

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**“EFECTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE FORRAJE EN LA  
ALIMENTACIÓN DE CUYES EN RECRÍA SOBRE LOS  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS”**

**TESIS**

**REALIZADO POR:**

**Bach. MARIELA ANDREA ROJAS TAPARA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

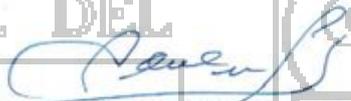
TESIS:

“EFECTO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE FORRAJE EN LA  
ALIMENTACION DE CUYES EN RECRÍA SOBRE LOS PARÁMETROS  
PRODUCTIVOS”

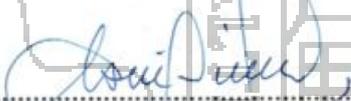
PRESENTADA A LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD  
DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA COMO REQUISITO PARA  
OPTAR EL TÍTULO DE:  
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO:

  
Ph. D. José Luis BAUTISTA PAMPA

PRIMER MIEMBRO:

  
M.V.Z. Juan Guido MEDINA SUCA

SEGUNDO MIEMBRO:

  
Ing. Héctor Alfredo DURAND ZUÑIGA

DIRECTOR DE TESIS:

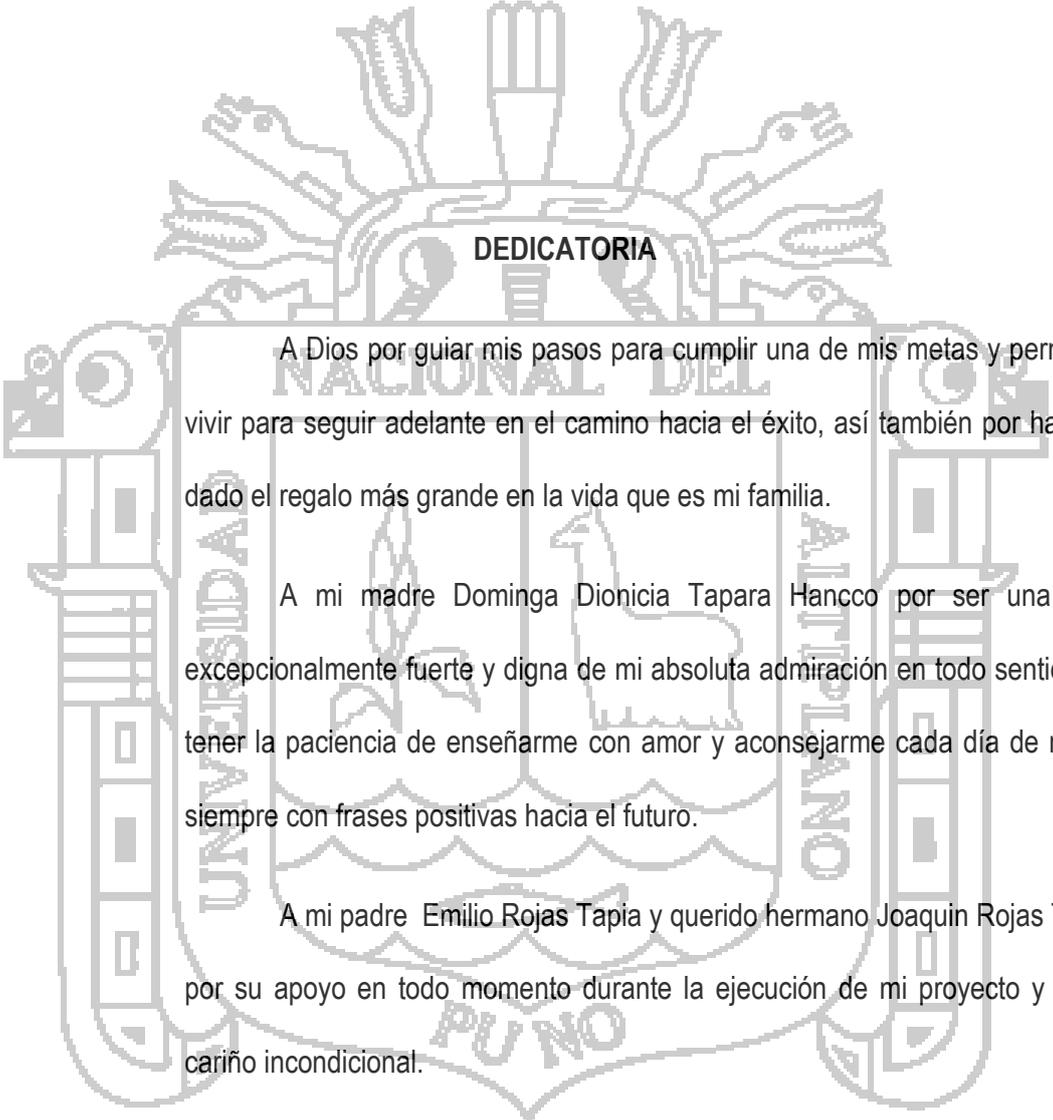
  
M. Agr. Enrique CALMET URÍA

ASESOR:

  
Ph. D. Bernardo ROQUE HUANCA

ÁREA: Nutrición animal

TEMA: Alimentos, forrajes convencionales



## DEDICATORIA

A Dios por guiar mis pasos para cumplir una de mis metas y permitirme vivir para seguir adelante en el camino hacia el éxito, así también por haberme dado el regalo más grande en la vida que es mi familia.

A mi madre Dominga Dionicia Tapara Hanco por ser una mujer excepcionalmente fuerte y digna de mi absoluta admiración en todo sentido, por tener la paciencia de enseñarme con amor y aconsejarme cada día de mi vida siempre con frases positivas hacia el futuro.

A mi padre Emilio Rojas Tapia y querido hermano Joaquin Rojas Tapara por su apoyo en todo momento durante la ejecución de mi proyecto y por su cariño incondicional.

## AGRADECIMIENTOS

A mi Asesor Ph. D. Bernardo Roque Huanca y Director de tesis Mg. Agr. Enrique Calmet Uría por su apoyo en todo momento en la realización de mi proyecto de investigación y así mismo por las enseñanzas brindadas.

A mis jurados de tesis por la disposición de tiempo para la aprobación de mi proyecto desde el inicio hasta la finalización del mismo.

A mis compañeros que estuvieron en la ejecución de mi proyecto de tesis así como a mis amigos de promoción por todo lo compartido durante los años de estudio en la carrera profesional, en especial a Doris Alexandra por los años de amistad brindada, quien siempre me dio palabras de aliento en todo momento.

A mi alma mater, la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional del Altiplano por haberme brindado conocimientos y darme la oportunidad de conocer gente maravillosa y excelentes maestros.

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

	Pág.
<b>DEDICATORIAS</b> .....	iv
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	v
<b>INDICE DEL CONTENIDO</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1 Fisiología Digestiva.....	3
2.2 Tamaño de Partícula en la Alimentación.....	11
2.3 Tamaño de Partícula en la Alimentación de los Rumiantes.....	14
2.4 De los Alimentos.....	17
2.4.1 Proteína.....	17
2.4.2 Energía.....	19
2.4.3 Fibra.....	19
2.4.4 Minerales.....	21
2.4.5 Vitaminas.....	22
2.4.6 Agua.....	23
2.5 Formulación de la Ración.....	24
2.5.1 Alimentos.....	25
2.6 Manejo de los cuyes destetados hasta su acabado.....	29
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	30
3.1 Ámbito Experimental.....	30
3.2 Instalaciones.....	30

3.3	Materiales y Equipos.....	31
3.4	Material experimental.....	31
3.5	Del forraje.....	32
3.5.1	Procesamiento del forraje.....	32
3.6	Manejo de los cuyes.....	34
3.6.1	Suministro de alimento.....	35
3.6.2	Suministro de agua.....	35
3.6.3	Registro de pesos.....	35
3.7	<b>Metodología</b> .....	36
3.7.1	Consumo de alimento.....	36
3.7.2	La ganancia de peso.....	36
3.7.3	La conversión alimenticia.....	36
3.7.4	Del rendimiento de carcasa.....	37
3.8	Análisis estadístico.....	37
IV.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	38
4.1	Consumo de alimento.....	38
4.2	Ganancia de peso.....	39
4.3	Conversión alimenticia.....	40
4.4	Rendimiento de carcasa.....	41
V.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	42
VI.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	43
VII.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	44
VIII.	<b>ANEXO</b> .....	51

## RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en la granja de cuyes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA- PUNO. El objetivo fue determinar el efecto del tamaño de partícula de forraje sobre los parámetros productivos en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en etapa de recría. Se tuvieron cuatro tratamientos con diferentes tamaños de partícula de forraje para el T-1 fue forraje entero, para el T-2 forraje de 12mm, el T-3 forraje de 5mm y el T-4 forraje de 3mm, (diámetro de poro) fueron 8 repeticiones por tratamiento. Los resultados indican que el consumo de alimento MS g/día fue similar entre tratamientos con promedios de  $49.7 \pm 6.5$  g,  $48.6 \pm 3.5$  g,  $50.0 \pm 3.7$  g,  $47.6 \pm 4.6$  g, respectivamente, la ganancia de peso vivo g/día fue similar entre tratamientos con promedios de 8.8 g, 8.6 g, 8.8 g, 8.9 g respectivamente, la conversión alimenticia fue similar entre tratamientos con promedios de 5.65 g, 5.62 g, 5.70 g, 5.38 g respectivamente y así mismo el rendimiento de carcasa fue similar entre tratamientos con promedios de 68.81%, 70.91%, 67.47%, 68.51% respectivamente. A partir de los resultados se concluye que el tamaño de partícula de forraje no tiene efecto sobre los parámetros productivos en cuyes en crecimiento.

**Palabras Clave:** consumo, conversión, cuy, ganancia, partícula de forraje, rendimiento.

## I.- INTRODUCCIÓN

El tamaño de partícula del forraje es un factor que influye en la tasa de pasaje y digestibilidad de los alimentos y tiene una respuesta positiva en la producción de animales herbívoros. Los estudios en conejos indican que las partículas gruesas favorecen la motilidad y tienen una mayor velocidad de pasaje (García et al., 1993), mientras que las partículas finas (tamaño de tamiz  $\leq 1$  mm) conducen a un mayor tiempo de retención (La Place y Lebas, 1977; Gidenne et al., 1991). Solo una molienda fina (tamaño de tamiz = 0.25) condujo a un aumento significativo de la digestibilidad (La Place y Lebas, 1977).

La molienda del forraje es un proceso útil en la elaboración de alimentos concentrados para aumentar el área superficial, mejorar el mezclado, la textura, la uniformidad y las características nutritivas del producto debido a que el tiempo total de digestión como de fermentación en el ciego aumentan significativamente cuando las partículas del alimento tienen un tamaño inferior a 0.3 mm, lo que confirma la eficacia de los mecanismos de segregación y retención selectiva de partículas finas en el ciego (Gidenne, 1992).

En este contexto, una molienda excesiva de los ingredientes fibrosos del alimento podría igualmente afectar su valor nutricional porque las partículas fibrosas más finas son introducidas en el ciego a través de movimientos antiperistálticos (Nicodemus et al., 1997).

En otros estudios realizados se demuestra que la concentración de pectina, grado de lignificación de la fibra detergente neutro y el tamaño de partícula son las variables que caracterizan la influencia de las fuentes de fibra sobre la excreción de heces blandas y el tiempo de permanencia de la fracción fermentable en el ciego de conejos (García et al., 1993).

La celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes; siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos volátiles (Chauca, 1997). El cuy es un animal con una fisiología digestiva similar a la del conejo, sin embargo se desconoce sobre la dinámica digestiva y los efectos de la molienda de los alimentos sobre el rendimiento productivo.

El presente objetivo fue estudiar el efecto del tamaño de partícula del forraje sobre los parámetros productivos en cuyes en crecimiento, tales como, el consumo de alimento, la ganancia de peso vivo, la conversión alimenticia y el rendimiento de Carcasa.

## II.- REVISION BIBLIOGRÁFICA

### 2.1.- El cuy

#### Fisiología digestiva

El cuy realiza una fermentación pos-gástrica y por consiguiente tiene una gran capacidad de consumo de forraje, aquí realiza una digestión enzimática en el ciego con presencia de bacterias que ayudan en la desintegración del alimento, existe la presencia de protozoarios que desdoblan la fibra en  $\text{NH}_3$  y aprovechar la fibra. En el colon hay una gran capacidad fermentativa del 26%, pudiendo ser aprovechados elementos no digeridos en el intestino delgado (Caycedo, 2000).

Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal, permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes en el ciego y colon donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La fauna bacteriana existente en el ciego, permite un buen aprovechamiento de la fibra, la síntesis de proteína microbiana y vitaminas del complejo B son producidos por los microorganismos que en su mayoría son bacterias Gram positivas y pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales para la reutilización de nutrientes a través de la cecotrofia mediante ella se ingiere el pellet fecal rico en nitrógeno (Holtenius y Bjornhag, 1985).

**CUADRO 1: Clasificación De Los Animales Según Su Anatomía Gastrointestinal**

CLASE	ESPECIE	HÁBITO ALIMENTICIO
<b>I. Fermentadores Pregástricos</b>		
1.1.- Rumiantes	Vacuno, ovino	Herbívoro de pasto
1.2.- No rumiantes	Antílope, camello	Herbívoro selectivo
	Hámster, ratón de campo	Herbívoro selectivo
	Kanguro, hipopótamo	Herbívoro de pasto y selectivo
<b>II. Fermentadores Postgástricos</b>		
2.1.- Cecales	Capibara	De pasto
	Conejo	Herbívoro selectivo
	Cuy	Herbívoro
	Rata	Omnívoro
2.2.- Colónicos		
-Saculados	Caballo, cebra	De Pasto
-No saculados	Perro, gato	Carnívoro

(Van Soest et al., 1991)

El ciego de los cuyes es menos eficiente que el rumen debido a que los microorganismos se multiplican en un punto que sobrepasa a la acción de las enzimas proteolíticas. A pesar de que el tiempo de multiplicación de los microorganismos en el ciego es mayor que la retención del alimento, esta especie lo resuelve por mecanismos que aumentan su permanencia y en consecuencia la utilización de la digesta (Gómez y Vergara, 1995).

**CUADRO 2. Capacidad Fermentativa en Porcentaje del Total del Tracto**

ESPECIE	Digestivo			TOTAL %
	RETICULO- RUMEN	CIEGO	COLON Y RECTO	
Vacuno	64	5	5-8	75
Ovino	71	8	4	83
Caballo	--	15	54	69
Cerdo	--	15	54	69
Cuy	--	46	20	66
Conejo	--	43	8	51
Gato	--	--	16	16

Parra (1973).

El proceso de digestión de los cuyes se inicia en la boca con la masticación de los alimentos luego la trituración mecánica por las piezas dentarias que poseen las cuales están diseñadas especialmente para esta función, teniendo como resultado la reducción del tamaño de partícula de la digesta la cual se mezclará con la saliva para su posterior digestión (Bustamante, 1993; Sakaguchi et al., 1992).

La saliva proviene principalmente de tres pares de glándulas bilaterales (submaxilares, sublinguales y la parótida), esta posee 99% de agua y una solución de sales y mucoproteínas. Debido a la presencia de estas últimas, la saliva es un líquido muy viscoso, el cual actúa como lubricante. Gracias a estas características, la saliva participa en la formación del bolo alimenticio el cual será deglutido con facilidad, incrementado de esta manera la superficie de los alimentos para permitir actuar a las enzimas digestivas a su paso por el tracto digestivo (Bondi, 1988).

El cuy posee un estómago glandular simple, el cual sirve como reservorio de los alimentos, para controlar el paso al intestino delgado, y para iniciar la digestión enzimática principalmente de las proteínas, aunque el paso del alimento por este órgano es muy rápido (Rigoni et al., 1993). Externamente el estómago del cuy es un saco piriforme, de una coloración rosada y de textura lisa. La demarcación externa entre la parte glandular y no glandular no se aprecia. El estómago posee cuatro regiones: cardial, fundus, cuerpo y pilórica (Bondi, 1988; Ghoshal y Bal, 1989).

El epitelio del estómago no glandular es escamoso estratificado queratinizado, la mucosa del estómago glandular está revestido por un epitelio columnar simple, la secreción de moco (mucina gástrica) por las células epiteliales forman una capa protectora de la mucosa gástrica.

Estas células secretoras producen conjuntamente, ácido clorhídrico, enzimas y mucina gástrica (Bondi, 1988; Ghoshal y Bal, 1989). En los estudios realizados por Maxhua y Cook (1990), realizaron las mediciones del sistema digestivo de cuyes criollos de la microregión de Cangallo, teniendo las siguientes medidas del estómago de cuyes hembras 7.3x4.01 cm y machos 6.9x3.93 cm.

El intestino delgado (ID) es el lugar principal donde se realiza la digestión y absorción de los nutrientes de la dieta. El ID es un tubo muscular situado entre los esfínteres pilórico e ileocecal; convencionalmente se divide en tres secciones: duodeno, yeyuno e íleon (Maxhua y Cook, 1990), reportaron las medidas del ID de cuyes criollos machos y hembras, las cuales fueron 183 cm y 193 cm, respectivamente.

Los alimentos, parcialmente digeridos, luego de abandonar el estómago ingresan al ID, donde se mezclan con las secreciones del duodeno, hígado y páncreas, en esta región, las glándulas de Brünner producen una secreción alcalina, que sirve de lubricante además de proteger la pared del duodeno del ácido clorhídrico proveniente del

estómago (McDonald et al., 1981). A medida que los alimentos llegan al duodeno, la pared intestinal comienza una complicada serie de contracciones, en ambas direcciones, que mezclan los alimentos con los jugos gástricos, los ponen en contacto con la mucosa donde se realiza la absorción y el ritmo de pasaje hacia adelante lleva el quimo; todo este proceso toma aproximadamente dos horas (Chauca, 1995).

Continuando el intestino grueso (IG) el cual se compone del ciego, colon y recto. El IG es más corto que el ID, pero tiene un diámetro considerablemente mayor. El ciego es un órgano muy importante en el cuy, ya que junto al colon proximal pueden contener hasta el 65% de la digesta, además la retención de la digesta es más prolongada que en ratas y conejos.

El ciego del cuy posee capacidad fermentativa por la compleja fauna que lo habita (Sakaguchi et al., 1992). El cuy tiene el ciego muy desarrollado y con presencia de fauna bacteriana, la cual es altamente predominante; además, presenta protozoarios principalmente del tipo *Entodinium*, *Diplodinium*, *Isotricha* y *Dasitricha*, identificados gracias a la implementación de la técnica de fistulación en estos animales; todos son responsables de la fermentación de los alimentos fibrosos (Caycedo, 1992).

A pesar de los procesos ocurridos en el estómago y el ID, existen componentes de los alimentos resistentes a estas enzimas, estos componentes no digeridos llegan al IG las secreciones del IG se componen de un líquido acuoso carente de enzimas, que contiene bicarbonato sódico y mucina, que lubrica los restos de la digesta a su paso por el intestino grueso, así como la superficie interna. La digestión en el IG tiene lugar como resultado de la actividad microbiana, realizada por una población microbiana semejante

a la existente en el rumen. La actividad microbiana es especialmente intensa en la degradación de la celulosa (Bondi, 1988).

La celulosa retarda los movimientos del contenido intestinal, lo cual permite una mejor absorción de nutrientes. El ciego en los cuyes contiene cadenas cortas de ácidos grasos en concentraciones comparables a las que se encuentran en el rumen (NRC, 1995), y la ingestión de celulosa en este organismo puede contribuir a cubrir los requerimientos de energía. El metabolismo en el ciego cumple una función importante en la síntesis de vitamina K y la mayoría de las vitaminas del grupo B por los microorganismos.

La digestión fermentativa 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 sólo se absorben a este nivel los ácidos grasos volátiles, vitaminas y agua (Rico y Rivas, 2003).

**CUADRO 3. Requerimientos Nutricionales del Cuy**

<b>Nutrientes</b>	<b>Concentración en la Dieta</b>
Proteína, %	18,00
Energía Digestible, kcal/kg.	3000,00
Fibra, %	10,00
Ácido graso insaturado, %	< 1,00
<b>Aminoácidos</b>	
Arginina, %	1,20
Histidina, %	0,35
Isoleucina, %	0,60
Leucina, %	1,08
Lisina, %	0,84
Metionina, %	0,60
Fenilalanina, %	1,08
Treonina, %	0,60
Triptofano, %	0,18
Valina, %	0,84

<b>Minerales</b>	
Calcio, %	0,80 – 1,00
Fósforo, %	0,40 – 0,70
Magnesio, %	0,10 – 0,30
Potasio, %	0,50 – 1,40
Zinc, mg/kg	20,00
Manganeso, mg/kg	40,00
Cobre, mg/kg	6,00
Fierro, mg/kg	50,00
Yodo, mg/kg	1,00
Selenio, mg/kg	0,10
Cromo, mg/kg	0,60
<b>Vitaminas</b>	
Vitamina A, UI/kg	1000,00
Vitamina D, UI/kg	7,00
Vitamina E, UI/kg	50,00
Vitamina K, mg/kg	5,00
Vitamina C, mg/kg	200,00
Tiamina, mg/kg	2,00
Riboflavina, mg/kg	3,00
Niacina, mg/kg	10,00
Piridoxina, mg/kg	3,00
Ácido Pantoténico, mg/kg	20,00
Biotina, mg/kg	0,30
Ácido Fólico, mg/kg	4,00
Vitamina B12, mg/kg	10,00
Colina g/kg	1,00

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

Por otro lado, los cuyes desarrollan la cecotrófia, como un mecanismo de compensación biológica que le permite el máximo aprovechamiento de sus productos metabólicos, ante la desventaja nutricional que representa el hecho de que gran parte de la digestión ocurra en porciones posteriores del tracto gastrointestinal (Chauca, 1997). La actividad cecotrófica es poco estudiada y es por esta que el cuy puede aprovechar las proteínas

bacterianas presentes en el ciego, así como la reutilización del nitrógeno proteico y no proteico que no haya sido digerido en el ID, con índices diferenciales de digestibilidad (Hidalgo, 2000).

Para que la población microbiana cecal se mantenga constante y sea eficiente la digestión fermentativa, el cual desarrolló el mecanismo de separación colónica (Holténus y Bjørnhaug, 1985), el cual consiste en movimientos antiperistálticos en los surcos del colon proximal que retornan los microorganismos desde el colon proximal hacia el ciego, resultando en una retención selectiva de microorganismos.

El equilibrio entre las distintas especies de bacterias en el ciego es inestable y depende de varios factores, se considera como el principal factor de la calidad de nutrientes que llegan al ciego. Como se mencionó anteriormente, la flora cecal vive del alimento no absorbido en el ID, por lo que si al ciego llegan una gran cantidad de proteínas estas serán aprovechadas por los Clostridios que al desaminar las proteínas provocarán en un aumento de amoníaco y una subida del pH, favoreciendo el crecimiento de más Clostridios pudiendo desencadenar una enterotoxemia.

La escasez de fibra indigerible o de fibra larga en el alimento, da lugar a una reducción del peristaltismo intestinal y como consecuencia una mayor permanencia del alimento en el ciego y aumento de fermentaciones no deseadas que ocasionan problemas digestivos en cuyes y conejos.

La ventaja principal de la digestión cecal de la fibra es que material de forraje puede pasar fácilmente del ciego, sin una gran reducción en el tamaño de las partículas. Aunque la digestión de la fibra es menos completa por los digestores cecales en

comparación a los rumiantes , la compensación se produce debido a que pueden consumir una gran mayor cantidad de forraje , ya que no tienen que romper la fibra hasta un tamaño de partícula pequeño para pasarlo fuera de su sistema . Sobre la base de la discusión anterior es evidente que digestores cecales pueden subsistir con dietas de menor calidad que rumiantes. Sin embargo, deben tener una mayor oferta forrajera ya que utilizan el forraje con menos eficiencia (Jerry y Hóiechek, 1984).

La Forma física y el tamaño de partícula de los ingredientes de piensos pueden ser factores a considerar en las dietas de conejos. El tamaño de partícula de la alfalfa puede influir en la aparición de la enteritis, la molienda fina ( más del 25 por ciento pasando un tamiz 0.25 mm y 90 por ciento pasando un tamiz de 1 mm ) tiende a promover la diarrea ; el material molido grueso no. La presencia de fibra no digerible de gran tamaño de partícula puede ser necesaria para la función normal del aparato digestivo del conejo (Tom Smith, 1914).

## **2.2.- Tamaño de Partícula en la Alimentación**

El trabajo de Björnhag (1972), se sabe que en el período de excreción fecal duro es por acción del colon proximal como un tamiz: las partículas más grandes (diam. > 0.3 mm) que se excretan en las caras duras, mientras más finas estas son impulsados hacia el ciego. Por lo tanto, se reconoce que la distribución del tamaño de partícula de una alimentación podría afectar la motilidad digestiva y más particularmente la fisiología cecal (El tránsito, el pH, la actividad fermentativa, el desarrollo de la pared cecal, etc).

La medición de la distribución del tamaño de partícula debe ser realizada después de la etapa de granulación, desde la granulación modifica en gran medida el tamaño de las

partículas (Lebas y Lambolely, 1999). Tal medida mejoraría la evaluación nutricional de las fuentes de fibra, como se sugiere por García et al., (1999).

Una molienda fina (tamaño de la pantalla  $\leq 1$  mm) de las materias primas conduce a un mayor tiempo de retención (La Place y Lebas, 1977; Gidenne et al., 1991), pero no están asociados con un aumento de la digestibilidad de los alimentos (Lebas et al., 1986 ; Gidenne y Scalabrini, 1990), ni con un efecto negativo sobre el estado de salud. Sólo una molienda fina (tamaño de pantalla = 0.25) condujo a un aumento significativo de la digestibilidad (La Place y Lebas, 1977). En comparación con un estándar de molienda (agujeros de 3 mm) uno grueso (8 mm) no afecta actuaciones o digestión. Así, sólo una tasa muy baja de partículas grandes tendría un impacto negativo en el rendimiento. Sin embargo, un tipo de partículas gruesas menor del 25 % es muy improbable en la práctica, ya que en una serie de 77 alimentos comerciales de la media proporción de partículas gruesas es 38.8 % (mínimo = 22.7 %, con una media de menos 2 sd = 27 % ;(Lebas y Lambolely, 1999).

Gidenne (1992), ha estudiado el tránsito digestivo de partículas fibrosas de diferente tamaño en conejos de 2,7 kg de peso que recibían una alimentación restringida (110 g/d). Sus resultados muestran que tanto el tiempo total de digestión como el de fermentación en el ciego aumentan significativamente cuando las partículas de fibra tienen un tamaño inferior a 0.3 mm, lo que confirma la eficacia de los mecanismos de segregación y retención selectiva de partículas finas en el ciego. Un mayor tiempo de retención de partículas finas respecto a las más grandes ( $> 0.3$  mm) ha sido también observado por Uden y Van Soest (1982) en conejas adultas. De estos trabajos se deduce que en conejos, al igual que en rumiantes, existe un tamaño crítico de partícula, por

debajo del cual se pondrían especialmente de manifiesto sus efectos sobre los procesos digestivos.

En los últimos años se han publicado varios trabajos sobre el efecto del tamaño de molienda (estimado por el diámetro de los orificios de la parrilla del molino) sobre la eficacia digestiva y productiva en conejos. En el ensayo más clásico (Laplace y Lebas, 1977) se compararon dos tamaños de diámetro de parrilla (2.5 mm ó dos pases por 0.25 mm) que se correspondieron con un porcentaje de partículas de tamaño inferior a 0.25 mm de un 40% y casi un 100%, respectivamente. La molienda más fina supuso un incremento del tiempo de retención total en el aparato digestivo (+ 25%), y de la digestibilidad de la materia seca (77.3 frente a 69.7%), pero también problemas de diarrea y de pérdidas de peso en un 50% de los animales experimentales.

Igualmente Morisse (1982) moliendo una, dos o tres veces a través de una parrilla de 4mm, consiguió una variación entre tratamientos del porcentaje de partículas finas (<0.25 mm) entre un 30.8% y un 73.8%. Un incremento del porcentaje de partículas finas supuso un descenso de la velocidad de crecimiento (6% entre extremos,  $P < 0.05$ ) y una tendencia (no significativa) hacia la disminución del pH y al aumento de la concentración total de AGV en el ciego; por otra parte no observó efecto significativo sobre la densidad de la flora colibacilar en el intestino. Este autor realizó además un estudio sobre la variación del porcentaje de partículas finas (< 0.5 mm) en seis piensos comerciales, encontrando un intervalo de variación de un 46,4-86,6%.

Posteriormente, Ward y Owen (1984) y Lebas, and Franck, (1986) realizaron dos estudios comparando dos tamaños de molienda: 1 vs 6 y 2 vs 7 mm, respectivamente, en

los que no se proporciona información sobre la granulometría de los piensos resultantes. En ambos casos el tamaño de partícula tuvo poca influencia sobre los parámetros estudiados (ganancia de peso, consumo, digestibilidad de la materia seca o de la FND).

El estudio más reciente ha sido realizado por Gidenne and F. Scalabrini (1990), Gidenne (1992), comparando dietas con un 76% de alfalfa molida a 1 ó 3 mm. A pesar de esta diferencia, el porcentaje de partículas finas ( $< 0.3$  mm) en las dietas experimentales sólo varió entre un 77 y un 81%. Este autor no observó diferencias entre tratamientos en el consumo, ganancia de peso o parámetros cecales (pH, concentración total y proporción molar de AGV, peso del contenido cecal), aunque hubo un ligero aumento del tiempo medio de retención en el conjunto del aparato digestivo (+ 1,8 h,  $P < 0.05$ ), debido principalmente a un mayor tiempo de fermentación en el ciego. Al contrario que en el trabajo de La Place y Lebas (1977), la digestibilidad de la fibra se redujo en la alfalfa más molida (43.5 vs 47.3%,  $P < 0.05$ ), lo que el autor relaciona con una menor renovación cecal y, por tanto, con un menor aporte de sustancias fermentables.

### **2.3. Tamaño de Partícula en la Alimentación de los Rumiantes**

La masticación de los alimentos es un proceso de importancia cuantitativa para la digestión en rumiantes al contribuir a la liberación de sus componentes solubles (alrededor del 20-30% de la materia seca de forrajes secos es solubilizada por la masticación, Ulyatt et al., 1986), a dañar la superficie de los tejidos vegetales (facilitando la exposición del material vegetal a una invasión efectiva por los microorganismos ruminales) y a reducir el tamaño de las partículas alimenticias, de modo que puedan ser evacuadas del rumen.

La masticación tiene lugar durante la ingestión de los alimentos y durante la rumiación. Durante la rumiación su función principal es la disminución de las partículas, especialmente en el caso de dietas de forrajes secos para las que se estima que entre el 65 y el 73% de la reducción en el tamaño de las partículas es atribuible a la rumiación (Ulyatt et al., 1986). Por otra parte, la producción de saliva se ve estimulada por la masticación. La saliva ligeramente alcalina (pH: 8.2) es rica en sustancias tampones (bicarbonatos y fosfatos) que contribuyen a mantener el pH del rumen en un intervalo pequeño, normalmente entre valores de 6.2-6.5.

La molienda de los forrajes conduce a un incremento de la velocidad de ingestión de éstos (Weston y Kennedy, 1984), especialmente cuando se presentan en forma granulada. Balch (1971) estima que la reducción del tiempo de masticación para dietas de paja y heno de calidad media es del 65% y 47% respectivamente cuando se suministran molidas. Como consecuencia la producción de saliva también se ve disminuida, siendo la magnitud del cambio del 52% en dietas de forrajes molidos según Putnam et al., (1966).

Los mecanismos que controlan la salida, y, por lo tanto, el tiempo de permanencia de las partículas alimenticias en el rumen condicionan, junto con la eficacia de los procesos fermentativos, la importancia cuantitativa de la degradación microbiana. La salida de partículas del rumen está inicialmente condicionada por su tamaño. En este sentido, Poppi et al., (1981) establecieron la teoría del tamaño crítico, basada en la observación del bajo porcentaje (1-3%) de partículas de tamaño superior a 1.2 mm que atravesaba el orificio retículo-omasal en ganado ovino.

Estudios posteriores sitúan el tamaño de partícula umbral entre 1-2 mm en ovino y 2-4 mm in vacuno (Ulyatt et al., 1986). De acuerdo con ello, el factor principal que determinaría el tiempo de permanencia de las partículas en el rumen, estaría ligado a su tamaño inicial y a la eficacia de los procesos de reducción de ese tamaño a través de la masticación, sobre todo durante la rumiación; la actividad degradativa de los microorganismos también podría contribuir a este proceso, al debilitar los tejidos vegetales estructurales e incrementar su fragilidad (Murphy and Nicoletti, 1984), aumentando la eficacia de la rumiación en la conminución de las partículas.

De acuerdo con lo anterior, cabría pensar que la molienda del forraje debería acelerar su tránsito digestivo en el rumen. Sin embargo, debe también tenerse en cuenta que, como se mencionó anteriormente, la molienda destruye la estructura tridimensional de las partículas, lo que afecta negativamente a su degradación por los microorganismos y, por tanto, podría retrasar el tiempo necesario para que alcancen la densidad óptima (Murphy and Nicoletti, 1984).

La ingestión voluntaria de forrajes en rumiantes está controlada principalmente por la velocidad de vaciado del rumen. Se considera en general que el suministro del heno en forma de cubos mejora la ingestión de materia seca respecto al heno en pacas (Bath et al., 1985), ya que el picado del heno favorece la colonización microbiana de las partículas y facilita también su salida física del rumen. Por otra parte, una molienda excesivamente gruesa ( $> 4$  mm) tiene efectos negativos importantes, al reducir la digestibilidad de algunos ingredientes de la dieta (granos de cereales), y al empeorar además la calidad del gránulo de pienso (mayor fragilidad). Algunos autores, como Lang (1981) han sugerido utilizar dos tamaños de molienda, uno más fino para cereales

y concentrados, y otro más grueso para los ingredientes fibrosos, pero existen muchas veces limitaciones para poder realizarlo en la práctica.

## **2.4.- De los Alimentos**

La definición de alimento solo es aplicable a aquel ingrediente de la dieta que aporta energía o proteína al organismo; puede ser de origen animal o vegetal y está compuesto por la materia seca y el agua. En los alimentos frescos o húmedos el porcentaje de agua pasa el 50% del peso total; en los secos es menor, está entre el 5 y el 15% (Agudelo, 2001).

Las necesidades nutricionales en los cuyes son específicas de acuerdo a la etapa en la que se encuentren ya sea mantenimiento, producción, crecimiento, gestación y lactancia.

Según la edad y la especie, los animales requieren una fuente de nitrógeno (N) en forma de aminoácidos esenciales, grasa en forma de ácidos grasos esenciales, elementos minerales esenciales, una fuente de energía que puede variar de grasas y proteínas principalmente en el caso de los animales carnívoros a tejido vegetal fibroso grueso en el de algunos herbívoros y algunas vitaminas liposolubles e hidrosolubles (Pond et al., 2002).

### **2.4.1.- Proteína**

Las proteínas son compuestos formados por aminoácidos, los cuales tienen funciones de formación, mantenimiento y recuperación de tejidos: Son su principal constituyente; además, participan en la síntesis de múltiples compuestos como hormonas, anticuerpos, membranas fetales, leche, carne y huevos, entre otros e intervienen en los procesos

reproductivos. La molécula de aminoácidos contiene carbono, hidrogeno, oxígeno y nitrógeno (Agudelo, 2001).

Las proteínas son compuestos orgánicos complejos que contiene carbono, hidrogeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. Están constituidas de más de 20 compuestos llamados aminoácidos (Austic y Nesheim, 1994).

Las proteínas son polímeros de aminoácidos, los que varían en cuanto a cantidad y tipo entre proteína y proteína. Estos aminoácidos se obtienen como productos finales de la hidrólisis, cuando las proteínas se calientan en ácidos fuertes o cuando sobre ellas actúan ciertas enzimas. Son los productos finales de la digestión y del catabolismo de las proteínas, y constituyen las piedras angulares de las cuales se forman las proteínas corporales (Maynard et al., 1992).

El requerimiento proteico en el cuy es el de los aminoácidos. Algunos de estos son sintetizados en los tejidos del animal y son dispensables; otros aminoácidos no se sintetizan en absoluto y son esenciales e indispensables.

- **Aminoácidos esenciales:** lisina, triptófano, metionina, valina, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina, treonina y arginina.

- **Aminoácidos no esenciales:** glicina, serina, alanina, norleucina, ácido aspártico, ácido glutámico, ácido hidroxiglutamico, cistina, citrolina, prolina, hidroxiprolina y tirosina (Aliaga, 2009).

Cuando se realice el cálculo y balance de las raciones alimenticias deben fijarse que cada uno cuente con lisina metionina y triptófano, en especial con lisina y triptófano; a los que se suma la cistina que es capaz de sustituir hasta el 50% de metionina. Si las necesidades no son satisfechas con las fuentes alimenticias se pueden adicionar alimentos sintéticos para obtener proporciones requeridas (Calero del Mar, 1979).

#### **2.4.2.- Energía**

La energía, es decir, la capacidad o poder para realizar un trabajo, es necesaria para los procesos vitales de los animales y para lograr niveles óptimos de producción de carne, leche, huevos, lana, trabajo, y reproducción. Por tanto es conveniente conocer la cantidad de energía que necesita un animal para sus diferentes funciones, pues es necesario suministrarla en el alimento (Agudelo, 2001).

El alimento es la fuente de energía tanto para el hombre como para los animales. Los carbohidratos, grasas y proteínas que provee el alimento al organismo pueden ser usados como energía para regular la temperatura corporal y mantener las funciones vitales del crecimiento, actividad, producción, y reproducción. Según la edad y la especie animal de que se trate, entre 70 y 85% del total de la materia seca ingerida se usa para generar la energía necesaria para estas funciones (Maynard et al., 1992).

El cuy bajo condiciones normales consume gran variedad de hidratos de carbono pero las necesidades cuantitativas y cualitativas para los diferentes carbohidratos no han sido determinadas. El consumo excesivo de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar al desempeño reproductivo, las necesidades de energía están influenciadas por la edad, actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y el medio ambiente. Los cuyes son capaces de regular el consumo de alimento en función a la concentración de energía, lo cual influye sobre el crecimiento y la tasa de conversión del alimento.

#### **2.4.3.- Fibra**

La fibra son aquellas partes de los vegetales que no pueden ser digeridos por el organismo animal esto debido a que el organismo no contiene las enzimas adecuadas para digerir estos componentes que se expulsan al exterior después de atravesar el tubo

digestivo, químicamente la fibra está formado por un tipo especial de hidratos de carbono, llamados polisacáridos no almidonosos (PNA), que en la mayoría de los casos, pertenece a las paredes de las células de los alimentos vegetales.

En los cobayos la fibra, permite el mejor funcionamiento de los microorganismos del ciego, por tanto mayor absorción de nutrientes. (6 -18% de la ración (Centro de Investigación Biológica, Crianza de Cuyes, Universidad Católica Sede Sapientiae).

La actividad muscular del intestino grueso envía la fibra rápidamente a lo largo del colon, en tanto que los componentes no fibrosos son llevados de forma retrograda por antiperistaltismo, al ciego para su fermentación. Los alimentos ricos en celulosa y lignina (harina de alfalfa) suele tener una digestibilidad inferior en 15% en conejos. La reducción del tamaño de las partículas de fibra por la molienda aumentaría la cantidad de fibra retenida en el ciego y sometida a la digestión bacteriana. No obstante dicho proceso puede interferir con el efecto protector de la fibra frente a la enteritis (Cheeke, 1995).

#### **- Alfalfa**

Es el forraje más utilizado en la alimentación de cuyes, pues posee un alto valor nutritivo, con un contenido de proteína de 20% en estado de prefloración y un adecuado equilibrio en los minerales, tales como calcio (1.30%) y fósforo (0.64%), además de valores adecuados de fibra (23%). En nuestro medio se han encontrado valores de digestibilidad del 76.4% para materia seca y 86.47% para proteína.

#### **- Avena**

La avena es un cereal anual, muy alto, muy cultivado en el Altiplano y los Valles interandinos; se adapta a las condiciones tropicales de gran altitud. Los granos de avena

son usados para la alimentación, para pastoreo o conservar como heno. Es considerada una planta de estación fría y se localiza en las mayores áreas de producción y en los climas templados. Posee una resistencia al frío menor que la cebada y el trigo.

Es sensible a altas temperaturas sobre todo durante la floración y la formación de grano. Es muy exigente en agua por tener un coeficiente de transpiración elevado, superior incluso al de la cebada, y le puede perjudicar el exceso de humedad. El forraje presenta mayor valor nutritivo cuando el grano está en estado de leche, por consiguiente es el mejor momento oportuno para aprovecharlo forraje; ensilaje o heno (Aliaga, 2009).

#### **2.4.4.- Minerales**

A los siguientes elementos minerales se les reconoce funciones esenciales en el organismo y por lo tanto, deben estar presentes en la alimentación: Calcio, fósforo, sodio, potasio, selenio, molibdeno, cloro, magnesio, hierro, azufre, yodo, manganeso, cobre, cobalto, zinc, flúor, níquel, vanadio, sílice, cromo, estaño (Maynard et al., 1992).

Los elementos minerales necesarios se dividen en dos grupos, tomando en cuenta las cantidades relativas que de ellos se necesitan en la dieta, y son: Macro minerales y micro minerales, minerales traza u oligoelementos. Los macro minerales son calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl), potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S) (Pond et al., 2002).

En general, calcio, fósforo, sodio, potasio, magnesio y cloro se designan como elementos requeridos mayores, dado que deben estar en la dieta en cantidades

relativamente grandes. Los elementos restantes sólo son necesarios en pequeñas cantidades y sus requerimientos por lo común se expresan en partes por millón o miligramos por kg. En la dieta (Austic y Nesheim, 1994).

#### 2.4.5.- Vitaminas

Las vitaminas son compuestos orgánicos requeridos en cantidades pequeñas por el organismo en miligramos, unidades internacionales (UI), o partes por millón (ppm) para sus funciones de mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción. Actúan como partes del sistema enzimático que catalizan reacciones bioquímicas específicas en las diferentes células del organismo (Agudelo, 2001).

Las vitaminas se necesitan en cantidades muy pequeñas para el metabolismo normal del cuerpo; cada una tiene sus propias funciones específicas y la falta de una sola vitamina en la dieta de una especie que la requiere produce síntomas específicos de deficiencia e incluso podría ocasionar a la larga muerte del animal (Pond et al., 2002).

Las vitaminas son compuestos orgánicos, por lo común no sintetizados en el cuerpo, que se requieren en cantidades muy pequeñas en la dieta. No son componentes estructurales del cuerpo y su función más frecuente es como coenzimas o reguladores del metabolismo. Las 13 vitaminas requeridas por los cuyes, se clasifican de acuerdo a sus propiedades en liposolubles o hidrosolubles. Las primeras incluyen a las vitaminas A, D, E, K y las hidrosolubles son tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, folacina, biotina, ácido pantoténico, piridoxina, vitamina B12 y colina.

Los cuyes requieren una adición de vitamina C sintética en la dieta debido a que sus tejidos no pueden sintetizar esta vitamina (Austic y Nesheim, 1994).

## - Vitamina C

Ácido ascórbico, vitamina antiescorbútica, el ácido ascórbico, conocido también con los nombres de ácido cervitaminico o vitamina C, es la vitamina cuya ausencia causa el escorbuto fue identificada con el ácido ascórbico por Szent-Gyrgy y lograda su síntesis en 1933, por Reisgthein. Se presenta en tres formas: reducida, ácido L – ascórbico; oxidada, di hidro-L-ascórbico, y forma unida, ascorbigen, con un soporte proteico probablemente fermentativo.

Esta vitamina es hidrosoluble, se oxida con suma facilidad, conduciéndose como un cuerpo reductor; reduce el nitrato de plata y el líquido, en medio ácido es estable; en medio neutro y alcalino se destruye fácilmente, lo que explica la pobreza en vitamina C (Flores, 1986).

### 2.4.6.- Agua

Con frecuencia al agua no se le considera como un nutriente, aun cuando llena de modo claro todos los requisitos para definirla como tal sin ella la vida no sería posible. Constituye de la mitad a dos tercios aproximadamente de la masa corporal de los animales adultos y hasta el 90% de la de los animales recién nacidos; así mismo, más del 99% de las moléculas del cuerpo son de agua, esto último es posible porque las moléculas de agua son más pequeñas que la mayor parte de las demás (Pond et al., 2002).

El agua es importante en los cuyes ya que actúa sobre el organismo como componente de los tejidos corporales, además como solvente y transportador de nutrientes. Todos los alimentos están formados inicialmente por el agua y la materia seca (MS) el contenido de agua es muy variable, pues depende de la especie, del estado vegetativo, de la estación, de la naturaleza del suelo y del alimento.

Los forrajes tiernos contienen hasta 88 % de agua y los forrajes henificados contienen cerca de un 10 % de agua, el tipo de alimento y clima determinan, en el cual las necesidades de agua. Dicho animal puede obtener el líquido de los pastos y de las frutas succulentas, del agua de bebida y del agua metabólica que se produce en el organismo. Su consumo está determinado por las condiciones ambientales y por el clima. Cuando el animal recibe dietas con alta proporción de alimento seco (concentrado y forrajes secos) y baja cantidad de pastos verdes, el suministro de agua debe ser mayor que cuando la dieta es en base a solo pastos.

El agua debe ser considerada como nutriente esencial, aunque no es posible establecer requerimientos precisos, la cantidad necesaria depende de la temperatura ambiental y humedad relativa, la composición de la dieta, la tasa de crecimiento, o la producción de carne, la eficiencia de la absorción renal (Luna, 1978).

Es de suponer que en climas o épocas cálidas, el cuy requiere de mayor cantidad de agua. Con una alimentación mixta (forraje y concentrado) el cuy necesita consumir hasta un 10 % de su peso vivo (si nos referimos a cuyes de levante); esto puede incrementarse hasta el 20 %, con una mínima cantidad de forraje, y en temperaturas superiores a los 20° C. en climas o épocas frías, el cuy que consume solo forraje puede suplir sus necesidades en un alto porcentaje (Caycedo, 2000).

## **2.5.- Formulación de la Ración**

Los requerimientos nutricionales dependen de una serie de factores como: el trabajo físico, la actividad, la edad, sexo, peso, estado fisiológico referido en especial al estado de preñez o lactancia, crecimiento, clima y stress (Cañas, 1995).

Las normas alimentarias y tolerancias nutricionales muestran las cantidades de alimento y nutrientes específicos que se deben proveer a las diferentes especies para diversos propósitos, tales como crecimiento, engorda, reproducción, lactancia y trabajo intenso (Maynard et al., 1992).

### 2.5.1.- Alimentos

#### - Maíz grano

En muchas zonas el maíz es fuente predominante de energía en alimentos de animales menores, principalmente por su abundancia, economía y alta digestibilidad, el maíz también posee un contenido proteico variable, de un 8 a más del 11%. Actualmente el maíz es resultado de cruzamiento híbrido en un esfuerzo por producir plantas aceptables en ciertos climas, precipitación pluvial y composición de la tierra. El maíz es una muy buena fuente de ácido linoleico, un ácido graso esencial (North y Bell, 1993).

Se ha estudiado con detalle la composición química del maíz. La zeína, una proteína que se encuentra en el endospermo, constituye aproximadamente la mitad de la proteína total que se encuentra en el grano de la mayoría de las variedades. Esta proteína tiene pequeñas cantidades de muchos de los aminoácidos esenciales, pero en especial la lisina y triptófano; el contenido total de proteínas del maíz es deficiente en estos aminoácidos para los animales no rumiantes. Por lo tanto es necesario complementar al maíz con fuentes de proteína que aporten un equilibrio satisfactorio de aminoácidos esenciales para un rendimiento animal adecuado (Pond et al., 2002).

### **- Harina de pescado**

Tiene proteínas de alto valor biológico y constituye además un buen aporte de vitaminas y minerales. Sin embargo no todas las harinas de pescado sirven. Existe restricción de uso por provocar vomito negro, es por tal motivo que se debe utilizar como máximo de 8 a 14% (Cañas, 1995).

Gran parte de harina de pescado se utiliza más como fuente de proteína de buena calidad para la alimentación de cuyes por su contenido balanceado de aminoácidos. No todas las harinas de pescado son iguales en su composición de aminoácidos ni en su digestibilidad, varían en su contenido de proteína cruda de 55 a 75% (North y Bell, 1993).

### **- Afrecho de trigo**

Los subproductos de la molienda del trigo constituyen aproximadamente el 25% del grano. Estos son alimentos relativamente voluminosos y laxantes especialmente el salvado, pero son bastante tolerables por los animales. El salvado y las partículas entrefinas son de las capas externas de la semilla y contienen más proteína que el grano (Pond et al., 2002).

Los residuos obtenidos en la industria harinera son los productos más empleados como alimento del ganado. Estos son afrecho, afrechillo, harinilla y granza. (Cañas, 1995).

### **- Polvillo de arroz**

La harina de arroz está constituida por el residuo que resulta de pulir el grano, es decir, después de quitarle la cascarilla y los tegumentos; también puede contener cascarilla molida en pequeña cantidad, granos quebrados y germen molido, pero la mayor parte son pulidoras. El arroz es un ingrediente de calidad relativamente pobre, el cual

contiene solamente un 7.8% de proteína cruda y apenas 2600 – 2700 Kcal. de EM/kg. Además contiene niveles bastante altos de inhibidores de tripsina, los cuales, sin embargo, son destruidos por las temperaturas normales de peletizado (Agudelo, 2001).

#### **- Soya integral**

La soya integral es el suplemento proteico para la alimentación animal más importante en el mercado mundial. Se prefiere por su contenido de proteína y lisina, y energía en forma de grasa en comparación con otro tipo de granos. Por sus características se trata de un producto que puede ser usado, con restricción, en cuanto a los niveles y/o porcentajes en las dietas de los animales. Debido a que un exceso de energía en los cobayos causa problemas reproductivos. En el caso de dietas para cuyes puede ser incluido hasta en un 26 – 28 %%. (Cañas, 1995).

La harina de soya contiene, en ocasiones, los inhibidores de la tripsina – enzima responsable de la conversión de la proteína en aminoácidos en el intestino delgado, los cuales ocasionan retrasos en el crecimiento y baja en la conversión alimentaria (Agudelo, 2001).

#### **- El Heno**

La henificación es una forma de conservar el forraje, lo que se pretende es reducir la humedad del cultivo verde hasta un nivel bajo para inhibir la actividad de las enzimas vegetales y microbianas. Durante este proceso el forraje sufre cambios como son: Reducción en el contenido de agua a un grado no superior del 25 % (Morrison, 1994).

Pérdida de los principios nutritivos, el contenido de carotenos decrecen conforme la temperatura de almacenamiento aumenta, el contenido de tocoferol. La proporción de

azúcares varía en forma inversa a la temperatura de almacenamiento, la materia seca disminuye según el tiempo de almacenamiento y elevación de temperatura y humedad ésta disminución de materia seca (MS) están asociadas a la pérdida de glucosa, sacarosa y fructuosa mientras que los compuestos menos solubles no son afectados (Morrison, 1965).

### **-Heno de avena**

La avena forrajera, muestra variaciones en el contenido de nutrientes y materia seca según el estado fenológico, con el contenido de proteína alto y baja de materia, seca en cosecha al estado de floración (9,79%) y 6,150Kg/ha de proteína y materia seca, respectivamente y mientras que el estado de grano de leche, estas cifras se invierten (4,47%) de proteína y 14.290 Kg/ha de materia seca. El valor nutritivo de la avena depende de la relación que existe entre el grano de descascarillado y la cubierta. El porcentaje de cubierta en promedio es de 27%. Las avenas ricas en cascarilla poseen la mayor FB y menos energía metabolizable que las contienen en una proporción más baja (Mendoza, 1990).

El contenido en proteína bruta (PB) varía entre 70 y 150 g/Kg. y aumenta con la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Las proteínas totales (PT) de la avena son de baja calidad. El aminoácido (AA) más importante es el ácido glutámico.

En comparación con otros cereales, el grano de avena contiene bastante aceite, el 60% del cual se encuentra en el endospermo como ya hemos dicho anteriormente, este aceite es rico en ácidos grasos no saturados y disminuya la consistencia de la grasa corporal (Mc Donald et al., 1981).

## 2.6.- Manejo de los cuyes destetados hasta su acabado

Los cuyes se destetan durante el período que va desde los 12 hasta los 21 días es recomendable hacerlo a los 21 días. Esta actividad se hace con el fin de evitar la competencia por el alimento. Una vez realizado el destete se pesan los animales y se separan por sexo en grupos de 15 hembras y 10 machos en las pozas de recría. En lo posible se busca uniformidad de pesos. Con una buena alimentación compuesta de forraje y balanceado se logra obtener cuyes con pesos ideales para el consumo 1000 gramos, a los tres meses. Aquí es cuando la curva de convertibilidad alimenticia alcanza su máximo valor y las hembras de calidad que presentan buenas características entran a las pozas de empadre (Castro, 2002).

Durante la etapa de recría cada una de las pozas deben albergar 15 animales cuyas dimensiones de 1,2 m por 1,5 m aquí permanecen hasta los 56 días de edad, momento en el que son separados para ser empleados como reproductores o destinados al consumo (Rico y Rivas, 2003). Cabe mencionar que los gazapos en recría deben recibir una alimentación con porcentajes altos de proteína (17%) para lograr incrementos diarios de peso entre 9,32 y 10,45 g/animal/día. manejando esta etapa con cuyes mejorados y con raciones de alta energía se alcanzan incrementos de 15g diarios (Zevallos, 1975).

### III.- MATERIALES Y METODOS

#### 3.1.- Ámbito Experimental

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la granja de cuyes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano, en la Región Puno, provincia y distrito de Puno.

#### Ubicación Geográfica

Latitud  $15^{\circ}49'20.2''$ ,

Longitud:  $70^{\circ}1'10.4''$

Coordenadas GPS (Sistema de Posicionamiento Global), DATUM: WGS 84, Sistema de Proyección: UTM, Zona: 19.

Norte: 8250459

Este: 390816

Altitud: 3838 m.s.n.m.

#### 3.2.- Instalaciones

El experimento se realizó en un ambiente aislado orientado de sur a norte, con un área total de 10 x 10 metros con muros de ladrillo estucado, techo a 2 aguas, con pozas de madera de  $1.20\text{m}^2$  divididas en 4 para cada tratamiento individual, se utilizaron 8 pozas en total en el experimento. El piso de la sala de crianza es de cemento lo cual facilita una adecuada limpieza y desinfección la cual favorece en la baja incidencia de enfermedades infecciosas, de igual manera las pozas están a una elevación de 50 centímetros del piso lo cual favoreció para una baja incidencia de enfermedades respiratorias.

### 3.3.- Materiales y Equipos

- Molino Picador Forrajero TRAPP TRF-700.
- Zarandas de diferente diámetro de poro.
- Comederos circulares de material concreto.
- Comederos de metal, y piedra labrada.
- Bebederos circulares de piedra labrada.
- Pozas de madera de 1.20m<sup>2</sup> x 0.50 cm de alto
- Balanza de 3 kg. de capacidad.
- Balanza de 100 kg de capacidad.
- Termómetro ambiental.
- Escobas, recogedores, guantes, baldes.
- Espátulas.

### 3.4.- Material experimental

#### Animales

Para la realizar el proyecto se utilizó 32 cuyes destetados de aproximadamente 30 día, eran de sexo machos, provenientes un Productor de Cuyes en la Ciudad de Desaguadero, los cuales se distribuyeron aleatoriamente en 4 grupos (8 animales por grupo). Tuvieron un peso inicial para: **T - 1 de 437.75± 43.0 g, T - 2 con 440.5± 50.3 g, T - 3 con 407.38± 53.6 g, T - 4 425.5± 60.9 g.**

### 3.5.- Del Forraje

El Heno de Avena picado de diferentes tamaños de partícula (3mm, 5mm, 12mm).

#### 3.5.1 Procesamiento del Forraje

##### 1.- Preparación del forraje para la molienda

Se separó cualquier partícula extraña como; maderas, metales, piedras etc., para luego colocarla en el molino.

##### 2.- Implementos en el proceso

Se colocó un saco de plástico para recibir el forraje picado en la parte inferior de la maquina así evitando el ingreso de residuos de polvillo fino de este proceso y así también evitar el escape del forraje picado hacia el exterior.

##### 3.- Proceso de la Molienda del Forraje

Se procedió a colocar el forraje en apertura de ingreso al Molino Picador Forrajero (TRAPP TRF-700) que estaba equipado con un distinto calibre (3mm, 5mm, y 12mm de diámetro), estimado por el diámetro de los orificios de la parrilla del molino en un porcentaje homogéneo.

Los cuyes fueron alimentados con cuatro raciones las cuales tuvieron diferentes tamaños de partícula de forraje (3mm, 5mm, 12mm) y un grupo control con forraje entero.

**T1** = Concentrado, Forraje Entero (Grupo control)

**T2** = Concentrado, Tamaño de forraje de 12mm

**T3** = Concentrado, Tamaño de forraje de 5mm

**T4** = Concentrado, Tamaño de forraje de 3mm

Se utilizó una ración balanceada elaborada que contenía: Afrechillo de Trigo, Polvillo de Arroz, Harina de Pescado, Maíz grano, Soya integral, y otros. (**Cuadro 4**).

**CUADRO N° 4.-Formula Alimenticia para Cuyes en Crecimiento**

INGREDIENTE	Mezcla, %	Grupo Control	Mezcla, %
Heno De Avena (Picado)	40.00	Heno entero	40.00
Afrechillo Trigo	20.00	Afrechillo Trigo	20.00
Arroz Polvillo	13.33	Arroz Polvillo	13.33
Afrecho de Trigo	1.62	Afrecho de Trigo	1.62
Harina Pescado	1.30	Harina Pescado	1.30
Aceite Soya	1.51	Aceite Soya	1.51
Maíz Grano	10.00	Maíz Grano	10.00
Pre Mezcla (Vit+M)	0.6	Pre Mezcla (Vit+M)	0.6
-Sodio	0.4	-Sodio	0.4
Rocsalfos	1.61	Rocsalfos	1.61
Soya Integral	9.56	Soya Integral	9.56
L-Treonina 99%	0.07	L-Treonina 99%	0.07
<b>Totales</b>	<b>100.00</b>		<b>100.00</b>

AEZO

**CUADRO: 5 Aporte de Nutrientes**

Nombre Ingredientes	Tipo (Max / Min)	Aporte
Energ. Met. (Mcal/Kg)	MIN	2.50
Proteína C. (%)	MIN	16.00
FDN(%)	MIN	41.36
Calcio (%)	MIN	1.04
Fosforo (%)	MIN	0.50
Lisina (%)	MIN	0.65
Metion + Cist(%)	MIN	0.50
Triptófano (%)	MIN	0.19
Treonina (%)	MIN	0.55

AEZO

**CUADRO 6. Composición Química de los Insumos**

Alimentos	Mezcla %	MS %	EE %	PT %	FDN %	CT %	CNF %	NDT %	EB Kcal/Kg MS	ED	EM
Heno de avena	40.00	37.20	0.88	3.00	25.20	3.16	7.76	25.27	1775.01	1111.95	900.68
Subproductos de trigo	21.62	19.24	0.93	3.76	9.25	1.43	6.25	17.94	998.53	668.06	541.13
Polvillo de arroz	13.33	11.86	2.08	1.92	4.40	1.53	3.40	11.86	655.04	411.90	333.64
Maíz amarillo molido	10.00	9.00	0.41	0.98	1.08	0.15	7.38	9.10	444.31	392.00	317.52
Harina integral de soya	9.56	8.51	1.74	3.85	1.42	0.46	2.08	8.03	537.88	395.78	320.59
Harina de pescado	1.30	1.17	0.06	0.93	0.00	0.21	0.11	0.95	62.92	45.24	36.64
Premezcla VM	0.60	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sal común	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rocsalfos	1.61	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L-treonina	0.07	0.07	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aceite de soya	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>87.97</b>	<b>6.10</b>	<b>14.44</b>	<b>41.36</b>	<b>6.93</b>	<b>26.98</b>	<b>73.16</b>	<b>4473.70</b>	<b>3024.93</b>	<b>2450.19</b>

SOLVER

### 3.6.- Manejo de los Cuyes

Los cuyes fueron distribuidos al azar en 4 tratamientos y cada tratamiento conto con 8 repeticiones, el estudio se realizó en un sistema de crianza en posas.

Previa a la llegada de los 32 cuyes destetados, con anticipación se limpiaron y desinfectaron las pozas, se aclimato todo el ambiente para que no fuera frígido y se colocaron los comederos y los bebederos debidamente higienizados con agua fresca, limpia y alimento concentrado.

Los cuyes en estudio tuvieron un periodo de acostumbramiento al nuevo ambiente por un periodo de una semana, posteriormente se realizó una semana de acostumbramiento a la nueva fórmula alimenticia a tratar en el experimento así luego se inició con el proyecto de investigación el cual tuvo una duración de 8 semanas.

### **3.6.1.- Suministro de alimento**

El alimento fue suministrado dos veces al día, por la mañana y en la tarde (8:00 y 14:00), en los respectivos comederos individuales, se tuvo ocho animales para un tamaño de partícula de forraje específico que fueron tomados al azar.

La cantidad de alimento a suministrar fue ad-libitum estos estaban en una sola mezcla, para los tamaños de partícula (3, 5, 12mm), sin embargo el forraje entero fue dado aparte en un comedero de metal en un porcentaje 40% específico de acuerdo a la dieta utilizada para su consumo adecuado.

### **3.6.2.- Suministro de agua**

Así mismo el agua de bebida fue suministrada era limpia y bebible recolectada de las fuentes de agua potable de la universidad fue dada por la mañana luego de ser brindado el alimento y en la tarde en caso necesario, en los respectivos bebederos antes higienizados.

### **3.6.3.- Registro de Pesos**

El registro de pesos se realizó semanalmente en horarios de las 7 a.m. para los diferentes tratamientos y sus repeticiones, para tal fin se contara con una pequeña caja para colocar dentro al cuy y esta estuvo debidamente tarada, para pesarlo adecuadamente cada semana, así mismo se utilizó una balanza electrónica de precisión para el suministro de alimento de manera diaria y estos datos fueron debidamente registrados en el cuaderno de control.

### 3.7.- Metodología

#### 3.7.1. Consumo de alimento

El consumo voluntario es probablemente el factor más importante desde el punto de vista de la productividad pecuaria ya que todos los demás parámetros del comportamiento animal como son la ganancia de peso, en términos generales se busca que el animal consuma más, porque en individuos sanos esto se traduce en mayor producción.

En forma complementaria, los cálculos de conversión alimenticia, así como los costos de producción, expresa la relación de los parámetros mencionados con el consumo, es decir se espera que los animales aumenten al máximo su producción con el mínimo alimento consumido. El alimento tubo una humedad aproximada ( $H^{\circ}$ ) de 6%.

#### 3.7.2. La Ganancia de peso

Para la ganancia de peso se registró el peso de cada cuy por tratamiento y repetición, cada semana obteniéndose por diferencia del peso inicial para cada semana, durante el transcurso del experimento, y fue debidamente registrada en el cuaderno de notas.

#### 3.7.3. La Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se halló con la siguiente fórmula:

$$C.A. = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia de peso vivo}}$$

### 3.7.4. Del Rendimiento de Carcasa

Es la relación que existe entre el peso vivo del animal luego de ayuno y el peso luego del beneficio, este proceso se realizó una vez culminado con la parte experimental del proyecto. La carcasa incluye piel, cabeza, patitas y órganos (corazón, pulmón, hígado, bazo y riñón); para la evaluación de este parámetro se utilizaron 4 animales por tratamiento.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso de Carcasa}}{\text{Peso Vivo}} \times 100$$

### 3.8.- Análisis estadístico

Para el análisis de los datos generados se utilizara un Diseño Completo al Azar, cuya modelo es:

$$-X_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$i = 1, 2, \dots$ tratamientos

$j = 1, 2, 3, 4, \dots$ repeticiones

Dónde:

- $X_{ij}$  = Variable de respuesta

- $\mu$  = Promedio general del experimento

- $T_i$  = Efecto de las raciones (tamaño de partícula)

- $E_{ij}$  = Efecto del error experimental

Para contrastar medias se usó la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Consumo de alimento

**Cuadro 7. Consumo de alimento MS g /día /cuy /tratamiento**

VARIABLE	T- 1	T- 2	T- 3	T- 4
Consumo MS g/cuy/d	49.7±6.5	48.6±3.5	50.0±3.7	47.6±4.6
IMS g/día W <sup>0.75</sup>	66.1± 7.2	64.9± 4.7	69.2± 4.0	64.4± 7.2
IMS g /día PV%	7.3± 0.8	7.1± 0.6	7.7± 0.7	7.1± 1.0

Se puede observar que no existe diferencia significativa ( $P>0.05$ ), teniendo como promedios 49.7±6.5 g T - 1, 48.6±3.5 g T - 2, 50.0±3.7 g T - 3, 47.6±4.6 g T - 4, respectivamente indicando que no el consumo de alimento no es afectado por el tamaño de forraje que se utilizó, Ward y Owen (1984) y Lebas and T. Franck (1986) realizaron dos estudios comparando cuatro tamaños de molienda: 1 vs 6 y 2 vs 7 mm, respectivamente en ambos casos el tamaño de partícula tuvo poca influencia sobre los parámetros estudiados, como el consumo de Alimento.

Otros estudio realizado por Gidenne, (1992) comparando dietas con un 76% de alfalfa molida a 1 ó 3 mm, también no observó diferencias entre tratamientos en cuanto al consumo, y ganancia de peso.

El Consumo de Alimento promedio total g/cuy para el Tratamiento 1, 2, 3, 4; corresponden las cifras de: 2962.51g, 2893.76g, 2980.89g, 2837.02g, respectivamente, en otro estudio realizado con Alimento Balanceado + Forraje se obtuvieron valores de; 2362, 2182, 2120, y 2107, g/cuy fueron menores a los registrados en el presente trabajo por diferencias sobre la composición del alimento balanceado así como del porcentaje de Forraje que se utilizó en el trabajo de (Torres et al., 2006).

## 4.2. Ganancia de Peso

**Cuadro 8. Ganancia de peso vivo g /día /cuy /tratamiento**

VARIABLE	T- 1	T- 2	T- 3	T- 4
Peso inicial g	437.75± 43.0	440.50± 50.3	407.38± 53.6	425.50± 60.9
Peso final g	930.88± 74.8	924.50± 77.4	898.75± 121.4	921.13± 113.3
Ganancia P. V. Total g	493.14	484.01	491.40	495.66
Ganancia g/cuy/día	8.8±1.3	8.6±1.0	8.8±1.4	8.9±1.5

Se muestra que no existe diferencia significativa con ( $P>0.05$ ), teniendo como promedios 8.8 g T - 1, 8.6 g T - 2, 8.8 g T - 3, 8.9 g T - 4, indicando que la ganancia de peso no es afectada por el tamaño de forraje que se utilizó: Forraje entero para el tratamiento 1, Forraje de 12mm con diámetro de poro para el tratamiento 2 + , Forraje con diámetro de 5mm de poro para el tratamiento 3, y Forraje de 3mm con diámetro de poro para el tratamiento 4 respectivamente adicional al concentrado suministrado.

En comparación con otro estudio realizado por Gidenne (1992) comparando dietas con un 76% de alfalfa molida a 1 ó 3 mm, este autor no observó diferencias entre tratamientos para la ganancia de peso.

En trabajos realizados con alimentación mixta pero con forraje restringido se registraron incrementos de 6.42, 7.06, 7.09, 7.59 g/animal/día (Castro et al., 1991), que son valores menores a los registrados en el presente trabajo.

El trabajo realizado por (Espinoza, 1991) obtuvieron valores de 5.5 g/día, 4.23 g/día, 4.36 g/día, 3.55 g/día, que son valores menores a los obtenidos en el presente trabajo, por factores de diferencia entre la composición del concentrado y por qué se realizó con restricción de forraje.

### 4.3. Conversión Alimenticia:

**Cuadro 9. Conversión alimenticia /cuy/tratamiento**

VARIABLE	T- 1	T- 2	T- 3	T- 4
Consumo MS g Total	2784.76± 362.7	2720.13± 197.1	2802.04± 206.3	2666.80± 260.1
Ganancia g Total	493.14± 73.4	484.01± 56.2	491.4± 81.1	495.66± 84.2
Conversión Alimenticia	5.65	5.62	5.70	5.38

Se puede observar que no existe diferencia significativa ( $P>0.05$ ), teniendo como promedios 5.65 g T -1, 5.62 g T - 2, 5.70 g T - 3, 5.38 g T - 4, respectivamente indicando que la Conversión Alimenticia no es afectada por el tamaño de forraje que se utilizó.

El trabajo realizado por Espinoza (1991) Engorde de cuyes a base de concentrado y forraje, la conversión Alimenticia acumulada fue de 4.01 g que es un valor menor a los obtenidos en el presente se puede deber a las diferencias en la composición del concentrado que incluyo harina de sangre y el experimento fue realizado en Huancavelica a 3680 msnm.

En el estudio realizado por (Lozada et al., 2013) T0: forraje; T1: forraje + cebada grano; T2: forraje + semilla de girasol; T3: forraje + cebada grano + semilla de girasol, obtuvo valores de 10.88, 9.48, 8.52, 8.04, respectivamente para cada tratamiento siendo esto mayores a los obtenidos en el presente trabajo lo cual se atribuye a la composición del concentrado que utilizamos adicional al porcentaje de forraje utilizado.

#### 4.4 Rendimiento de Carcasa

**Cuadro 10. Rendimiento de carcasa / cuy/tratamiento**

VARIABLE	T- 1	T- 2	T- 3	T- 4
Peso vivo final g	1067.0± 72.9	1015.8± 60.5	1035.5± 129.4	1012± 115.9
Peso de carcasa g	743.3± 53.1	719.3± 25.2	697.5± 103.8	693.8± 84.8
Rendimiento %	68.81 <sup>a</sup>	70.91 <sup>a</sup>	67.47 <sup>a</sup>	68.51 <sup>a</sup>

Se puede observar que no existe diferencia significativa ( $P>0.05$ ), teniendo como promedios 68.81% para el T - 1, 70.91% para el T - 2, 67.47% para el T- 3, 68.51% para el T - 4, respectivamente indicando que el rendimiento no es afectado por el tamaño de forraje que se utilizó.

El rendimiento de carcasa varía entre el 54.4 % (cuy nativo) y el 71.6 % (cuy mejorado) según (Higaonna, 2005), otro trabajo realizado en cuyes alimentados bajo una forma mixta (forraje + Alimento balanceado) alcanzaron un peso al sacrificio de 852.44 g. alcanzando un rendimiento de 65.75%, mientras que animales alimentados exclusivamente con una ración balanceada mejora los rendimientos de carcasa a 70.98 % con pesos a la edad de sacrificio de 851.73 g según (Ccahuana, 2008), siendo estos semejantes a los resultados obtenidos en el presente estudio.

En comparación con otro estudio se encontró valores de 70.6 %, 71.8%, 70.7%, 71.4%, (Torres et al., 2006), que son cercanos a los valores obtenidos en este trabajo.

**Cuadro 11. Resumen de los Parámetros Productivos por Tratamiento**

VARIABLE	T- 1	T- 2	T- 3	T- 4
Consumo MS g/cuy/d	49.7±6.5	48.6±3.5	50.0±3.7	47.6±4.6
Ganancia g/cuy/d	8.8±1.3	8.6±1.0	8.8±1.4	8.9±1.5
Conversión Alimenticia	5.65	5.62	5.70	5.38
Rendimiento Carcasa %	68.81 <sup>a</sup>	70.91 <sup>a</sup>	67.47 <sup>a</sup>	68.51 <sup>a</sup>

## V. CONCLUSIONES

El tamaño de partícula del forraje no influye de manera significativa sobre los parámetros productivos como: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, o rendimiento de carcasa.

- El consumo de alimento no hubo diferencia significativa entre tratamientos por lo que se concluye que no fue afectado por el tamaño de partícula de forraje que se utilizó.

- La ganancia de peso vivo no hubo diferencia significativa entre tratamientos por lo que se concluye que no fue afectado por el tamaño de partícula de forraje que se utilizó.

-La Conversión Alimenticia acumulada no hubo diferencia significativa entre tratamientos por lo que se concluye que no fue afectado por el tamaño de partícula de forraje que se utilizó.

- El rendimiento de carcasa entre los distintos tratamientos muestra que no hubo diferencia significativa entre tratamientos por lo que se concluye que no fue afectado por el tamaño de partícula de forraje que se utilizó.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios específicos sobre la influencia del tamaño de partícula de forraje en etapa reproductiva o hembras gestantes, para descartar efectos negativos sobre los parámetros reproductivos.
- Se recomienda realizar estudios referentes a la presentación de enfermedades entéricas relacionadas con el tamaño de partícula del forraje.
- Se recomienda realizar otros trabajos similares con diferentes tipos de forraje para diferenciar sus posibles efectos.



**VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Agudelo, G., 2001. Fundamentos de nutrición animal aplicada, Editorial Universidad de Antioquia Medellín – Colombia.
- Aliaga, R. L., 2009. Producción de cuyes, fondo Editorial UGSS Universidad Católica – Perú.
- Austic, R. y M. Nesheim, 1994. Producción de cuyes, Editorial El manual moderno, S.A. de C.V. México D.F.
- Balch, C.C., 1971, Br. J. Nutr. 26, 383.
- Bath, D.L., F.N. Dickinson; H.A. Tucker, and R.D. Appleman, 1985. Dairy cattle. 3ra Ed. Lea and Febiger Press.
- Bjornhag, G., 1972. Separation and delay of contents in the rabbit colon. Swed J. Agric Res, Res. 2: 125.
- Bondi, A.A., 1988. Nutrición Animal. Zaragoza: Ed. Acribia. 768p.
- Bustamante, J., 1993. Producción de cuyes. 1ra Ed. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de Medicina Veterinaria, 259 p.
- Ccahuana R. 2008. Evaluación del bagazo de marigold en dietas paletizadas con exclusión de forraje verde para cuyes ( *Cavia porcellus* ) en crecimiento. Tesis para optar el Título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima-Perú. 115 p.
- Calero del Mar, 1979. El cuy. Introducción a la Cuyecultura, Ediciones Agronómicas. Cusco: editorial Garcilaso.
- Cañas, R., 1995. Alimentación y nutrición animal, Colección en agricultura, Facultad de Agronomía – Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Castro, J., D. Chirinos y A. Blanco, UNCP, 1991. Uso de Afrechillo en el Engorde de Cuyes con Restricción De Forraje APPA – Huancayo

- Castro, H. 2002. Sistema de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. Benson Agriculture and food Institute Brigham Young University. USA. Internet],[12julio2010].Disponible en:  
<http://www.bensoninstitute.org/publication/thesis/sp/cuyecuador.pdf>
- Caycedo, V. A., 1992. Investigaciones en cuyes. III Curso latinoamericano de producción de cuyes. Lima, Perú. UNA La Molina. 85 p. Centro de Investigación Biológica, Crianza de Cuyes, Universidad Católica Sede Sapientiae.
- Caycedo, V. A., 2000. Experiencias investigativas en la Producción de Cuyes. Contribución al Desarrollo Tecnológico de la Especie, Universidad de Nariño.
- Chauca, L., 1993. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. Revista Mundial de Zootecnia 83 95-2 p 9-19.
- Chauca, F.L., 1995. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. Revista Mundial de Zootecnia 83(2):9-19.
- Chauca, F. L., 1997. Proyecto de Sistemas de Producción de Cuyes en el Perú Fase I y II 1986-1997 INIA – CIID EEA, La Molina, Baños del Inca y Santa Ana. Informe Técnico Final. Volumen I y II.
- Cheeke, P., 1995. Alimentación y nutrición del conejo. Madrid: Acribia. 444 p. De Blas C., and J. Wiseman, 1998. The nutrition of the rabbit. Wallingford, CBAI Publ. UK. pp 344.
- Dulanto, H., 1999. Crianza de cuyes para la alimentación. Revista de Publicación. Lima, Perú.
- Espinoza, T., 1991. Engorde de cuyes castrados a base de concentrado y forraje. En: XIV Reunión APPA. Cerro de Pasco: Asociación Peruana de Producción Animal.

- Flores, M.J. A., 1986. Manual de la Alimentación Animal, Editorial Limusa S.A de C.V. P965-966.
- García, G.; J.F. Gálvez and C. De Blas, 1993. Effect of substitution of sugarbeet pulp for barley in diets for finishing rabbits on growth performance and on energy and nitrogen efficiency. *J. Anim. Sci.* 71:1823-1830.
- García, J., R. Carabaño, and C. De Blas, 1999. Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *J. Anim. Sci.* 77, 898-905.
- García; Lambertini, F. Lebas, 2000. A. Trocino; G. Xiccato; A. Sartori, y P.I. Queaque, Efecto de la relación de almidón a ADF y molienda procedimiento en dietas para conejos en crecimiento, Dipartimento di Scienze Zootecniche - Università di Padova, Italia.
- Ghoshal, N.G, H.S. Bal., 1989. Comparative morphology of the stomach of some laboratory mammals. *Laboratory Animals.* 23: 21-29.
- Gidenne, T., and F. Scalabrini, 1990. Effet du taux et de la finesse de broyage de la luzerne chez le lapin en croissance. 1) Performances zootechniques et digestibilité de la ration. 5ème J. Rech. Cunicoles Fr., 12-13 dec.
- Gidenne, T., B. Carre; Muriel Segura; A. Lapanouse, and Joëlle Gomez, 1991. Fibre digestion and rate of passage in the rabbit: effect of particle size and level of lucerne meal. *Anim. Feed Sci. Technol.* 32, 215-221.
- Gidenne, T., 1992. Effect of fibre level, particle size and adaptation period on digestibility and rate of passage as measured at the ileum and in the faeces in the adult rabbit. *Br. J. Nutr* 67:133-146.
- Gómez, C. y Y.V. Vergara, 1995. Fundamentos de la nutrición y alimentación. En: Serie Guía Didáctica: Crianza de Cuyes. Lima. INIA-DGTT. p 27-35.

- Hidalgo, V., 2000. Crianza de cuyes, Programa de Investigación en carnes. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Zootecnia. 90 p.
- Higaonna, R. 2005. Producción y manejo de cuyes. En: Crianza de cuyes. Guía didáctica. INIA. Lima-Perú. 39-46 p.
- Holtenius, K. and G. Bjornhag, 1985. The colonic separation mechanism in the guinea pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). *Comparative biochemistry and Physiology* 824(3):537-542.
- Hornicke, H. and G. Bjornhag, 1980. Coprophagy and related strategies for digesta utilization.
- Jerry, L. y Hoiechek, 1984. Contribución Comparativo de Gramíneas, Las herbáceas y arbustos para la Nutrición de Gama Ungulates, The author is associate professor of range science, Department of Animal and Range Sciences, New Mexico State University, Las Cruces 88003.
- Lang, J. 1981. *Nut. Abs. and Rev.* 51, 197.
- La Place, J.P., and F. Lebas, 1977. Le transit digestif chez le lapin, Influence de la finesse de broyage des constituants d'un aliment granule. *Ann. Zootech.* 26: 413-420.
- Lebas, F.; I. Maitre; M. Seroux, and T. Franck, 1986. Influence du broyage des matières premières avant agglomération de 2 aliments pour lapins différant par leur taux de constituants membranaires : digestibilité et performances de croissance. 4ème J. Rech. Cunicole Fr., 10-11 dec. Paris, ITAVI publ. Paris, Vol. 1, p9.1-9.13.
- Lebas, F., and B. Lamboley, 1999. Méthode de détermination par tamisage en phase liquide, de la taille des particules contenues dans un aliment granulé pour lapins. *World Rabbit Science*, 7, 229-235.

- Lebas, F. and T. Gidenne, 2000. Recent Research Advances in Rabbit Nutrition, General Secretary of the World Rabbit Science Association Rabbit Research Laboratory, National Institute of Agricultural Research, France.
- Lebas, F., 2004. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization. Proceedings of the 8th World Rabbit, Congress, Ciudad de Puebla, Mexico. pp 686-736.
- Lozada P., R. Jiménez, F. San Martín, y A. C. Huamán, 2013. Efecto de la Inclusión de Cebada grano y Semilla de Girasol en una Dieta Basada en Forraje Sobre el Momento Óptimo de Beneficio de Cuyes, Estación del Centro de Investigación IVITA, Facultad de Medicina Veterinaria, UNMSM.- Lima.
- Luna, A., 1978. El Cuy Editorial Leoncio Prado. Lima, Perú.
- Maxhua, V, y F. Cook, 1990. Mediciones del sistema digestivo de cuyes criollos de la microrregión de Cangallo. En: XIII Reunión Científica Anual APPA. Ayacucho: Asociación Peruana de Producción Animal.
- Maynard, L.; J. Loosli ; H. Hintz, and R. Warner, 1992. Nutrición Animal. Editorial McGraw – Hill. México D.F.
- Mc Donald, P., R. Edwards, y J., Greenhalgh, 1981. “Nutrición Animal”, Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Mendoza, J., 1990. Efectos de Densidad en Estado de Cosecha de Avena Forrajera. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú.
- Morisse, J.P., 1982. Revue Méd. Vét. 133, 635.
- Morrison, F. 1965. Alimentos y Alimentación del Ganado. Editorial UTHEA, México.
- Morrison, F., 1994. Compendio de Alimentación del Ganado. Segunda edición, Editorial UTHEA-México.
- Murphy, M.R. y J.H. Nicoletti, 1984. J. Dairy Sci. 67: 1221.

- Nicodemus, N. J., García, R., Carabaño, y C., De Blas 1997. Efecto del Tamaño de Partícula sobre la digestión en conejos. ITEA, Volumen extra 18-Tomo I,184-186.
- North, O., y D. Bell, 1993. Manual de Producción Avícola, Editorial El manual moderno, S.A. de C.V. México, D.F. – Santafé de Bogotá.
- NRC., 1995, National Research Council (NRC) 1978. Nutrient requirements of laboratory animals. 33ed. Washington D.C. National Academy of Science. 96pags. Requerimientos mínimos, no incluye márgenes de seguridad.
- Parra, R., 1973. Comparative aspects of the digestive physiology of ruminants and non ruminants herbivores. Literature Review of selected topics. Vol 2. N.Y. St. Univ. Vet. College Cornell U.S.A.
- Pond, W. ; D. Church, y K. Pond, 2002. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Editorial Limusa S.A. de C.V. México D.F.
- Poppi, D.P., D.J. Minson and J.H. Ternouth, 1981. Aust. J. Agric. Res. 32, 109.
- Putnam, P.A., D.A. Yarns, and R.E. Davis, 1966. J. Anim. Sci. 25, 1176.
- Rico, E. y C. Rivas, 2003. Producción de Cuyes en Zonas Altas. Proyecto de mejoramiento genético y manejo del cuy en Bolivia. Cochabamba-Universidad Mayor de San Simón.
- Rigoni, M., C. Castrovilli, and M. Cicogna, 1993. The digestive utilization of nutrients and energy in the guinea pig and rabbit. 10th National Congress Scientific Association of Animals Production. Bologna, Italia.
- Sakaguchi, E., K. Kaizu, and M. Nakamichi, 1992. Fibre digestion and digesta retention from different physical forms of the feed in the rabbit. Comp. Biochem. Physiol. 102: 559–563.

- Tom, Smith W. Jr, 1914. Domestic Rabbits And Their Care, Emeritus Professor of Poultry Science, Mississippi State University, cooperating with U.S. Department of Agriculture. Published in furtherance of Acts of Congress, 1914, Ron Brown, Director.
- Torres R. A., F. L. Chauca, y R. V., Vergara, 2006. Evaluación de Dos Niveles de Energía y Proteína en dietas de crecimiento y engorde de cuyes machos, Instituto Nacional de Investigación Agraria – UNAM.
- Uden, P., 1988. Anim. Feed Sci. and Techn. 11, 167.
- Uden, P. and P.J. Van Soest, 1982. Anim. Feed Sci. and Tech. 7, 35.
- Ulyatt, M.J., D.W. Dellow, A. John; C.S.W. Reid, and G.C. Waghorn, 1986. En Control of digestion and metabolism in ruminants. L.P. Milligan, W.L. Grovum y A. Dobson (eds). Reston Publishing Co. pp: 498.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson, and R.A. Lewis, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent and non starch polisaccharides in relation to animal nutrition. Journal of dairy science. 74, 3583-3597.
- Ward, S. y E. Owen, 1984. En: 3er Congreso Mundial de Cunicultura. Roma. pp: 323.
- Weston, R.H. and P.M. Kennedy, 1984. En: Techniques in particle size analysis of feed and digesta in ruminants. P.M. Kennedy (ed). Can. Soc. Anim. Sci. pp:1.
- Zaldivar, M. 1974. Crianza de cuyes, Boletín del ministerio de agricultura, Lima, Perú.
- Zevallos D. 1975. El cuy, su Cría y su Explotación. Editorial Lima. Lima, Perú.



**CUADRO 12. ANVA Promedio de Consumo de alimento Tratamiento/Cuyes**

	FV	SC	CM	F-Valor	Pr > F
<b>Tratamiento</b>	3	29.4919283	9.8306428	0.44	0.7267
<b>Error</b>	28	626.591935	22.3782834		
<b>total</b>	31	656.083863			

**CUADRO 13. ANVA Ganancia de Peso Vivo (g) /Tratamiento / Cuy**

	FV	SC	CM	F-Valor	Pr > F
<b>Tratamiento</b>	3	0.18851250	0.0628375	0.04	0.9908
<b>Error</b>	28	49.57667500	1.7705955		
<b>Total</b>	31	49.76518750			

**CUADRO 14. ANVA Conversión Alimenticia por Tratamiento/ Cuy**

Fuente	FV	SC	CM	F-Valor	Pr > F
<b>Tratamiento</b>	3	0.46106842	0.15368947	0.59	0.6248
<b>Error</b>	28	7.25669978	0.25916785		
<b>Total</b>	31	7.71776820			

**CUADRO 15. ANVA Rendimiento de Carcasa Tratamiento/ Cuy**

Fuente	FV	SC	CM	F-Valor	Pr > F
<b>Tratamiento</b>	3	24.879069	8.29302	2.28	0.131
<b>Error</b>	12	43.556875	3.62974		
<b>Total</b>	15	68.435944			

**Cuadro 16. Promedio de Consumo de Alimento MS g /Tratamiento/Cuy/día**

CUY	T - I	T - II	T - III	T - IV
1	51.43	43.09	51.57	42.00
2	52.34	45.69	44.85	48.46
3	51.53	49.01	49.20	48.24
4	56.10	48.49	46.49	53.82
5	38.84	53.65	48.63	40.57
6	44.69	50.93	55.03	46.80
7	58.17	51.75	49.45	53.04
8	44.73	45.98	55.07	48.04
<b>PROMEDIO</b>	<b>49.73</b>	<b>48.57</b>	<b>50.04</b>	<b>47.62</b>

**Cuadro 17. Ganancia de Peso Vivo (g) /tratamiento /día**

CUY	T - I	T - II	T - III	T - IV
1	9.48	6.93	9.95	6.95
2	9.57	8.00	7.30	8.32
3	9.04	8.63	8.45	10.13
4	9.59	9.09	6.55	9.18
5	6.86	9.29	9.75	6.66
6	7.93	9.23	10.66	10.30
7	10.68	10.11	7.88	10.64
8	7.30	7.88	9.66	8.63
<b>PROMEDIO</b>	<b>8.81</b>	<b>8.64</b>	<b>8.77</b>	<b>8.85</b>

**Cuadro 18. Conversión Alimenticia por tratamiento/cuy**

CUY	T - I	T - II	T - III	T - IV
1	5.42	6.22	5.18	6.04
2	5.47	5.71	6.14	5.82
3	5.70	5.68	5.82	4.76
4	5.85	5.33	7.10	5.86
5	5.66	5.77	4.99	6.09
6	5.64	5.52	5.16	4.54
7	5.45	5.12	6.28	4.99
8	6.13	5.83	5.70	5.57
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.65</b>	<b>5.62</b>	<b>5.70</b>	<b>5.38</b>

**Cuadro 19. RENDIMIENTO DE CARCASA TRATAMIENTO/CUY**

CUY / TRATAMIENTO 1	PESO VIVO	PESO CARCASA	RENDIMIENTO
R 1	1035	732	70.72
R 2	1115	772	69.24
R 3	980	660	67.35
R 4	1138	773	67.93
<b>PROMEDIO</b>			<b>68.81</b>

CUY / TRATAMIENTO 2	PESO VIVO	PESO CARCASA	RENDIMIENTO
R 1	928	688	74.14
R 2	1039	743	71.51
R 3	1066	736	69.04
R 4	1030	710	68.93
<b>PROMEDIO</b>			<b>70.91</b>

CUY / TRATAMIENTO 3	PESO VIVO	PESO CARCASA	RENDIMIENTO
R 1	1095	758	69.22
R 2	959	652	67.99
R 3	893	575	64.39
R 4	1179	805	68.28
<b>PROMEDIO</b>			<b>67.47</b>

CUY / TRATAMIENTO 4	PESO VIVO	PESO CARCASA	RENDIMIENTO
R 1	857	574	66.98
R 2	992	696	70.16
R 3	1116	765	68.55
R 4	1083	740	68.33
<b>PROMEDIO</b>			<b>68.50</b>

**CUADRO 20. REGISTRÓS DE PESO VIVO DE CUYES POR TRATAMIENTO**

DEL 19-04-14					AL 25-04-14			
Nº	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
1	471	352	405	396	512	410	467	477
2	412	463	428	300	485	519	477	353
3	420	465	374	439	450	513	407	496
4	463	452	352	436	509	527	390	518
5	488	416	378	442	528	469	474	505
6	360	436	482	465	418	533	564	524
7	416	414	354	416	486	484	392	498
8	472	526	486	510	516	611	552	570

DEL 02-05-14					AL 09-05-14			
Nº	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
1	554	437	526	532	589	480	571	551
2	542	562	522	392	578	630	532	473
3	506	565	438	545	568	580	453	555
4	564	583	427	555	604	633	472	641
5	602	525	538	563	628	573	575	620
6	494	582	624	610	579	624	663	638
7	555	532	426	576	632	551	464	610
8	540	664	612	597	587	735	678	661

DEL 16-05-14					AL 23-05-14			
Nº	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
1	673	535	644	572	795	596	740	604
2	664	668	631	504	758	753	689	580
3	627	658	520	643	714	781	577	764
4	680	712	492	676	758	783	535	765
5	691	670	654	680	783	754	758	744
6	634	696	756	752	673	752	835	882
7	687	607	526	676	783	764	620	773
8	661	780	715	742	763	842	811	790



DEL 30-05-14					AL 06-06-14			
N <sup>a</sup>	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
1	827	610	762	641	917	683	879	717
2	790	775	737	624	860	858	791	705
3	737	820	668	813	846	875	766	851
4	833	817	589	822	905	921	640	876
5	797	820	781	777	851	865	823	800
6	702	789	918	943	736	878	1011	1023
7	840	810	691	873	908	885	712	922
8	816	887	862	802	862	943	937	882

DEL 14-06-14					AL 20-06-14			
N <sup>a</sup>	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4	TRAT. 1	TRAT. 2	TRAT. 3	TRAT. 4
1	1002	740	962	785	1026	769	1056	848
2	948	911	837	766	1014	935	900	803
3	926	948	847	1006	1005	1018	903	1030
4	1000	961	719	950	1050	1008	744	985
5	872	936	924	815	894	989	940	837
6	804	953	1079	1042	872	992	1160	1112
7	1014	980	795	1012	1041	1038	882	1050
8	881	967	1027	993	926	982	1061	1003

**CUADRO 21. CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTO POR SEMANA g /TRAT. / CUY**

Semana	TRAT. 1 Forraje Entero, Concentrado	TRAT. 2 Forraje de 12mm, Concentrado	TRAT. 3 Forraje de 5mm, Concentrado	TRAT. 4 Forraje de 3mm, Concentrado
1	228	240	240	240
2	240	240	240	240
3	170	240	214	240
4	240	240	215	240
5	230	240	240	240
6	240	240	240	240
7	240	240	231	240
8	230	240	240	240
1	251	178	280	280
2	280	255	280	253
3	280	280	240	280
4	280	280	255	280
5	280	280	280	280
6	261	280	280	280
7	280	280	215	280
8	191	280	280	196
1	276	338	348	150
2	280	403	78	420
3	420	118	117	78
4	312	393	334	420
5	204	382	288	420
6	420	329	308	218
7	420	153	296	268
8	370	420	420	420
1	409	373	420	164
2	420	298	420	246
3	410	420	420	420
4	400	420	152	277
5	410	420	420	420
6	408	385	420	420
7	415	420	420	420
8	416	355	295	420
1	490	380	460	254



2	490	426	430	374
3	490	490	370	490
4	490	448	320	490
5	490	490	490	475
6	308	358	490	490
7	490	490	490	490
8	490	450	460	350
<b>1</b>	280	124	194	330
2	278	196	430	388
3	170	346	490	434
4	490	298	460	455
5	124	490	205	292
6	250	312	490	490
7	490	370	490	490
8	458	390	456	106
<b>1</b>	490	490	490	444
2	490	490	410	490
3	490	428	490	292
4	490	490	394	404
5	403	352	334	170
6	240	490	490	490
7	490	490	164	332
8	350	432	490	490
<b>1</b>	640	444	640	640
2	640	414	384	476
3	640	598	590	640
4	640	320	640	640
5	173	542	640	120
6	535	640	560	160
7	640	640	640	640
8	160	172	640	640
<b>PROMEDIO</b>	<b>370.31</b>	<b>361.72</b>	<b>372.61</b>	<b>354.63</b>

**CUADRO 22. GANANCIA DE PESO POR SEMANA g / TRATAMIENTO/CUY**

CUY	TRAT. 1 Forraje Entero, Concentrado	TRAT. 2 Forraje de 12mm, Concentrado	TRAT. 3 Forraje de 5mm, Concentrado	TRAT. 4 Forraje de 3mm, Concentrado
1	41	58	62	81
2	73	56	49	53
3	30	48	33	57
4	46	75	38	82
5	40	53	96	63
6	58	97	82	59
7	70	70	38	82
8	44	85	66	60
1	42	27	59	55
2	57	43	45	39
3	56	52	31	49
4	55	56	37	37
5	74	56	64	58
6	76	49	60	86
7	69	48	34	78
8	24	53	60	27
1	35	43	45	19
2	36	68	10	81
3	62	15	15	10
4	40	50	45	86
5	26	48	37	57
6	85	42	39	28
7	77	19	38	34
8	47	71	66	64
1	84	55	73	21
2	86	38	99	31
3	59	78	67	88
4	76	79	20	35
5	63	97	79	60
6	55	72	93	114
7	55	56	62	66
8	74	45	37	81
1	122	61	96	32
2	94	85	58	76
3	87	123	57	121
4	78	71	43	89
5	92	84	104	64
6	39	56	79	130



7	96	157	94	97
8	102	62	96	48
1	32	14	22	37
2	32	22	48	44
3	23	39	91	49
4	75	34	54	57
5	14	66	23	33
6	29	37	83	61
7	57	46	71	100
8	53	45	51	12
1	90	73	117	76
2	70	83	54	81
3	109	55	98	38
4	72	104	51	54
5	54	45	42	23
6	34	89	93	80
7	68	75	21	49
8	46	56	75	80
1	85	57	83	68
2	88	53	46	61
3	80	73	81	155
4	95	40	79	74
5	21	71	101	15
6	68	75	68	19
7	106	95	83	90
8	19	24	90	111
PROMEDIO	<b>61.64</b>	<b>60.50</b>	<b>61.42</b>	<b>61.95</b>

**CUADRO 23. CONVERSION ALIMENTICIA POR SEMANA /TRAT. /CUY**

CUY	TRAT. 1 Forraje Entero, Concentrado	TRAT. 2 Forraje de 12mm, Concentrado	TRAT. 3 Forraje de 5mm, Concentrado	TRAT. 4 Forraje de 3mm, Concentrado
<b>1</b>	<b>5.56</b>	<b>4.14</b>	<b>3.87</b>	<b>2.96</b>
2	3.29	4.29	4.90	4.53
3	5.67	5.00	6.48	4.21
4	5.22	3.20	5.66	2.93
5	5.75	4.53	2.50	3.81
6	4.14	2.47	2.93	4.07
7	3.43	3.43	6.08	2.93
8	5.23	2.82	3.64	4.00
<b>1</b>	<b>5.98</b>	<b>6.59</b>	<b>4.75</b>	<b>5.09</b>
2	4.91	5.93	6.22	6.49
3	5.00	5.38	7.74	5.71
4	5.09	5.00	6.89	7.57
5	3.78	5.00	4.38	4.83
6	3.43	5.71	4.67	3.26
7	4.06	5.83	6.32	3.59
8	7.96	5.28	4.67	7.26
<b>1</b>	<b>7.89</b>	<b>7.86</b>	<b>7.73</b>	<b>7.89</b>
2	7.78	5.93	7.80	5.19
3	6.77	7.87	7.80	7.80
4	7.80	7.86	7.42	4.88
5	7.85	7.96	7.78	7.37
6	4.94	7.83	7.90	7.79
7	5.45	8.05	7.79	7.88
8	7.87	5.92	6.36	6.56
<b>1</b>	<b>4.87</b>	<b>6.78</b>	<b>5.75</b>	<b>7.81</b>
2	4.88	7.84	4.24	7.94
3	6.95	5.38	6.27	4.77
4	5.26	5.32	7.60	7.91
5	6.51	4.33	5.32	7.00
6	7.42	5.35	4.52	3.68
7	7.55	7.50	6.77	6.36
8	5.62	7.89	7.97	5.19
<b>1</b>	<b>4.02</b>	<b>6.23</b>	<b>4.79</b>	<b>7.94</b>
2	5.21	5.01	7.41	4.92
3	5.63	3.98	6.49	4.05
4	6.28	6.31	7.44	5.51
5	5.33	5.83	4.71	7.42
6	7.90	6.39	6.20	3.77



7	5.10	3.12	5.21	5.05
8	4.80	7.26	4.79	7.29
<b>1</b>	<b>8.75</b>	<b>8.86</b>	<b>8.82</b>	<b>8.92</b>
2	8.69	8.91	8.96	8.82
3	7.39	8.87	5.38	8.86
4	6.53	8.76	8.52	7.98
5	8.86	7.42	8.91	8.85
6	8.62	8.43	5.90	8.03
7	8.60	8.04	6.90	4.90
8	8.64	8.67	8.94	8.83
<b>1</b>	<b>5.44</b>	<b>6.71</b>	<b>4.19</b>	<b>5.84</b>
2	7.00	5.90	7.59	6.05
3	4.50	7.78	5.00	7.68
4	6.81	4.71	7.73	7.48
5	7.46	7.82	7.95	7.39
6	7.06	5.51	5.27	6.13
7	7.21	6.53	7.81	6.78
8	7.61	7.71	6.53	6.13
<b>1</b>	<b>7.53</b>	<b>7.79</b>	<b>7.71</b>	<b>9.41</b>
2	7.27	7.81	8.35	7.80
3	8.00	8.19	7.28	4.13
4	6.74	8.00	8.10	8.65
5	8.24	7.63	6.34	8.00
6	7.87	8.53	8.24	8.42
7	6.04	6.74	7.71	7.11
8	8.42	7.17	7.11	5.77
	<b>6.37</b>	<b>6.42</b>	<b>6.45</b>	<b>6.30</b>