (* y **)</i>	100	18	2800	0,8	1,4

Fuente: Elaboración propia en base

(\*) Instituto Boliviano de Normas de Calidad (IBNORCA), citado por Limachi (2000)

(\*\*) Nutrient Requirements of Rabbits, 1991, citado por Rico y Rivas (2004)

La ración nutricional se formuló en base a porcentaje de materia seca luego de cumplir con los requerimientos del cuy y se transformara a tal, como ofrecido en de acuerdo a su porcentaje de materia seca (Alcazar 2002).

Esta se proporcionó a la dieta alimentaria de los cuyes de acuerdo al peso vivo con relación al consumo diario.

## **4.2.2. Etapa 2**

### **4.2.2.1. Fase experimental**

El presente trabajo de investigación inicio el mes de noviembre y termino en enero habiéndose considerado aproximadamente 3 meses en la toma de muestras, con la medición de cada una de ellas, para responder a nuestras variables de

respuesta en los diferenciación de los tratamientos. Dentro de los tratamientos se tomó en cuanto el factor sexo (macho y hembra) en alimentación con vitamina C (sintética y natural), a cada uno tomando el mismo peso cada día y al mismo tiempo, con una alimentación balanceada (concentrado), en el factor crecimiento.

Identificación de los coatines

En el manejo de cuy es muy importante la identificación de los animales muestreados, en el presente trabajo de estudio fue identificado en el área fenotípica con un mejor seguimiento a los tratamientos en cada poza.

### **4.2.3. Análisis estadístico**

#### **4.2.3.1. Diseño experimental**

El diseño que se aplicó para el presente trabajo es un DCA (diseño completamente al azar), con arreglo bifactorial.

#### **4.2.3.2. Modelo estadístico**

El modelo aditivo lineal aplicado para el presente trabajo fue un diseño bloques al azar con arreglo factorial de dos factores es el siguiente:

- Factor A: Diferencia de sexo (macho y hembra)
- Factor B: Vitamina C (Sin vitamina, Vit. sintética y Vit. Natural)

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{jk} + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Valor observado de la variable de respuesta en la k-ésima unidad que recibe la combinación del i-ésimo nivel dela factor A y el j-ésima nivel del factor B.

$\mu$  = Media general del experimento.

$\alpha_i$  = Efecto fijo del i-esimo nivel del factor A.

$\beta_j$  = Efecto fijo del j-esimo nivel del factor B.

$\alpha\beta_{jk}$  = Efecto fijo de la interacción entre el i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B.

$E_{ijk}$  = Efecto aleatorio de residuales o error experimental

#### 4.2.4. Croquis de la unidad

Machos	Machos	Machos	Hembras	Hembras	Hembras	Machos	Machos	Machos	Hembras	Hembras	Hembras
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>

Unidades experimentales: 12

Tratamientos: 3 (vitamina C)

Repeticiones: 4

#### 4.2.5. Variables de respuesta

##### 4.2.5.1. Análisis de la varianza de la vitamina C

Para la variable se realizó la toma de datos de las pozas cada semana evaluando los datos en el programa estadístico de Infostat, interpretando los datos en un análisis de varianza y su respectiva prueba de Duncan

##### 4.2.5.2. Ganancia de peso

Con una balanza manual se realizó el pesaje por cada unidad experimental en gramos al momento del inicio del ensayo y posteriormente se los peso cada semana. Los datos fueron tabulados y promediados hasta el final del ensayo.

#### **4.2.5.3. Conversión alimenticia**

Con los datos obtenidos del consumo medio de alimento y el incremento medio de peso se procedió a calcular la conversión alimenticia mediante la mencionada en la bibliografía.

#### **4.2.5.4. Velocidad de crecimiento**

Se determinó por la diferencia de la ganancia media diaria sobre el tiempo de la investigación, esto se lo realizó por cada unidad experimental.

#### **4.2.5.5. Porcentaje de mortalidad**

Se determina el porcentaje de morbilidad y mortalidad por cada tratamiento mediante la fórmula mencionada en la bibliografía:

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Análisis de varianza para el peso del cuy

**Cuadro 8. Análisis de varianza para el peso del cuy**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	1759209,75	5	351842	50	0,0001	**
Sexo	56718,75	1,0	56719,0	8,0	0,0297	**
Tratamiento	1672420,5	2,0	836210,0	119,0	<0,0001	**
sexo*tratamiento	30070,5	2,0	15035,0	2,0	0,1997	**
Error	42303,5	6,0	7051			
Total	1801513,25	11,0				

**\*\* Altamente significativo**

**CV= 15,93%**

Según el cuadro se observa que existe diferencias altamente significativa en el sexo, tratamiento, e interacción de sexo\*tratamiento, en la ganancia de peso del cuy a un nivel de significancia del 0.05%.

El coeficiente de variación es de 15,93% el cual nos indica que los datos están dentro de los rangos permitidos por lo tanto son confiables, según Ochoa (2016), menciona que el CV = 10 – 15 % son datos buenos y confiables para un diseño estadístico.

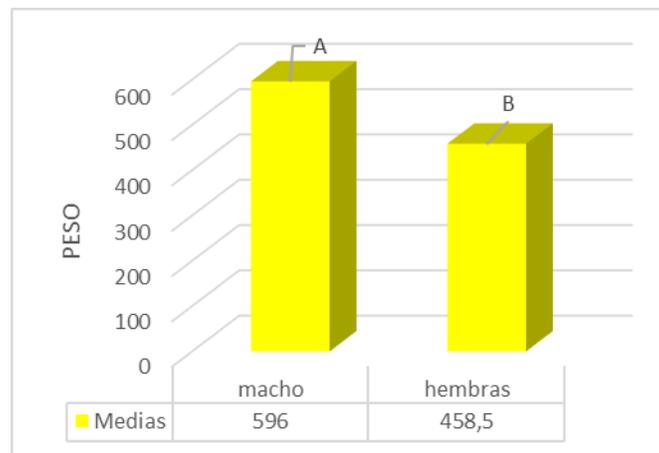
**Cuadro 9. Prueba de medias Duncan para el peso, factor A (sexo)**

Sexo	Medias		
Macho	$\bar{x} = 596$	A	
hembras	$\bar{x} = 458,5$		B

Según el cuadro, se observa la prueba Duncan en la ganancia de peso en las condiciones (factor A: macho y hembra), se puede apreciar que tiene diferencias significativas entre machos con un promedio de 596 gr. de ganancia de peso superior a la de la hembra con un promedio de 458,5 gr.

Dianett, (2005), en una evaluación de diferentes niveles de vitamina C en dieta de crecimiento para cuyes, (18, 20, 15, 32 y 39 mg/100g), menciona que la vitamina C en cuyes en crecimiento influye en el sexo, pero cuando la conversión alimenticia es palatable muestra que no es tan significativa.

**Figura 3. Prueba de medias Duncan para el peso, factor A**



En la figura3, se observa que existe una significancia en el factor A, debido a que cada animal tiene una diferente asimilación del alimento, entonces se piensa que la falta de forraje en hembras es necesaria para la asimilación del alimento concentrado. Pero (Aliaga, 1979), indica una dieta de forraje verde tendría que compensarse con 10 a 30 mg/animal/día con aportes de ácido ascórbico.

Según INIA, (2002) menciona que la falta de vitamina C en la recría produce retardo en el crecimiento, en la cual el pelo se eriza y pierde el apetito y un bajo peso, en las hembras adultas produce baja fertilidad y hasta abortos por la deficiencia de vitamina C.

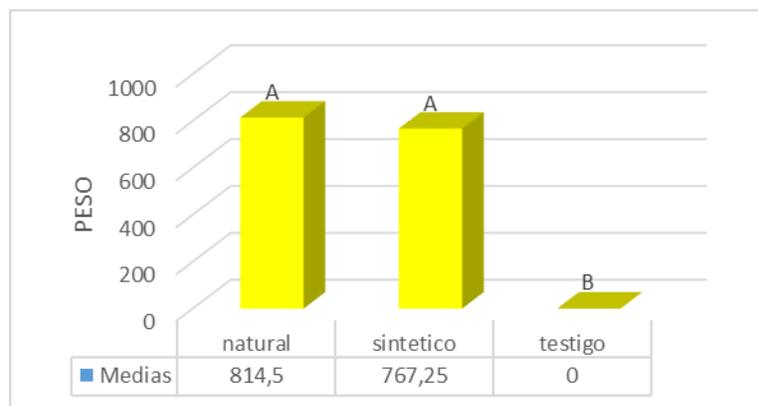
**Cuadro 10. Prueba de medias Duncan para el factor B**

tratamiento	Medias		
T3 natural	$\bar{x} = 814,5$	A	
T2 sintético	$\bar{x} = 767,25$	A	
T1 testigo	$\bar{x} = 0$		B

Según el cuadro 10, se observa la prueba Duncan en la los tratamientos (sin vit. VIT> natural y sintética), tuvieron gran significancia entre el T3 obteniendo los valores más altos compartiendo con T2, esto por la proporción de vitamina C, a diferencia del testigo sin vitamina, que tuvimos problemas de mortalidad.

INIA, (1995). Menciona que la vitamina C es requerida en muy pequeñas cantidades para el mantenimiento de la salud y para el crecimiento y reproducción normales pero deben ser suministradas desde el exterior. Se cree que la vitamina C es necesaria para la formación y sostenimiento sustancias que contribuyen a mantener unidas las células de los tejidos. Contribuye a sí mismo a la protección del organismo contra sustancias tóxicas.

**Figura 4. Prueba de medias Duncan para la vitamina C en el factor B**



En la prueba Duncan del factor B, se puede apreciar que tiene unas diferencias en los promedios del la vitamina C, siendo 814,5 g el T3 (Vit. Natural) y al otro

extremo el T1 (sin vitamina) con mortalidad, esto se debe por el requerimiento del cuerpo de la vitamina C, como se observa también el T2 (Vit. Sintética) tiene un buen rango y mencionan autores recomendando esta vitamina en concentraciones adecuadas para una digestibilidad y asimilación de la misma.

Aliaga (1998), indica que el ácido ascórbico en forma de tabletas o polvo solubles pueden ser añadidos al agua de bebida de tal manera de lograr una concentración de 500 mg por litro preparada diariamente. Entonces la destrucción de Vitamina C es más rápida si se ofrece en agua que tenga oxígeno, para la mejor asimilación y digestión en los cobayos, esta actividad biológica ocurre en 2 minutos si el agua es neutra o alcalina.

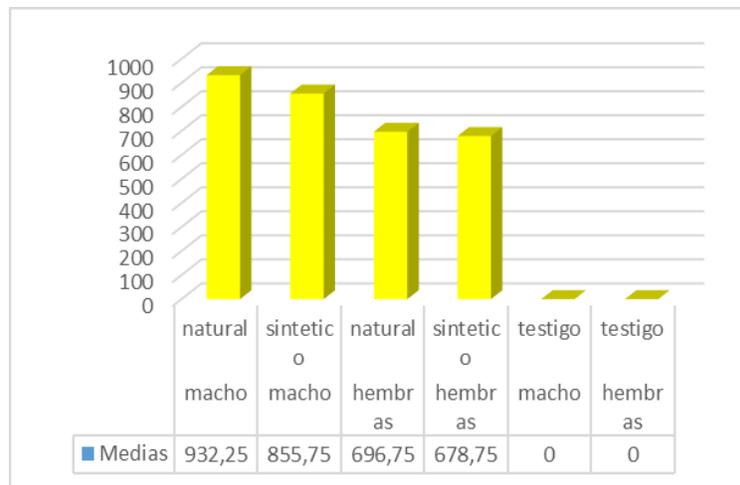
**Cuadro 11. Prueba de medias Duncan para el factor A x B**

Sexo	Tratamiento	Medias			
Macho	Natural	$\bar{x} = 932,25$	A		
Macho	Sintético	$\bar{x} = 855,75$	A	B	
Hembras	Natural	$\bar{x} = 696,75$		B	
Hembras	Sintético	$\bar{x} = 678,75$		B	
Macho	Testigo	$\bar{x} = 0$			C
hembras	Testigo	$\bar{x} = 0$			C

Según el cuadro 11, observamos que la gran diferencia entre los sexos y los tratamientos, se presume que hubo mejor digestibilidad y absorción en los machos a diferencia de las hembras en la vitamina C. obteniendo una ganancia de peso a diario en cada uno de los cobayos, con los raciones proporcionados con vitamina C, a la comparación del testigo.

Según Zaldivar (1997), realizó pruebas con dos niveles de vitamina C, como posibles sustituto al forraje verde en la alimentación y concluye que la mejor conversión alimenticia en los animales son los que perciben alimentación concentrada con vitamina C, a diferencia de alfalfa y alfalfa con vitamina C.

**Figura 5. Prueba de medias Duncan para el factor A x B**



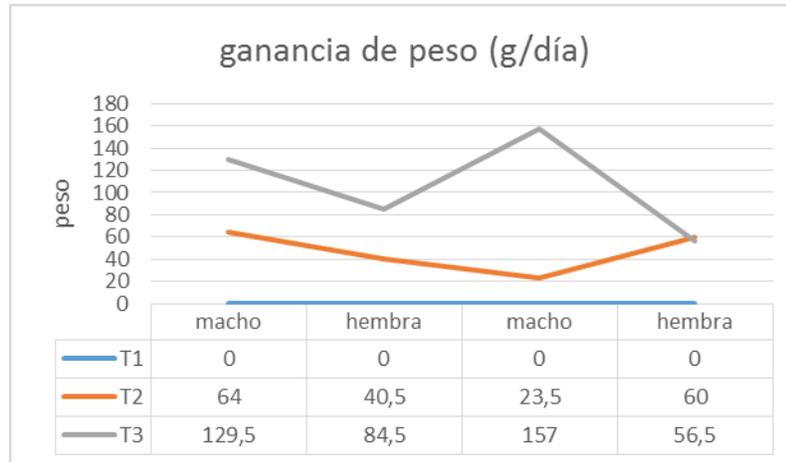
En la prueba de Duncan al 0.05% (figura 5), detecto la presencia de tres rangos, teniendo una significancia más alta el T3 (932,25 g) compartiendo con el T2 (855,75g), y observando que los rangos mínimos fueron del T1 en machos y hembras (0g) a los cuales no se les proporcionó vitamina C.

Esto puede deberse a que el efecto de la vitamina C, la cual fue proporcionada en forma natural y sintética, los cobayos tuvieron buena digestibilidad y por ende su absorción a comparación del testigo que existió mortandad por la falta de vitamina C.

Según Villafranca, (2003), evaluó niveles de fibra (10,12 y 14%) en un alimento balanceado con adición de vitamina C y suministro de agua ad libitum. Los cuales fueron comprobados con el T1 (12%), concluye que el uso exclusivo de balanceado y vitamina C pueden suplir en su totalidad el consumo de forraje ya que los parámetros avaluados se encuentran dentro de los rangos establecidos aceptables.

## 5.2. Ganancia de peso

Figura 6. Ganancia de peso total

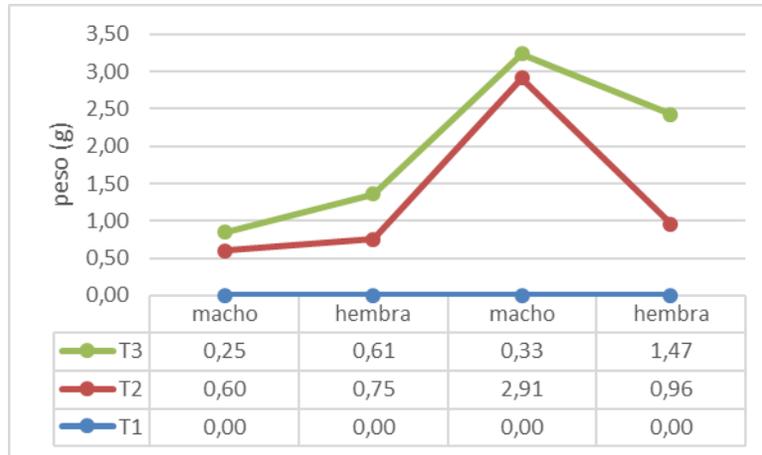


En la presente figura 6, nos muestra en los machos que el tratamiento T3 tuvo la ganancia de peso con mayores porcentajes de (157 g) y en comparación del T2 con (23,5 g), la de menor ganancia de peso fue el T1 una mortalidad observando en el presente trabajo de tesis en machos y hembras. En el caso de las hembras tuvo mayor ganancia de peso el T3 en comparación a la de T2.

Los datos obtenidos por Benito, (2008), evaluando diferentes niveles de vitamina C (50, 57,2, 90 y 110 mg vitamina C/100 g de alimento) en dietas de crecimiento y engorde para cuyes (*Cavia porcellus*) utilizando el rastrojo de brócoli como forraje en el grupo testigo. Obtuvo una tendencia a mejor incremento de peso con dosis de mayor nivel de vitamina C (90 y 110 51 mg/100 g de alimento), como resultado de este efecto el aumento de peso se incrementó.

### 5.3. Conversión alimenticia

Figura 7. Conversión alimenticia del cuy

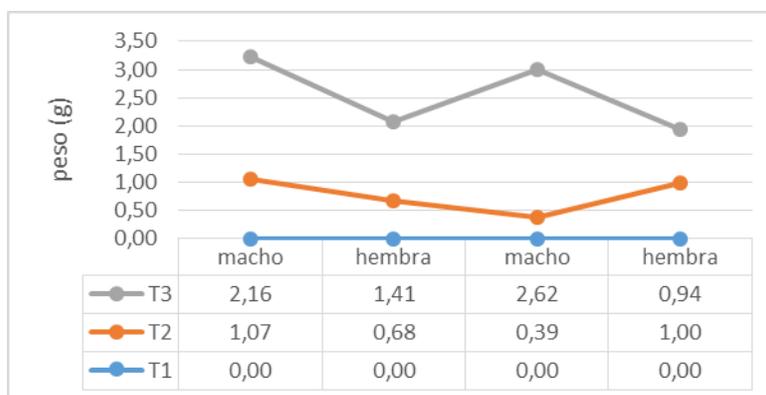


En la figura 7, se observó que el tratamiento con la más alta conversión alimenticia en los machos, el T2 en los machos con 2,91 durante todo el ensayo, tomando en cuenta que en los tratamientos T3 no hay una diferencia muy alta, ya que tuvo una CA de 0,33 y T1 con una nula CA. Existiendo una diferencia entre sexos con respecto al T2 con 0,96 a diferencia del T3 que tuvo una CA en las hembras con 1,47 lo que refleja en el incremento de peso hasta el final del ensayo.

Esto coincide lo que dice (Zaldívar, 1997).que el crecimiento y engorde en los cobayos con las mejores conversiones alimenticias las obtuvieron aquellos animales que recibieron sólo vitamina C y concentrado. 10 mg de vitamina C y 30 mg de vitamina C.

## 5.4. Velocidad de crecimiento

**Figura 8. Velocidad de crecimiento del cuy**



En la figura 8, se observa que la significancia entre los sexos y tratamientos, obteniendo un VC, en los machos en el T3 con 2,62 y T2 con 1,07 al inicio del tratamiento pero no así al finalizar con el tiempo. En el caso de las hembras se observa que al finalizar la investigación el T2 tuvo una buen VR con 1,0 y seguidamente del T3 con 0,94, ya que el T1 hubo mortandad

Según Rivas, (2005) manifiesta que, la carencia produce pérdida de apetito, crecimiento retardado, parálisis de miembros posteriores y muerte. Los síntomas son crecimiento pobre, inflamación de las articulaciones y parálisis del tren posterior. Presentan modificaciones en los huesos y dientes. Internamente presentan hemorragias y congestión pulmonar.

## 5.5. Porcentaje de morbilidad y mortalidad

Se determina el porcentaje de morbilidad y mortalidad por cada tratamiento mediante la siguiente fórmula:

$$\text{P.M.} = (\text{TAEM} / \text{TASV}) \times 100$$

Para el tratamiento T1

$$\text{P.M.} = (8 / 0) \times 100\% \quad \text{P. M.} = 0\%$$

Para el tratamiento T2

$$\text{P.M.} = (8 / 8) \times 100\% \quad \text{P.M.} = 100\%$$

Para el tratamiento T3

$$\text{P.M.} = (8 / 8) \times 100 \quad \text{P.M.} = 100\%$$

Para el tratamiento los tres tratamientos

$$\text{P.M.} = (24/16) \times 100\% \quad \text{P.M.} = 66.6\%$$

Concluimos que el programa empleado fue eficiente en nuestra investigación al comprobar que los cuyes requieren vitamina C, como se observa en el índice de mortalidad en el T1 con un porcentaje de 0%, a diferencia de los T2 y T3 que vivieron en su totalidad del 100%, pero en todo el tratamiento se obtuvo un 66,6% de eficiencia por la proporción de la vitamina C tanto sintética como natural, en remplazo de los forrajes, por tener alta mortandad a aquellos que no se les proporcionó.

Según Aliaga, (1998) la deficiencia de vitamina C, en el cuy produce; encías inflamadas, sangrantes y ulceradas, aflojamiento de los dientes, hemorragias, fragilidad de los huesos, mala cicatrización de heridas y pérdida de vigor. Las articulaciones se inflaman, se vuelven dolorosas y el animal se niega a apoyarse en ellas, adoptando una posición característica. Además tiene cojera y resistencia a moverse ya que al hacerlo le produce dolor. Igualmente pérdida de peso. Los cuyes presentan una disminución de la temperatura del cuerpo en los últimos

estados y una tendencia a la diarrea; tienen la tendencia a echarse en la posición de “cara”. Muestran en general cambios degenerativos y posterior muerte.

## 6. CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación, con respecto al efecto de la vitamina C (sintética y natural), en cuyes se ha llegado a las siguientes conclusiones:

La carencia de vitamina C tiene un efecto significativo en los defectos de motricidad, caída de dientes, raquitismo y mortandad hasta los 49 días.

Con el implemento de vitamina C natural y sintética se obtuvo un nivel de significancia en la ganancia de peso en los cuyes en etapa de crecimiento.

En cuanto al incremento de peso podemos mencionar en esta etapa final la influencia de la Vitamina C, se evidencio el crecimiento de los cuyes en un incremento de peso para el tratamiento T3= 814,5 gr en comparación al tratamiento T2= 767,25.

El consumo de alimento en los cuyes de acuerdo con los tratamientos suministrados con vitamina C natural y sintética se observó el mejor consumo con el tratamiento T3 814,5 gr hasta la etapa final de crecimiento (49 días), con 310 ml de limón en comparación a los demás tratamientos.

En cuanto a la ganancia media diaria el comportamiento de cada tratamiento en estudio fue distinta en consecuencia a los factores que influyeron en la dieta alimentaria (Vitamina C natural y sintética), obteniendo una ganancia media diaria promedio de T3=157 gr/día T2= 23,5 gr/día en machos y en hembras T3 = 56,5 gr/día, T2 60gr /día. A diferencia del T1 que tuvo una mala ganancia de peso diaria en ambos sexos.

En la velocidad de crecimiento en machos tuvo más relevancia el T3 = 2,62 en comparación con el T2 =1,07. En el caso de las hembras el T2=1,0 supera en menor relevancia al T3=0,94, y finalmente el T1 no tiene significancia porque hubo mortandad.

La inclusión de vitamina C (sintética y natural), es técnicamente factible hasta en un 100 % por que no presenta malestares, puesto que la deficiencia de esta vitamina, al 0 %, presenta mortalidad.

El porcentaje de mortandad en el presente estudio se pudo observar en los tratamientos control (sin vitamina C) pueden soportar la carencia de esta vitamina hasta los 49 días, a partir de estos días se tendrá un 100 % de mortandad.

En cuanto a los síntomas de carencia de vitamina C no se hizo presente en los tratamientos que cuentan con vitamina C sintética y natural.

## 7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se realizan las siguientes recomendaciones

- Se recomienda realizar investigaciones en cuanto al límite permisible de vitamina C de distinta fuente de alimentación.
- Determinar la palatabilidad de acuerdo a la cantidad de vitamina C natural de distinta fuente alimenticia en distintas especies de roedores.
- Se debe realizar investigaciones de suministro de vitamina C natural con animales rústicos de la zona para prevenir mortandad.
- El suministro de vitamina C natural determino un mayor incremento de peso de los animales; siendo esta vitamina esencial en los requerimientos nutritivos. Con los resultados obtenidos se recomienda 280-310 mg de vitamina C natural (limón) en cuyes de crecimiento.
- Continuar investigaciones buscando otros medios de suministro de Vitamina C natural.
- Realizar nuevas investigaciones comparando el comportamiento de los cuyes mejorados y cuyes rústicos bajo la influencia de la Vitamina C.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Agr. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia. 36-47p.
- Alcázar P.J. (2002). Ecuaciones simultáneas y programación lineal como instrumentos para la formulación de raciones. Editado por "La Palabra Editores". La Paz, Bolivia pp. 13-15.
- Aliaga, L. (2000). "Crianza de cuyes". Departamento Nacional de Investigación Agraria. 1 era ed. Lima, Perú.
- Álvarez, M. (2003). "Proyecto IQ-CV-099. Evaluación de dietas alimenticias". Sistemas de crianza y líneas de cuyes, para mejorar la nutrición e ingresos de las familias dedicadas a esta actividad en Tungurahua, Azuay y Loja" Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. Ambato, Ecuador.
- Álvarez, V. 2006. Plan de Desarrollo Agropecuario Cajuata. Trabajo Dirigido. Lic.
- Argote, F. E. y Cuervo, R. A. (2011). Universidad de San Buenaventura, seccional Cali. *Agroindustrialización de la carne de cuy (Cavia porcellus)*. Cali, Colombia: Feriva S. A.
- Asoprocu. (2008). "Alternativas de Alimentación en Cuyes, bloques nutricionales". Fecha de consulta 5 de septiembre del 2015. Disponible en: <http://municipioprovidencia.blogspot.com/>.
- Aucapiña y Marín (2016), Efecto de la extirpación de las espículas del glande del cuy como técnica de esterilización reproductiva y su influencia en agresividad y ganancia de peso en comparación con un método químico (alcohol yodado 2%), Tesis, Médico Veterinario Zootecnista, Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Blanco V. W. (2006), Manual de crianza de cuyes, Editorial "Centro Utasa", El Alto-Bolivia.
- Bonilla (2013), Efecto de la aplicación de dos fuentes de vitamina c, dos tipos de vacunas y dos promotores de crecimiento en el manejo de cuyes (*Cavia*

- porcellus*). Cadet, Tumbaco, Pichincha, Tesis, Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador, Quito- Ecuador.
- Bustamante J. 1997. Producción de cuyes. Lima: Univ. Nacional Mayor de San Marcos. 259 p
- Carbajal (2015), Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (*Cavia porcellus*) en acabado en el valle del Mantaro, Monografía, Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima – Perú.
- Cardozo A., 1984. “Desarrollo Ganadero en Granjas Pequeñas de las Zonas Altas de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú”, Informe FAO 65 p.
- Castañon y Rivera (s/a), Apuntes de nutrición animal, Libro, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia.
- Cevallos D. 1996. El cuy, su cría y explotación. Editado en Lima.
- Chauca, F. y Zaldívar A. 1995. Efecto del nivel proteico y energético en las raciones de crecimiento en cuyes. II CONIAP, Lima, Perú. 152 págs.
- CIPAR (2004). “Alimentos balanceados nutricionales una alternativa de alimentación”. Fecha de consulta 20 de noviembre del 2015. Disponible en: <http://www.cipav.com>.
- Cortez, Q. H. (1997). Efecto de la consuelda (*Symplytum officinale*) en diferentes niveles de combinación con alfalfa (*Medicago Sativa*) en la alimentación de cuyes mejorados. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pp. 36-39; 45-49; 55; 74,75.
- Costales, T. Padilla, R. (2012). “Manual de Crianza y producción de cuyes”. Una alternativa productiva, económica, ambiental y solidaria. Edit. Imprefepp. Quito, Ecuador.
- Esquivel, J. (1994). *Criemos cuyes*. Cuenca, Ecuador: IDIS. Recuperado el 28 de Abril de 2016

- FAO (2010). "Alternativas nutricionales para la época seca". Fecha de consulta 20 de noviembre del 2015. Disponible en: <http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca/doc>.
- Gómez, C. (2010). "Fundamentos de la Nutrición y Alimentación". Facultad de Zootecnia, Departamento de Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Gómez, C. (2010). "Fundamentos de la Nutrición y Alimentación". Facultad de Zootecnia, Departamento de Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Hidalgo, V. (2002). "Crianza de cuyes". Universidad Nacional Agraria la Molina". Lima, Perú.
- Huamán, M. (2007). "Manual Técnico para la crianza de cuyes en el Valle de Mantaro". Huancayo, Perú.
- Huckinghaus F (1961), Exámenes comparativos de la forma del colector de la subfamilia caviinae Murray 1886, revista de zoología científica.
- Jácome, V. (2010). "Cría y mejora de cuyes". Un modelo familiar tecnificado. Instituto Tecnológico Agropecuario Luis A. Martínez. Ambato, Ecuador.
- Jiménez (2016), Evaluación in vivo de la conversión alimenticia de la mezcla a base de maíz, trigo y cebada, bajo dos presentaciones en la alimentación para cuyes (*Cavia porcellus*), Tesis, Ingeniero Agroindustrial, universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas – Perú.
- León (2015), Vitamina C protegida en concentrado de *Cavia porcellus* "cuy" en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje, Artículo, Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Perú.
- Martínez, R. (2005). "Manejo Técnico de cuyes". Ambato, Ecuador.
- Mendoza R, 2002. Crianza y comercialización de cuyes. Ediciones RIPALME San Juan de Lurigancho. Lima- Perú.

- Moncayo, R. (2012), "Producción de cuyes". Proceso productivo-alimentación, Criadero Auquicuy, Ibarra, Ecuador.
- Moncayo, R. (2012), "Producción de cuyes". Proceso productivo-alimentación, Criadero Auquicuy, Ibarra, Ecuador.
- Mora, I. (2002). "Nutrición animal". 2a. Edit. Editorial UNED. Zaragoza, España.
- Noboa, T. Sanchez .J. (2010). "Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Pecuarias". Escuela de Ingeniería Zootécnica.
- P.D.M. 2007-2011 Plan de Desarrollo Municipal Patacamaya. Consultora COMAT S.R.L., La Paz – Bolivia. pp 7 - 121.
- Padilla, F. (2006). "Crianza de cuyes". Edit. Marco. Lima, Perú.
- Pajarito, R. 2003. Estudio Comparativo de Técnicas Aplicadas que evitan la caída prematura de flores de limoneros en dos comunidades de la provincia Inquisivi. Tesis. Lic. Agr. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia 23-30p
- Quinatoa, S. (2012). "Evaluación de diferentes niveles de harina de retama más melaza en la elaboración de bloques nutricionales para la alimentación de cuyes". Facultad de Ciencia Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Pg. 4.
- Quispe (2015), Comparación de la velocidad de crecimiento en cuyes (*cavia porcellus*) alimentados con diferentes niveles de proteína, Tesis, Ingeniero Zootecnista, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica - Perú.
- Rico E, Rivas C. 2003. Manual sobre el manejo de cuyes. USA. Benson Agriculture and Food Institute.52p. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ. Nacional Agraria La Molina. 55 p.
- Rico, N. E. y Rivas, V. CL. (1994). Manual sobre manejo de cuyes. Editora "Grafica Soliz". Cochabamba, Bolivia. Pp. 3,4; 34-41.

- Rodríguez, del A.j. 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. 1° Edición. D.F.- México. Trillas.
- Rosales, C. (2012). “Análisis productivo y económico de lacrianza y engorde de cuyes en piso y en jaulas. Tesis de pregrado, Loja. Recuperado el 12 de Abril de 2016, de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5507/1/Rosales%20Suquillo%20Carmen.pdf>
- Rubio, A. (2010). “Formulaciones multinutricionales, una opción para complementar la nutrición del ganado en Zacatecas” Alimentos Nutricionales.
- Siccardi. A, Lawrence. A, Gatlin. D, Fox. J, Castille. F. (2009). “Digestibilidad aparente de energía, proteína y materia seca de ingredientes utilizados en alimentos balanceados”. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora, México.
- Urrego, E. (2009). “Producción de cuyes (*Cavia Porcellus*)”. Estación Experimental Agropecuaria La Molina del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) del Perú.
- Usca, J. (2013). Evaluación del uso de maíz, trigo y cebada en remplazo de la alfalfa en alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde. Tesis de Grado. Maestría en Producción Animal. Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba Ecuador.
- Van Soest P. 1994. Nutrición ecológica de los Rumiantes en cuyes. USA: Cornell University 195-210p.
- Veloz, R. L. (2005). *Evaluacion del efecto del Laurato de Nandrolona en el Crecimiento y Engorde de Cuyes Machos*. Sangolquí.
- Villee, C. (1998). *Biología de Villee* (Séptima ed.). México: Mc Graw-Hill Interamericana. Recuperado el 28 de Abril de 2016
- Vivas, J. (2009). *Manual de Crianza de Cobayos*. Managua: Universidad Nacional Agraria.

Zuni Carbajal, L. (08 de Diciembre de 2015). *Scribd*. Obtenido de Aparato Reproductor en los Cuyes: <http://es.scribd.com/doc/281455613/Aparato-Reproductor-de-Cuyes-de-Hembra-y-Macho#scribd>

# Anexos

## Anexo 1.



Primeramente se debe arreglar el galpón de posibles goteras dentro de la infraestructura.

Luego se hace la limpieza de todas las pozas de los tratamientos, para luego hacer el flameado y quemar posibles ácaros existentes.



Finalmente se coloca cal viva para luego poner viruta a todas las pozas correspondientes.



## Anexo 2.



Aquí se puede apreciar el colocado de los alimentos a dar a los cuyes de cada tratamiento.



Se hace el pesaje de la ración a cada tratamiento correspondiente.

### Anexo 3.



Se debe hacer los pesos de los limones para luego colocar la cantidad exacta para los tratamientos de vitamina natural.



Una vez hecho el pesaje se coloca a la licuadora y después hacer la mezcla con el balanceado.

#### Anexo 4.



Se puede ver los primeros síntomas de deficiencia de vitamina C, el desprendimiento de pelo causa el levante de sarna gracias al descubrimiento de piel lo cual hace que los ácaros infecten la piel del cuy.

## Anexo 5.



Se puede ver en las imágenes el entumecimiento de las patas traseras, perdidas de pelo y finalmente la caída de los dientes.

## Anexo 6.



Se toma los datos de los pesos del tratamiento de vitamina natural.