# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

# "EVALUACION DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE LA MEZCLA MARALFALFA (*Pennisetum sp*) – ALFALFA (*Medicago sativa*) EN EL CRECIMIENTO Y ENGORDE DE COBAYOS EN LA QUINTA EXPERIMENTAL "LA ARGELIA" DE LA UNL"

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


**Autor:**

**Pablo Alejandro Arrobo Conde**

**Director:**

**Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.**


**LOJA – ECUADOR**

**2013**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

## AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

## CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**"EVALUACION DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE LA MEZCLA MARALFALFA (*Pennisetum sp*) – ALFALFA (*Medicago sativa*) EN EL CRECIMIENTO `Y ENGORDE DE COBAYOS EN LA QUINTA EXPERIMENTAL "LA ARGELIA" DE LA UNL"**

Tesis presentada al tribunal de grado como requisito previo a la obtención del Título de: **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADA:**

**Dr. Héctor Castillo Mg. Sc** .....
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Dr. Galo Escudero Mg. Sc** .....
**VOCAL**

**Dr. Efrén Sánchez Mg. Sc** .....
**VOCAL**

# CERTIFICACION

Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.

**DOCENTE DE LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA Y DIRECTOR DE TESIS.**

Certifica haber revisado la presente tesis, la misma que reúne los requisitos que exige el reglamento de la Universidad Nacional de Loja, por tal razón autorizo su presentación.

Loja, 15 de Marzo del 2013

.....

Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.
**DIRECTOR DE TESIS**

# AUTORÍA

Yo, *Pablo Alejandro Arrobo Conde* declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual

Autor: Pablo Alejandro Arrobo Conde

Firma:.....

Cédula: 110449384-4

Fecha: 23 de abril del 2013

# AGRADECIMIENTO

Al concluir el presente trabajo de investigación agradezco a Dios, por permitirme culminar esta etapa importante de mi vida. A la Universidad Nacional de Loja y de manera especial a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por haberme abierto sus puertas y permitir que cumpla una de mis metas más anheladas; a todos sus catedráticos, por sus sabios conocimientos y experiencias.

Mi gratitud especial al Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc. Director de tesis, a quien guardo un sentimiento de aprecio especial; de igual manera al Dr. Dubal Jumbo Jimbo, Asesor, quien ha colaborado de manera significativa con sus invalorables aportes y conocimientos, para culminar con éxito la presente investigación.

Por último, mi agradecimiento profundo y sincero a mi familia y a todos y cada uno de mis amigos y compañeros que han sido los pilares fundamentales para llevar adelante el desarrollo del presente trabajo investigativo.

El autor

# DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo y todo el desarrollo de mi carrera Universitaria la dedico a Dios y a mi familia, especialmente a mis padres: Bertha Patricia Conde y Carmelo León y en especial a mi Abuelita: Rosa María Farez, por la confianza y apoyo brindado en cada momento y con quienes deseo compartir este logro

Agradezco de todo corazón a Holger Benavides por su ayuda y sus consejos en los momentos más difíciles de mi vida y enseñarme a salir adelante y no dejar las cosas a medias y sobre todo luchar por lo que uno quiere en la vida. A mis maestros, amigos y compañeros con quien he compartido cinco años de mi vida.

A todas las personas que me ayudaron a la elaboración de este proyecto, en especial al Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc. por compartirme sus conocimientos y experiencias.

Pablo Arrobo

# INDICE GENERAL

**CONTENIDO** **PAGINA**

PORTADA……..i

CERTIFICACIÓN DE TRIBUNAL DE GRADO……ii

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE LA TESIS…….iii

AUTORIA……..iv

AGRADECIMIENTO……v

DEDICATORIA……vi

INDICE GENERAL……vii

INDICE DE CUADROS…….....xi

INDICE DE FOTOS……..….xii

RESUMEN..……...xiii

SUMMARY…….xiv

1. INTRODUCCIÓN……1

2. REVISION DE LITERATURA……4

2.1 ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE COBAYOS……4

2.1.1. Sistemas de Alimentación……..5

2.1.1.1. Alimentación con Forraje……..5

2.1.1.2. Alimentación Mixta……6

2.1.1.3. Alimentación Concentrada……...7

2.2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES……..8

2.2.1 Agua…….9

2.2.2 Proteína…….11

2.2.3. Fibra……..13

2.2.4. Energía…….14

2.2.5 Grasa…….17

2.2.6. Minerales……..18

2.2.7. Vitaminas…….19

2.3. FORRAJES UTILIZADOS……22

2.3.1. Alfalfa (*Medicago sativa*)……...22

2.3.2. Maralfalfa (*Pennisetum sp*.)……..24

2.3.2.1 Siembra……..25

2.3.2.2. Altura…….25

2.3.2.3. Corte……..25

2.3.2.4 Rendimiento……..25

3. MATERIALES Y METODOS……..27

3.1 MATERIALES……..27

3.1.1 Materiales de Campo……..27

3.1.2 Materiales de Oficina……..27

3.2. MÉTODOS……..28

3.2.1. Ubicación del Ensayo…….28

3.2.2. Descripción y Adecuación de las Instalaciones…….28

3.2.3. Descripción de las Unidades Experimentales……28

3.2.4. Conformación e Identificación de los Grupos Experimentales……28

3.2.5. Descripción de los Tratamientos……..29

3.2.6 Diseño Experimental……...30

3.2.7. Variables en Estudio……..30

3.2.8. Toma y registro de Datos……..30

3.2.9 Análisis Estadístico……..31

3.2.10. Análisis Económico……..31

4. RESULTADOS……..……32

4.1. VALOR NUTRITIVO DE LAS ESPECIES FORRAJERAS……..32

4.2. CONSUMO DE ALIMENTO……33

4.2.1. Consumo de Alimento Promedio Semanal……33

4.3. INCREMENTO DE PESO……34

4.3.1. Peso Promedio Semanal……...34

4.3.2. Incremento de Peso Promedio Semanal……36

4.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA……38

4.5. MORTALIDAD……40

4.6. ANÁLISIS ECONÓMICO……..40

4.6.1. Costos……..41

4.6.2. Ingresos……43

4.6.3. Rentabilidad……44

V. DISCUSIÓN...……47

5.1. VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES……47

5.2. CONSUMO DE ALIMENTO……48

5.3. INCREMENTO DE PESO……49

5.4. CONVERSION ALIMENTICIA……49

5.5. RENTABILIDAD……50

VI. CONCLUSIONES…….. ……..51

VII. RECOMENDACIONES……..53

BIBLIOGRAFIA……..54

ANEXOS……56

# INDICE DE CUADROS

**Cuadros** **Página**

Cuadro 1. Requerimientos de energía digestible para cuyes ……16

Cuadro 2. Valor nutritivo de la alfalfa…….24

Cuadro 3. Valor nutritivo del maralfalfa ……26

Cuadro 4. Valor nutritivo de la Alfalfa y Maralfalfa……...32

Cuadro 5. Consumo de alimento promedio semanal ……33

Cuadro 6. Peso promedio semanal……...35

Cuadro 7. Incremento de peso promedio semanal……..37

Cuadro 8**.** Conversión alimenticia semanal……...39

Cuadro 9. Costos de producción de los cinco tratamientos……41

Cuadro 10. Cantidad y precio de los productos……..43

Cuadro 11.Precio de los cobayos……..44

Cuadro 12. Costos, ingresos y rentabilidad……..45

# INDICE DE FIGURAS

**FIGURA** **Página**

Figura 1. Consumo de alimento semanal…… ……34

Figura 2. Curvas de crecimiento…….36

Figura 3. Incremento de peso individual ……38

Figura 4. Conversión alimenticia semanal…….……40

Figura 5. Rentabilidad por tratamiento (%)……46

Figura 6. Maralfalfa (*Pennisetum Sp*) y Alfalfa (*Medicago Sativa*)……69

Figura 7. Cobayos del tratamiento 1……..69

Figura 8. Cobayos del tratamiento 2……..70

Figura 9. Cobayos del tratamiento 3……..70

Figura 10. Cobayos del tratamiento 4……71

Figura 11.- Cobayos del tratamiento 5……...71

Figura 12. Pesaje de alimento……72

Figura 13. Pesaje de cuyes……..72

# RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la Quinta Experimental “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, con el propósito de evaluar el efecto de diferentes mezclas entre maralfalfa (*Pennisetum sp*.) y alfalfa (*Medicago sativa*), en la alimentación de cobayos, durante la etapa de crecimiento y engorde. Se utilizaron 50 cuyes machos, de dos meses de edad con un peso promedio de 350 g; los cuales se distribuyeron en cinco grupos de 10 animales cada uno, mediante un diseño completamente aleatorizado. Se evaluaron cinco tratamientos de la siguiente manera: Tratamiento uno, 100 % de alfalfa; tratamiento dos, 75 % de alfalfa y 25 % de maralfalfa; tratamiento tres, 50 % de alfalfa y 50 % de maralfalfa; tratamiento cuatro, 25 % de alfalfa y 75 % de maralfalfa y el tratamiento cinco, 100 % de maralfalfa. Se estudiaron las siguientes variables: Consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, mortalidad y rentabilidad

Los resultados demuestran, mayor consumo de alimento en base a materia seca en el tratamiento uno con 311,9 g diarios en promedio por animal; mayor incremento de peso lo obtuvieron los animales del tratamiento uno con un promedio semanal de 812 g. La mejor conversión alimenticia alcanzo el tratamiento uno con una relación 5,03 g a 1 es decir que los cobayos necesitaron consumir 5,03 g de alfalfa para ganar 1 g de peso vivo mientras que el tratamiento cinco tuvo la menor conversión con una relación 5,57 g; esto quiere decir que se necesitan 5,57 g de forraje para ganar 1 g de peso vivo; la mayor rentabilidad se generó en el tratamiento uno con 21.30%.

# SUMMARY

The present investigation was developed in the Experimental Fifth "The Algeria" of the National University of Loja, with the purpose of evaluating the effect of different mixtures among maralfalfa (Pennisetum sp.) and medic (Medicago sativa), in the feeding of guinea pigs, during the stage of growth and put on weight. 50 male guinea pigs were used, of two months of age with a weight average of 350 g; which were distributed in five groups of 10 animals each one, by means of a totally randomized design. Five treatments in the following way were evaluated: Treatment one, 100 medic%; treatment two, 75 medic% and 25 maralfalfa%; treatment three, 50 medic% and 50 maralfalfa%; treatment four, 25 medic% and 75 maralfalfa% and the treatment five, 100 maralfalfa%. The following variables were studied: Food consumption, increment of weight, nutritious conversion, mortality and profitability

The results demonstrate, bigger food consumption based on dry matter in the treatment one with 311,9 g newspapers on the average for animal; bigger increment of weight obtained it the animals of the treatment one with a weekly average of 812 g. The best nutritious conversion reaches the treatment one with a relationship 5,03 g at 1 that is to say that the guinea pigs needed to consume 5,03 g of medic to win 1 g of weight I live while the treatment five had the smallest conversion with a relationship 5,57 g; this means that 5,57 g of forage is needed to win 1 g of weight I live; the biggest profitability was generated in the treatment one with 21.30%.

# I. INTRODUCCIÓN

El cuy *(Cavia porcellus)* es una especie originaria de Los Andes de Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia; por centenares de años ha constituido una de los principales fuentes de proteína para la alimentación humana, especialmente de los sectores rurales; siendo la carne de cuy un alimento de alto valor nutritivo que contribuye a la seguridad alimentaria.

En nuestro país y particularmente en la provincia de Loja, la producción de cuyes se desarrolla en dos contextos: Por un lado está la crianza familiar – tradicional a pequeña escala, como una actividad complementaria en las unidades de producción agropecuaria (fincas); constituyendo una importante estrategia que le permite al campesino aprovechar los recursos forrajeros disponibles y generar alimentos para la familia; con un pequeño excedente que es comercializado en los mercados locales. Estos sistemas de crianza se caracterizan por un manejo tradicional, con muy poca infraestructura, animales de baja calidad genética, deficiente alimentación, ningún control higiénico – sanitario y deficiente manejo reproductivo; lo que genera bajos niveles de producción y rentabilidad.

Por otro lado, están los sistemas intensivos de producción con fines netamente comerciales, con un manejo tecnificado, infraestructura adecuada, animales de alta calidad genética; se llevan registros productivos y reproductivos y se aplican adecuados planes de bioseguridad para la prevención de enfermedades. En estas condiciones los niveles de producción y productividad son muy buenos,

constituyéndose en una actividad económica muy interesante para medianos y grandes productores.

Uno de los factores más importantes en la explotación de cobayos es la alimentación, basada principalmente en la utilización de forrajes, los cuales deben ser de buena calidad para garantizar el aporte necesario de nutrientes, especialmente en lo relacionado con proteína y energía y de esta manera permitir que los animales cumplan con normalidad sus funciones vitales en las diferentes etapas fisiológicas; al respecto, Chauca (2001) señala que durante la etapa de crecimiento – engorde se requiere del 13 a 17% de proteína y de 2800 a 2900 kcal/kg MS.

En nuestro medio, la mayoría de forrajes utilizados para la alimentación de cobayos, corresponden a las gramíneas; las cuales presentan bajo contenido de proteína y por si solas no cubren los requerimientos nutricionales de esta especie; por otro lado, el uso de especies de leguminosas forrajeras, como la alfalfa, pese a ser uno de los mejores forrajes, es muy limitado, debido a los elevados costos de producción, por tratarse de un cultivo muy exigente y además porque las condiciones de los suelos son de baja calidad.

La mezcla de gramíneas y leguminosas constituye una importante alternativa para garantizar una adecuada alimentación de los cobayos; por lo que el presente proyecto de investigación estuvo orientado a evaluar el efecto de diferentes mezclas forrajeras entre maralfalfa (*Pennisetum sp*.) y alfalfa (*Medicago sativa*) en la producción de cobayos durante la etapa de crecimiento y engorde; con el

propósito de generar alternativas alimenticias, que permitan mejorar los niveles de producción y garantizar una buena rentabilidad en esta importante actividad pecuaria.

Para el efecto se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto de diferentes alternativas de la mezcla entre maralfalfa (Pennisetum sp.) y alfalfa (Medicago sativa) durante la fase crecimiento y engorde de cobayos en el proyecto de Permacultura de la UNL.
- Determinar los costos de producción y los niveles de rentabilidad de las mezclas evaluadas.
- Difundir los resultados a productores y profesionales interesados.

# 2. REVISION DE LITERATURA

## 2.1. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN DE COBAYOS

La alimentación constituye uno de los aspectos más importante en la producción de cobayos; el adecuado suministro de alimentos, garantiza un óptimo funcionamiento del organismo; mientras que una alimentación insuficiente en calidad y cantidad, trae como consecuencia una serie de trastornos como: retraso en el crecimiento, problemas de fecundación, muerte embrionaria, abortos, nacimiento de crías débiles y alta mortalidad.

Para lograr que los cuyes tengan buena producción y crezcan rápidamente, se debe suministrar un alimento adecuado de acuerdo a sus requerimientos nutritivos. Los nutrientes son sustancias que se encuentran en los alimentos y que el animal utiliza para su mantenimiento, crecimiento y reproducción, (Rico y Rivas 2003)

En la crianza de cuyes se recomienda una alimentación mixta, es decir alimento vegetal (forraje) y concentrado. Los forrajes más utilizados en la alimentación de cuyes son: Alfalfa (*Medicago sativa*), chala de maíz *(Zea mays),* pasto elefante *(Pennisetum purpureum)*, hoja de camote *(Hypomea batata),* grama china *(Sorghum halepense),* entre otros. El alimento vegetal no puede proporcionarse húmedo, caliente ni recién cortado, ya que produce timpanismo; se recomienda orear el forraje en sombra por un espacio de dos horas, antes de suministrarlo.

El alimento concentrado se utiliza en menor proporción que el alimento vegetal, no obstante hay casos en los que su ración puede incrementarse como consecuencia de la escasez de pastos. El concentrado se formula con insumos secos tales como: maíz molido, afrecho de trigo, torta de soya, entre otros (Moreno 2005).

El cobayo no puede producir vitamina C, por lo que necesita recibirla en la dieta. La vitamina C es necesaria para muchos procesos que ocurren en el organismo; la falta de la misma, produce una enfermedad llamada escorbuto, que provoca hinchazón y dolor en las articulaciones, hemorragias y disminución de las defensas.

La alimentación correcta del cobayo comprende el suministro de forraje verde, en suficiente cantidad, esto es entre 40 y 50 % de su peso vivo. La alimentación influye directamente en la producción y rentabilidad de la crianza de cuyes, ya que llega a representar entre el 70% y 80% de los costos de producción; es decir, el éxito o fracaso de la granja en gran medida está dado por este factor (Blanco 2005).

### 2.1.1. Sistemas de Alimentación

Los sistemas de alimentación se adaptan a la disponibilidad alimento ya sea forraje o concentrado; pudiendo ser de tres tipos:

#### 2.1.1.1. Alimentación con forraje

Los forrajes verdes (gramíneas y leguminosas) constituyen la principal fuente de nutrientes. Los requerimientos de forraje varían entre 80 y 200 g/animal/día,

suministrados en dos raciones al día. Un cuy de 500 a 800 g de peso puede consumir hasta el 30% de su peso vivo, es decir entre 150 y 240 g. de forraje por día.

El cuy consume prácticamente cualquier tipo de forraje. La alfalfa es considerada el mejor forraje para la alimentación de cobayos; sin embargo al no disponerse en algunas épocas y zonas del país se pueden utilizar otros forrajes como: Vicia, garrotilla, maíz forrajero, avena, cebada, raygrass, pasto elefante, rastrojos de cosecha (hojas de habas, repollo, paja de avena, paja de cebada, chala de maíz); desperdicios de cocina: cáscaras de hortalizas y verduras.

Los forrajes después del corte se deben orear por una hora. No se debe suministrar forraje recién cortado, caliente y/o fermentado porque provoca timpanismo con una alta mortalidad; tampoco con el rocío de la mañana, ni tiernos porque producen diarreas (Rico y Rivas 2003)

**2.1.1.2. Alimentación mixta.**

Consiste en el suministro de forraje y concentrados. En la práctica la dotación de concentrados no es permanente, puede constituir hasta un 40 % del total de toda la ración.

La disponibilidad de alimento verde no es constante durante todo el año, hay meses de mayor producción y épocas de escasez. En estos casos la alimentación de los cuyes se torna critica; siendo necesario buscar alternativas, como es el uso

de concentrado, granos o subproductos industriales (afrecho de trigo o residuo seco de cervecería) como suplemento al forraje.

Se ha demostrado superioridad en el comportamiento de los cuyes cuando reciben un suplemento alimenticio. Un animal bien alimentado exterioriza su potencial genético que se expresa a través de la conversión alimenticia que puede llegar a valores de 3 a 6.

Cuyes de un mismo germoplasma alcanzan incrementos de hasta 550 g con una alimentación mixta; mientras que los que se mantienen únicamente con forraje alcanzan incrementos de 275 g.

Los ingredientes utilizados para la preparación del concentrado deben ser de buena calidad, bajo costo e inocuos. Para una buena mezcla se pueden utilizar: maíz, afrecho de trigo, harina de girasol y de hueso, conchilla y sal común.

Los cambios en la alimentación no deben ser bruscos, ya que se pueden presentar trastornos digestivos.

**2.1.1.3. Alimentación concentrada**

El uso de concentrado como único alimento debe satisfacer los requerimientos nutritivos de los cuyes, en estas condiciones el consumo puede ser de 40 a 60 g/animal/día, dependiendo de la calidad de la ración.

El porcentaje de fibra debe ser 9 a 18 %, debe proporcionarse diariamente vitamina C. El alimento balanceado debe ser en lo posible peletizado, ya que existe mayor desperdicio en las raciones en polvo.

El consumo de MS en cuyes alimentados con una ración peletizado es de 1,448 kg mientras que cuando se suministra en polvo se incrementa a 1,606 kg este mayor gasto repercute en la menor eficiencia de su conversión alimenticia.

Este sistema de alimentación no puede utilizarse en forma permanente, sino más bien complementarse periódicamente con forraje.

## 2.2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes permite elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción.

Mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza de tal modo de aprovechar convenientemente su precocidad y 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 si se suministra únicamente forraje, a pesar de la gran capacidad de consumo del cuy. Las condiciones de medio ambiente, estado fisiológico y genotipo influirán en los requerimientos.

Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y

vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza.

### 2.2.1. Agua

El agua es indudablemente uno de los elementos más importantes en la alimentación. Constituye el 60 al 70 % del organismo animal. Chauca (1997), señala que con el suministro de agua se registra un mayor número de crías nacidas, menor mortalidad durante la lactancia, mayor peso de las crías al nacimiento y destete, así como mayor peso de las madres al parto. En los cuyes en recría el suministro de agua no ha mostrado ninguna diferencia en cuanto a crecimiento, pero sí mejora su conversión alimenticia y eficiencia reproductiva.

Los requerimientos de agua dependen del tamaño del animal, estado fisiológico, cantidad y tipo de alimento ingerido, temperatura y humedad ambiental, (INIA, 1995).

El agua cumple las funciones de transporte de nutrientes y desechos, procesos metabólicos, producción de leche y termorregulación.

Si se suministra un forraje suculento en cantidades altas (más de 200 g) la necesidad de agua se cubre con la humedad de forraje. Si se suministra forraje restringido 30 g /animal /día, se requiere 85 ml de agua, siendo su requerimiento diario de 105 ml / kg de peso vivo (Zaldívar y Chauca, 1975).

Los cuyes de recría requieren entre 50 y 100 ml de agua por día. Este requerimiento puede incrementarse hasta más de 250 ml si no reciben forraje verde y si el clima supera temperaturas de 30°C. Bajo estas condiciones los cuyes que tienen acceso al agua de bebida se ven más vigorosos que aquellos que no tienen acceso a ese líquido. En climas templados, en los meses de verano, el consumo de agua en cuyes de 7 semanas es de 51 ml y a las 13 semanas es de 89 ml, esto con suministro de forraje verde (chala de maíz: 100 g /animal /día) (Zaldívar y Chauca, 1975).

Si se alimenta con forraje verde no es necesario dar agua. Si se combina con concentrado se debe dar de 100 a 150 g de forraje verde por animal para la ingestión mínima de agua de 80 a 120 ml. Si sólo se da concentrado al animal entonces se debe proporcionar de 8 a 15 ml de agua por 100 g de peso vivo o 50 a 140 ml por animal por día. El agua debe ser limpia y libre de patógenos (INIA, 1995).

El animal obtiene el agua de acuerdo a su necesidad de tres fuentes: el agua de bebida que se le proporciona a discreción, agua contenida como humedad en los alimentos y el agua metabólica que se produce del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno.  La forma de suministro de agua es en bebederos con capacidad de 250 ml, bebederos automáticos instalados en red, bebederos de cerámica o de acero inoxidable (Chauca, 1997).

Cuando reciben forraje restringido, el agua que consumen a través de éste, en muchos casos está por debajo de sus necesidades hídricas y el porcentaje de mortalidad se incrementa significativamente al no recibir suministro de agua de bebida. Las hembras preñadas y en lactancia son las primeras afectadas, seguidas por los lactantes y los animales de recría.

### 2.2.2. Proteína

Las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada uno de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de la calidad que de la cantidad que se ingiere. Existen aminoácidos esenciales que se deben suministrar a los monogástricos a través de diferentes insumos ya que no pueden ser sintetizados.

Las proteínas cumplen funciones enzimáticas en todo el proceso metabólico, defensivas (están a cargo de las proteínas los sistemas inmunológicos del organismo, gama globulina, etc.). Las enzimas, hormonas y los anticuerpos tienen proteínas como estructura central, que controlan y regulan las reacciones químicas dentro del cuerpo. También las proteínas fibrosas juegan papeles protectivos estructurales (por ejemplo pelo y cascos). Finalmente algunas proteínas tienen un valor nutritivo importante (proteína de leche y carne).

El suministro inadecuado de proteína, tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia de utilización del alimento. Para cuyes manejados en bioterios, la

literatura señala que el requerimiento de proteína es del 20 %, siempre que esté compuesta por más de dos fuentes proteicas. Este valor se incrementa a 30 ó 35 %, si se suministra proteínas simples tales como caseína o soya, fuentes proteicas que pueden mejorarse con la adición de aminoácidos. Para el caso de la caseína con L-arginina (1 %) o para el caso de la soya con DL-metionina (0,5 %) (NRC, 1978).

Estudios realizados, para evaluar niveles bajos (14 %) y altos (28 %) de proteína en raciones para crecimiento, señalan mayores ganancias de peso, aumento en el consumo y más eficiencia en los cuyes que recibieron las raciones con menores niveles proteicas (Wheat*et al.*, 1962).

Porcentajes menores al 10 %, producen pérdidas de peso, siendo menor a medida que se incrementa el nivel de vitamina C. El crecimiento de los cuyes entre el destete y las 4 semanas de edad es rápido, por lo que ha sido necesario evaluar el nivel de proteína que requieren las raciones. Al evaluar raciones heteroproteicas, con niveles entre 13 y 25 %, no se encuentra diferencia estadística para los incrementos totales (Augustin*et al.*, 1984).

Es imprescindible considerar la calidad de la proteína, por lo que es necesario hacer siempre una ración con insumos alimenticios de fuentes proteicas de origen animal y vegetal. De esta manera se consigue un balance natural de aminoácidos que le permiten un buen desarrollo. Las fuentes proteicas utilizadas en la preparación de las raciones fueron alfalfa, soya y harina de pescado. Este último insumo nunca en niveles superiores al 2 %.

Los resultados registrados por otros autores en la etapa de cría son similares a los de la etapa de recría (Pino, 1970; Mercado *et al.* 1974). Esto deja abierta la posibilidad de continuar los estudios de la función de la actividad cecotrófica en la nutrición de los cuyes. Los estudios para determinar los requerimientos de aminoácidos en cuyes como animal productor de carne se hacen necesarios.

La NRC señala que el nivel debe ser de 20 % de proteínas, para todos los cuyes, de una mezcla bien balanceada. Sin embargo, se recomienda elevar este nivel 2 % más para cuyes lactantes y 4 % más para cuyes gestantes.

Algunos aminoácidos son sintetizados, mientras que otros no se sintetizan, entre ellos se encuentra la arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, triptófano, treonina y valina. El NCR (1978) recomienda niveles de 18 a 20 % de proteína total, con niveles de arginina de 1,26 %, triptófano 0,16 a 0,20 %, cistina (0,36 %) y metionina (0,35 %) con un total de aminoácidos azufrados de 0,71 %. Las necesidades del cuy en términos de energía digestible (ED) es de 3 000 a 3 250 kcal/kg de MS.

### 2.2.3. Fibra

Los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van de 5 al 18 %. Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no sólo 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 paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo.

La digestión de celulosa en el ciego puede contribuir a cubrir los requerimientos de energía. Hirsh (1973) citado por NRC (1995) muestra que la dilución de 1:1 en la dieta con celulosa no afecta a la ingestión de alimento o al peso, lo cual apoya a la celulosa como fuente de energía.

El aporte de fibra está dado por el consumo de los forrajes. 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 no menor de 18 % (Chauca, 1997).

Booth et al. (1949) citado por NRC (1995) observó un ritmo bajo de crecimiento (1,9 g/día) en cuyes alimentados con dietas sintéticas sin fibra (NRC, 1995).

### 2.2.4. Energía

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos, contenido en los alimentos de origen vegetal. El consumo de exceso de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo.

Su importancia radica, en el hecho de que el 70 a 90 % de la dieta está constituido por sustancias que se convierten en precursores de la energía o en moléculas conservadoras de la energía; además del 10 al 30 % del resto de la dieta, una parte suministra cofactores los cuales son auxiliares importantes en las transformaciones de la energía en el organismo (Rojas, 1972).

La energía se almacena en forma de grasa en el cuerpo del cuy una vez satisfechos los requerimientos, que dependen de: edad, estado fisiológico, actividad del animal, nivel de producción y temperatura ambiental.

La energía es requerida como fuente de combustible para mantener las funciones vitales del cuerpo, mantenimiento, crecimiento y producción. Para el correcto aprovechamiento tanto de proteína así como la energía de los alimentos, tiene que existir una relación que en líneas generales debe ser de 93 calorías de energía neta por cada punto de proteína (Calero del Mar, 1978).

El NRC (1978) sugiere un nivel de energía digestible de 3000 kcal/kg de dieta. Al evaluar raciones con diferente densidad energética, se encontró mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética (Chauca, 1997).

Los cuyes responden eficientemente al suministro de alta energía, se logran mayores ganancias de peso con raciones con 70,8 % que con 62,6 % de NDT (Carrasco, 1969). A mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejora (Zaldívar y Vargas, 1969). Proporcionando a los cuyes raciones con 66 % de nutrientes digestibles totales (NDT) pueden obtenerse conversiones alimenticias de 8,03 (Mercado et al., 1974, citado por Chauca, 1997). El contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) en las raciones balanceadas para cuyes varía entre 62 a 70 % (citado por Rico, 1986).

Proveen energía: carbohidratos, lípidos y proteínas dietarios o endógenos. Los carbohidratos obtenidos de alimentos de origen vegetal fibrosos y no fibrosos son los que aportan más energía. Por lo tanto, los hidratos de carbono que se utilizan provienen principalmente del reino vegetal, que tienen la propiedad de fermentarse y asimilarse fácilmente en el organismo del cuy. Entre los principales alimentos que contienen abundante hidrato de carbono, tenemos la caña de azúcar, la remolacha azucarera, la zanahoria, los forrajes verdes, etc.

**Cuadro 1.** Requerimientos nutritivos de los cobayos de acuerdo a su estado fisiológico.

| **Nutrientes** | **Unidad** | **Estado Fisiológico** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Gestación** | **Lactancia** | **Crecimiento** | **Engorde** |
| Proteína | % | 18 | 18 – 22 | 13 – 17 | 18 |
| Energía Digest. | Kcal/kg | 2800 | 3000 | 2800 | 3000 |
| Fibra | % | 8 – 17 | 8 – 17 | 10 | 10 |
| Calcio | % | 1,4 | 1,4 | 0,8 – 1,0 | 0.8 – 1.0 |
| Fósforo | % | 0,8 | 0,8 | 0,4 – 0,7 | 0.4 – 0.7 |
| Magnesio | % | 0,1 – 0,3 | 0,1 – 0,3 | 0,1 – 0,3 | 0,1 – 0,3 |
| Potasio | % | 0,5 – 1,4 | 0,5 – 1,4 | 0,5 – 1,4 | 0,5 – 1,4 |
| Vitamina C | mg. | 200 | 200 | 200 | 200 |

**Fuente**: (Urrego, 2009).

El consumo excesivo de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar al desempeño reproductivo.

### 2.2.5. Grasa

Las grasas aportan al organismo ciertas vitaminas que se encuentran en ellas; al mismo tiempo las grasas favorecen una buena asimilación de las proteínas. Las principales grasas que intervienen en la composición de la ración para cuyes son las de origen vegetal. Si están expuestas al aire libre o almacenadas por mucho tiempo se oxidan fácilmente dando un olor y sabor desagradables por lo que los cuyes rechazan su consumo; por lo tanto al preparar concentrados en los que se utiliza grasa de origen animal, es necesario emplear antioxidantes (Esquivel, 1994).

Los cuyes requieren un 3 % de grasa o ácidos grasos no saturados. Su carencia produce un retardo en el crecimiento, además de dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento de pelo, así como caída del mismo. En casos de deficiencias prolongadas se observó poco desarrollo de testículos, bazo, vesícula biliar, así como agrandamiento de riñones, hígado, suprarrenales y corazón. En casos extremos puede sobrevenir la muerte del animal (Wagner y Manning, 1976, citado por Chauca, 1997).

Esta sintomatología es susceptible de corregirse agregando grasa que contenga ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/kg de ración. El aceite de maíz a un nivel de 3 % permite un buen crecimiento sin dermatitis.

### 2.2.6. Minerales

Los minerales son necesarios para el organismo de todos los animales domésticos. Participan en multitud de procesos metabólicos imprescindibles para el buen funcionamiento del organismo del animal: por ejemplo el hierro participa en el trasporte de oxígeno en la sangre y, por lo tanto, en la respiración; el sodio y el potasio participan en el mantenimiento del equilibrio de líquidos dentro del organismo; el calcio participa, entre otras cosas, en la contracción de la musculatura, etc.

Los minerales forman los huesos y los dientes principalmente.

Los elementos minerales tales como: calcio, cobre, zinc, potasio, sodio, magnesio, fósforo, cloro y otros se encuentran formando líquidos corporales, por tanto son necesarios, pero sus cantidades aún no han sido bien definidas.

El cobalto probablemente es requerido para la síntesis intestinal de la vitamina B12 si la dieta no contiene.

La falta de Cu produce anemia micro y macrocítica (Hogares, 2000).

Las funciones de los minerales son tan diversas que es difícil establecer las necesidades concretas de cada especie, y en el caso del cuy no se han definido con exactitud. Sin embargo, la experiencia nos dice que los forrajes en general contienen las proporciones minerales adecuadas, pues un cuy alimentado con forrajes puede vivir perfectamente bien.

De las pocas cosas que se sabe a ciencia cierta es que conviene que la relación entre el calcio y el fosforo sea de 2:1. Cuando la proporción entre ambos se aparta mucho de este valor, el cuy sufre problemas de crecimiento

Si los cuyes reciben cantidades adecuadas de pastos, no es necesario proporcionarles minerales en su alimentación. Algunos productores proporcionan sal a sus cuyes, pero no es indispensable si reciben forraje de buena calidad y en cantidad apropiada.

### 2.2.7. Vitaminas

Las vitaminas activan las funciones del cuerpo. Ayudan a los animales a crecer rápido, mejoran su reproducción y los protegen contra varias enfermedades

Son indispensables para el buen funcionamiento, intervienen en pequeñas cantidades, actuando como coenzimas.

#### 2.2.7.1. Vitaminas liposolubles

**Vitamina A**

La fuente dietética más importante son los carotenoides pro vitamínicos presentes en los vegetales. El cuy tiene baja capacidad para almacenar vitamina A, esto depende de la salud y de la frecuencia de la ingestión, normalmente el cuy satisface sus requerimientos por libre absorción de carotenos (pigmento anaranjado) de zanahorias, tomate, camotes constituyentes en su dieta normal.

**Vitamina C**

La vitamina c es la más importante en la alimentación de los cuyes. Los cuyes son los únicos mamíferos que no sintetizan el ácido ascórbico, lo cual se forma de otras sustancias en la mayoría de las especies animales. El proporcionar forraje fresco al animal  asegura una suficiente cantidad de vitamina C.

Si existe carencia de vitamina C produce perdida de apetito, crecimiento retardado y muerte de los animales a los 25 a 28 días. Además, los jóvenes mueren por los efectos de deficiencia de esta vitamina antes que los animales viejos, estando en similares condiciones.

Existe deficiencias en el consumo de alimento, hay menor ganancia de peso, y aumenta la mortalidad de animales mayores de 5 meses.

**Vitamina D**

(Antirraquítica), su función es la de aumentar la absorción del calcio en el intestino, aunque es más importante su actividad en el hueso promoviendo la calcificación (hipocalcemia)

El cuy no la requiere cuando la relación Ca:P esta bien balanceada.

**Vitamina E**

Es necesaria en hembras primerizas a razón de 3 mg/ día reduciéndose sus requerimientos en animales adultos. En cuyes la deficiencia provoca trastornos de nutrición de los músculos voluntarios y en algunos casos lesiones del músculo cardiaco que conduce con frecuencia a la muerte repentina.

**Vitamina K**

No hay evidencia que esta vitamina sea esencial para el crecimiento, pero si es necesaria para la reproducción considerándose adecuado un suministro de antihemorrágica 2 mg/kg. Interviene en la coagulación sanguínea, producción de protrombina en las celdillas hepáticas.

En cuyes es necesaria para la reproducción; su deficiencia durante la preñez ocasiona partos muertos o muerte de las crías inmediatamente después del nacimiento como consecuencias de hemorragias subcutánea, muscular y cerebral (Rodríguez, 2004).

### 2.2.7.2. Vitaminas hidrosolubles

**Tiamina o B1**

Los requerimientos de tiamina en el cuy fluctúan entre 4 - 6 mg/kg de ración para animales adultos y de 6 a 8 mg/Kg de ración para animales en crecimiento, su carencia produce anorexia.

**Riboflavina o B2**

Se requiere en cantidades de 3 mg/kg de alimento para el crecimiento. Es una coenzima de varias enzimas respiratorias por tanto participa en los fenómenos de oxi-reducción, es sintetizada por la flora bacteriana del intestino.

**Ácido Pantoténico B3**

Cantidades de 15-20 mg/kg de ración satisfacen las necesidades del cobayo.

Forma parte de la coenzima A que es parte del ácido pantoténico.

La deficiencia en cuyes se manifiesta por aspereza del pelo, diarrea, falta de apetito, debilidad y eventualmente la muerte.

**Piridoxina o B6**

En cantidades de 16 mg/kg de ración favorece el crecimiento. Las formas activas de la piridoxina son los fosfatos, precipitan como coenzimas en diversas reacciones metabólicas, su presencia es necesaria para la concentración adecuada de metabolitos en el interior de las células de aminoácidos.

**Cobalámina o B12**

Se la conoce también con el nombre de antianémica. En cuyes los requerimientos de vitamina B12 son satisfechos por la síntesis bacterial del intestino siempre que se administre cantidades adecuadas en la dieta, de lo contrario la ración debe tener de 4 - 6.5 mg/kg.

La deficiencia de esta vitamina produce: atrofia de la mucosa bucal, trastornos neurológicos y notable presencia de anemia (Mercurio 2000).

## 2.3. FORRAJES UTILIZADOS

### 2.3.1. Alfalfa (*Medicago sativa*)

La alfalfa es considerada como la mejor forrajera, es muy importante para formar forraje henificado, se le puede ensilar, formar harina y se le usa para formar mezclas con otras leguminosas y gramíneas forrajeras.

La alfalfa produce el doble de proteína digestible que el trébol. Es rica en minerales y contiene 10 vitaminas diferentes. Se han considerado desde hace mucho tiempo, como importante fuente de vitamina “A”. Estas características hacen que el heno de alfalfa o la alfarina sea un componente valioso de las raciones para la mayor parte de los animales domésticos.

La alfalfa es una leguminosa herbácea que alcanza de 50 a 90 cm de altura, en condiciones favorables puede alcanzar hasta 100 cm. Especie perenne rica en hojas; un corte normal de esta proporciona 45 % de hojas y 55 % de tallos; por su alto valor nutritivo es considerado como la reina de las leguminosas.

En las hojas se encuentra la mayor parte de los principios nutritivos y de su conservación depende el valor alimenticio del forraje. Es un alimento ideal para cobayos, rica en proteína (21%), durante la vegetación y antes de la floración contiene más agua y nitrógeno. La época óptima para su aprovechamiento es cuando llega al 30% de floración

Un cuy de cuatro semanas de edad consume como promedio 120 g de alfalfa al día, a las 8 semanas consume 180 g y de adulto consume 300 g de alfalfa al día

**Cuadro 2**. Valor nutritivo de la alfalfa

| NUTRIENTES | CANTIDAD (%) |
|---|---|
| Materia Seca | 25,3 |
| Proteína | 14,3 |
| N.D.T | 19,9 |
| Grasa | 2,2 |
| Fibra Cruda | 25,0 |
| E.L.N. | 42,7 |
| Cenizas | 7,2 |
| Agua | 8,4 |

Fuente: www.pasturasyforrajes.com (2005)

### 2.3.2. Maralfalfa (*Pennisetum sp.)*

Es un pasto suave, altamente palatable y dulce más que la caña forrajera, es un pasto mejorado de origen colombiano, perenne, con extraordinarias características productivas y nutricionales, entre las que destacan: Rendimiento en forraje verde de 200 a 400 ton/ha, contenido de proteína cruda promedio de 20 % entre los días 40 y 110 de corte. Jarrín y Ávila (2003)

Este pasto es el resultado de la hibridación del *Pennisetum americanum (L)*. Leeke con el *P.purpureum Schum*, este híbrido es un triploide que puede ser obtenido fácilmente y combina la calidad nutricional del forraje Pennisetum americanum (L) con el alto rendimiento de materia seca del P.purpureum Schum. Este híbrido, sin embargo, es estéril por lo que para obtener híbridos fértiles se ha utilizado Colchicina con lo que duplica el número de cromosomas y se obtiene un hibrido hexaploide fértil.

#### 2.3.2.1. Siembra

La distancia recomendada para sembrar en forma vegetativa, es de 50 cm entre surcos, y dos cañas paralelas a máximo 3 cm de profundidad; se requiere 3.000 kg de tallos por hectárea.

#### 2.3.2.2. Altura

A los 90 días alcanza una altura de 4 m dependiendo de la fertilización y cantidad de materia orgánica aplicada.

#### 2.3.2.3. Corte

Para el primer corte se debe dejar espigar todo el cultivo, los siguientes cortes cuando la planta tenga un 10% de espigamiento, aproximadamente a los 40 días posteriores a cada corte.

#### 2.3.2.4. Rendimiento

Se han cosechado entre 28 kg y 44 kg por metro cuadrado, dependiendo del manejo del cultivo.

**Cuadro 3.** Valor nutritivo del maralfalfa

| NUTRIENTES | CANTIDAD (%) |
|---|---|
| Humedad | 79,33 |
| Cenizas | 13,5 |
| Fibra Cruda | 53,33 |
| Grasa | 2,1 |
| Carbohidratos solubles | 12,2 |
| Proteína Cruda | 16,25 |
| Nitrógeno | 2,6 |
| Calcio | 0,8 |
| Magnesio | 0,29 |
| Fósforo | 0,33 |
| Potasio | 3,38 |
| Proteína digestible | 7,43 |
| Total Nitrógeno Digestible | 63,53 |

Fuente: Jarrín y Ávila (2003)

# 3. MATERIALES Y METODOS

## 3.1. MATERIALES

### 3.1.1. Materiales de Campo

- Galpón de cemento y madera
- 50 cobayos
- Alfalfa
- Maralfalfa
- Materiales de construcción: Listones, tablas, clavos
- Pozas de 1m de largo por 0.50 m de ancho
- Herramientas: Martillo, pala, escoba, recogedor
- Carretilla
- Balanza digital
- Cascara de arroz.
- Cal
- Desparasitante
- Cámara fotográfica

### 3.1.2 Materiales de Oficina

- Computadora
- Impresora
- Flash memory
- Material de escritorio

## 3.2. MÉTODOS

### 3.2.1. Ubicación del Ensayo

El presente proyecto se ejecutó en el sector Moraspamba de la Quinta Experimental "La Argelia" perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, que se encuentra ubicada al Sur Este de la ciudad de Loja, a una altitud de 2100 msnm, con una temperatura media de 16 ºC, una precipitación media anual de 750 mm, humedad relativa del 65 % y una formación ecológica: bosque seco Montano Bajo (bs – MB)

### 3.2.2. Descripción y Adecuación de las Instalaciones

Se utilizó un galpón de forma hexagonal de 36 $m^2$ de superficie, con piso de cemento, paredes de ladrillo y cubierta de eternit. En el interior del galpón se construyó pozas de madera de 1 $m^2$ y una altura de 60 cm. Previo el inicio del trabajo experimental se realizó la limpieza y desinfección del galpón, Instalación de un pediluvio y la ubicación de los respectivos comederos y bebederos.

### 3.2.3. Descripción de las Unidades Experimentales

Se utilizaron 50 machos de dos meses de edad con un peso promedio de 370 g. Cada animal constituyó una unidad experimental.

### 3.2.4. Conformación e Identificación de los Grupos Experimentales

Se conformaron cinco grupos experimentales de 10 cobayos cada uno, los cuales se identificaron con un letrero de acuerdo al tratamiento.

### 3.2.5. Descripción de los Tratamientos

Se evaluaran cinco tratamientos de la siguiente manera:

**Tratamiento uno**

Consistió en el suministro de una ración compuesta por el 100 % de alfalfa a un grupo de 10 cobayos machos.

**Tratamiento dos**

Estuvo conformado por un grupo de 10 cobayos, que fueron alimentados con una mezcla forrajera conformada por el 75 % de alfalfa y 25 % de maralfalfa.

**Tratamiento tres**

Consistió en la administración de una mezcla forrajera conformada por el 50 % de alfalfa y el 50 % de maralfalfa, a un grupo de 10 cobayos.

**Tratamiento cuatro**

Consistió en un grupo de 10 animales que fueron alimentados con una mezcla forrajera con el 25 % de alfalfa y el 75 % de maralfalfa.

**Tratamiento cinco**

Consistió en un grupo de 10 animales que fueron alimentados con el 100 % de maralfalfa.

### 3.2.6 Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y 12 repeticiones, considerando a cada semana como un bloque o repetición.

### 3.2.7. Variables en Estudio

- Consumo de alimento
- Incremento de peso
- Conversión alimenticia
- Mortalidad
- Rentabilidad

### 3.2.8. Toma y Registro de Datos

#### 3.2.8.1. Consumo de alimento.

Se pesó y registró diariamente la cantidad de forraje suministrado a cada grupo experimental; para determinar el consumo real, se restó el alimento sobrante, los resultados diarios se sumaron para obtener el consumo semanal.

#### 3.2.8.2. Incremento de peso.

Se tomó y registro el peso inicial de una muestra de cobayos de cada grupo experimental; luego se continuó semanalmente, el mismo día y hora, con los animales en ayunas. El incremento de peso, se calculó por diferencia entre los pesos registrados semanalmente

#### 3.2.8.3. Conversión Alimenticia

Se tomó en cuenta el número de animales vivos y se relacionó el consumo de alimento semanal, con el incremento de peso semanal, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{Consumo\ semanal}{\Delta P\ semanal}$$

#### 3.2.8.4. Mortalidad

Se la registró diariamente, observando la cantidad de animales muertos y las posibles causas, en cada uno de los grupos experimentales.

#### 3.2.8.5. Rentabilidad

Se hizo una relación entre los ingresos y los costos generados en la investigación.

### 3.2.9 Análisis Estadístico

Se realizó el análisis de varianza de las variables: incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia; y, se aplicó la prueba Duncan en las variables que resultaron estadísticamente significativas.

### 3.2.10. Análisis Económico

Se lo realizo en base al cálculo de la rentabilidad, relacionado los ingresos y costos generados en el proyecto, con la siguiente formula:

$$R = \frac{\mathrm{IN}}{\mathrm{CT}} * 100$$

# 4. RESULTADOS

## 4.1. VALOR NUTRITIVO DE LAS ESPECIES FORRAJERAS

Para determinar el valor nutritivo de las especies forrajeras, se realizó el análisis bromatológico, Tal Como Ofrecido (TCO) y en base a Materia Seca (MS). Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4.** Valor nutritivo de la Alfalfa *(Medicago sativa)* y Maralfalfa *(Pennisetum sp.)*

| Muestra | Base de calculo | MS | Cz | EE | PC | FC | E.L.N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alfalfa *(Medicago sativa)* | TCO | 21,00 | 1,25 | 0,60 | 3,84 | 4,46 | 7,01 |
| | BS | 100,0 | 9,21 | 3,44 | 21,12 | 25,83 | 38,44 |
| Maralfalfa, *(Pennisetum sp.)* | TCO | 17.00 | 1,08 | 0,18 | 1,50 | 3,88 | 5,64 |
| | BS | 100,0 | 6,79 | 1,47 | 16,31 | 28,60 | 45,92 |

Fuente: Laboratorios de Nutrición Animal AARNR – UNL, 2012

Elaborado: El autor

El contenido de MS es superior en la alfalfa con el 21,20 %, frente al 17 % de la maralfalfa; de igual manera la proteína cruda en base seca, presenta un mayor porcentaje en la alfalfa con el 21,12 %; mientras que la maralfalfa tiene un 16,31 %. Lo contrario ocurre con el contenido de fibra, que es mayor en la maralfalfa con 28,60 % y menor en la alfalfa con el 25, 83 %.

## 4.2. CONSUMO DE ALIMENTO

### 4.2.1. Consumo de Alimento Promedio Semanal

Se registró el consumo de alimento en cada uno de los grupos experimentales desde el inicio hasta el final del ensayo. Los resultados se exponen en el siguiente cuadro y se grafican en la figura 1.

**Cuadro 5.** Consumo de alimento promedio semanal en cuyes con diferentes mezclas de alfalfa y maralfalfa (g)

| SEMANAS | TRATAMIENTOS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** |
| 1 | 1044 | 1022 | 1033 | 1044 | 1106 |
| 2 | 1196 | 1165 | 1159 | 1184 | 1254 |
| 3 | 1392 | 1347 | 1333 | 1352 | 1406 |
| 4 | 1644 | 1548 | 1532 | 1562 | 1571 |
| 5 | 1854 | 1753 | 1733 | 1750 | 1750 |
| 6 | 2072 | 1893 | 1854 | 1957 | 1926 |
| 7 | 2321 | 2122 | 1968 | 2064 | 2086 |
| 8 | 2554 | 2332 | 2108 | 2262 | 2254 |
| 9 | 2769 | 2486 | 2234 | 2433 | 2408 |
| 10 | 2974 | 2618 | 2386 | 2612 | 2545 |
| 11 | 3128 | 2744 | 2582 | 2722 | 2674 |
| 12 | 3254 | 2842 | 2699 | 2836 | 2789 |
| **Total** | **26200** | **23873** | **22621** | **23780** | **23769** |
| **Prom./día** | **312** | **284** | **269** | **283** | **283** |

**Fuente:** Investigación de Campo. Octubre 2011

**Elaboración:** El autor

El tratamiento uno, que corresponde al 100 % de alfalfa, registró mayor consumo de alimento con 26,2 kg por animal durante el experimento, lo que significa un consumo diario de 312 g; mientras, el tratamiento tres (50 % de alfalfa y 50 % de

maralfalfa) presentó menor consumo, con un total de 22,6 kg, es decir 269 g por dia; diferencias que son estadísticamente significativas.

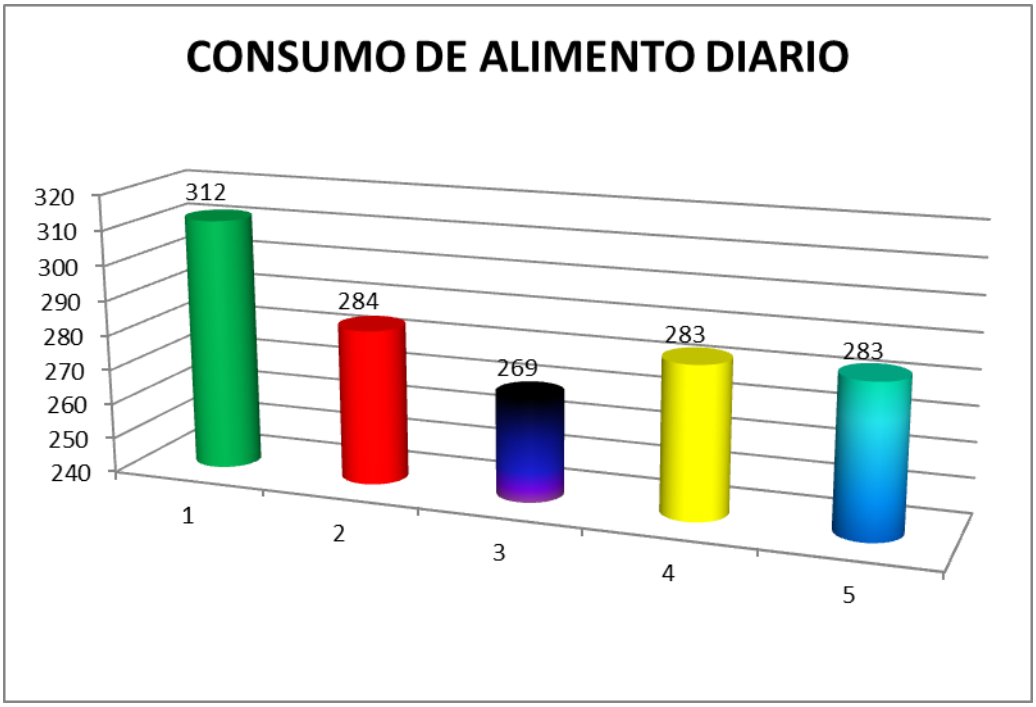


Figura 1. Consumo diario de alimento en cuyes con diferentes mezclas de alfalfa y maralfalfa (g)

## 4.3. INCREMENTO DE PESO

### 4.3.1. Peso Promedio Semanal

De los registros semanales de peso, de cada uno de los tratamientos se han obtenido los pesos promedios semanales, desde la primera semana hasta la doceava semana; cuyos resultados se exponen en el cuadro 7 y se grafican en la figura 2

**Cuadro 6.** Peso promedio semanal en cuyes con diferentes mezclas de alfalfa y maralfalfa (g)

| SEMANAS | TRATAMIENTOS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** |
| P.I | 373 | 365 | 369 | 373 | 395 |
| 1 | 427 | 416 | 414 | 423 | 448 |
| 2 | 497 | 481 | 476 | 483 | 502 |
| 3 | 587 | 553 | 547 | 558 | 561 |
| 4 | 662 | 626 | 619 | 625 | 625 |
| 5 | 740 | 676 | 662 | 699 | 688 |
| 6 | 829 | 758 | 703 | 737 | 745 |
| 7 | 912 | 833 | 753 | 808 | 805 |
| 8 | 989 | 888 | 798 | 869 | 860 |
| 9 | 1062 | 935 | 852 | 933 | 909 |
| 10 | 1117 | 980 | 922 | 972 | 955 |
| 11 | 1162 | 1015 | 964 | 1013 | 996 |
| 12 | 1203 | 1025 | 1011 | 1053 | 1037 |
| **Inc. Peso** | **812** | **735** | **699** | **734** | **733** |

**Fuente:** Investigación de Campo. Octubre 2011

**Elaboración:** El autor

Al inicio del experimento, los pesos promedios de los cobayos, fluctuaron entre 365 y 395 g; conforme avanzó el experimento, se fue incrementando los pesos de manera uniforme, en todos los grupos experimentales. Al finalizar el ensayo, esto es a la doceava semana, el tratamiento uno (100 % de alfalfa) alcanzó el mayor peso final con 1203 g y una ganancia de 812 g; mientras que los animales del tratamiento tres (50 % de alfalfa y 50 % de maralfalfa) presentaron menor peso y ganancia con 1011 y 699 g en promedio por animal respectivamente.

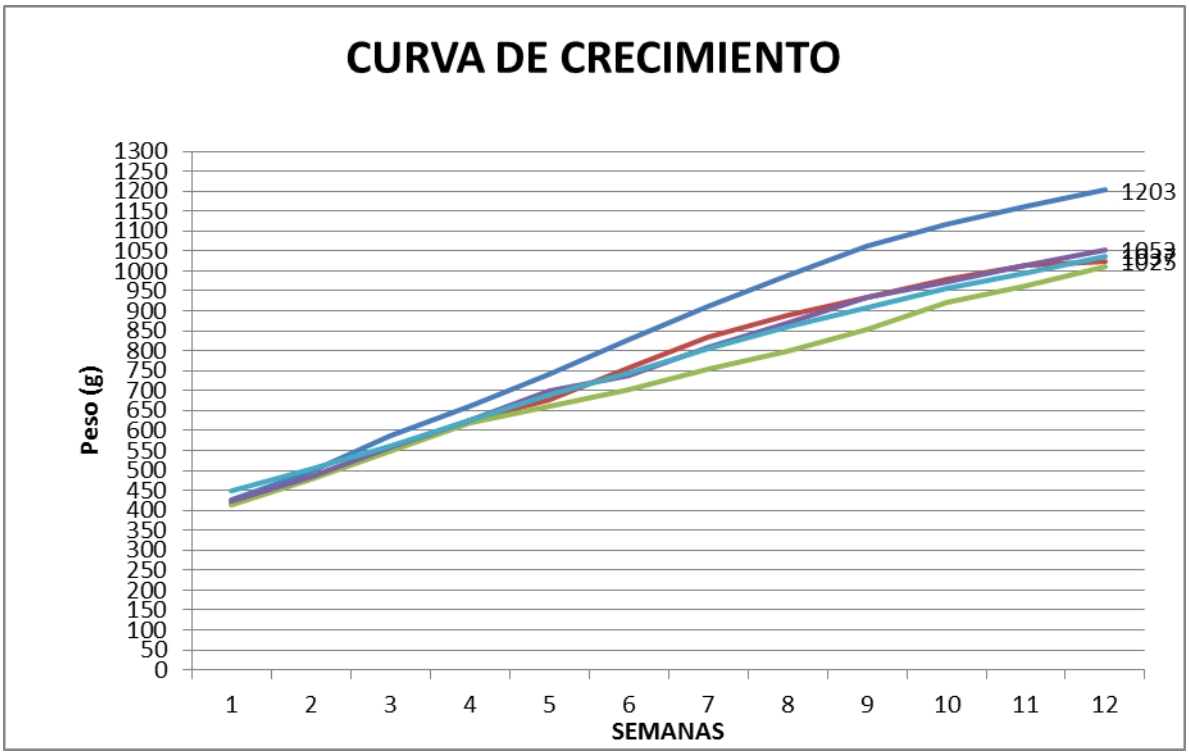


Figura 2. Curvas de crecimiento en cuyes alimentados con diferentes porcentajes de alfalfa y maralfalfa.

### 4.3.2. Incremento de Peso Promedio Semanal

Se determinó por diferencia entre los pesos semanales registrados en cada uno de los grupos experimentales, desde el inicio hasta el final del ensayo. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro y se grafican en la figura 3.

**Cuadro 7.** Incremento de peso promedio semanal en cuyes con diferentes mezclas de alfalfa y maralfalfa (g).

| SEMANAS | TRATAMIENTOS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** |
| 1 | 54 | 51 | 45 | 50 | 53 |
| 2 | 70 | 65 | 62 | 60 | 54 |
| 3 | 90 | 72 | 71 | 75 | 59 |
| 4 | 75 | 73 | 72 | 67 | 64 |
| 5 | 78 | 50 | 43 | 74 | 63 |
| 6 | 89 | 82 | 41 | 38 | 57 |
| 7 | 83 | 75 | 50 | 71 | 60 |
| 8 | 77 | 55 | 45 | 61 | 55 |
| 9 | 73 | 47 | 54 | 64 | 49 |
| 10 | 55 | 45 | 70 | 39 | 46 |
| 11 | 45 | 35 | 42 | 41 | 41 |
| 12 | 41 | 10 | 47 | 40 | 41 |
| **Total** | **812** | **735** | **699** | **734** | **733** |
| **Diario** | **9,7** | **8,8** | **8,3** | **8,7** | **8,7** |

**Fuente:** Investigación de Campo. Octubre 2011

**Elaboración:** El Autor

El incremento de peso, fue estadísticamente superior (P ≤ 0,01) en el tratamiento uno (100 % de alfalfa) con 812 g en promedio por animal, que significa una ganancia diaria de 9,7 g; mientras que el tratamiento tres (50 % de alfalfa y 50 % de maralfalfa) obtuvo la menor ganancia con 699 durante todo el experimento, es decir un incremento diario de 8,3 g.

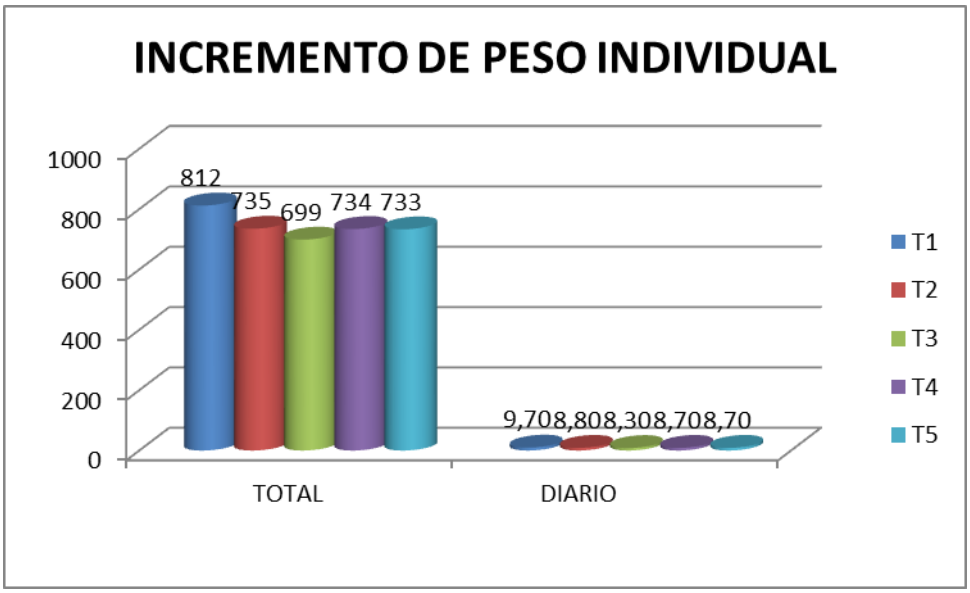


**Figura 3** Incremento de peso individual en cuyes alimentados con diferentes porcentajes de alfalfa y maralfalfa.

### 4.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Se relacionó el consumo de alimento y el incremento de peso registrados semanalmente, en cada grupo experimental. Los resultados se detallan en el cuadro 8 y se grafican en la figura 4.

**Cuadro 8.** Conversión alimenticia semanal en cuyes alimentados con diferentes porcentajes de alfalfa y maralfalfa.

| SEMANAS | TRATAMIENTOS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** |
| 1 | 19 | 20 | 23 | 21 | 21 |
| 2 | 17 | 18 | 19 | 20 | 23 |
| 3 | 15 | 19 | 19 | 18 | 24 |
| 4 | 22 | 21 | 21 | 23 | 25 |
| 5 | 24 | 35 | 40 | 24 | 28 |
| 6 | 23 | 23 | 45 | 52 | 34 |
| 7 | 28 | 28 | 39 | 29 | 35 |
| 8 | 33 | 42 | 47 | 37 | 41 |
| 9 | 38 | 53 | 41 | 38 | 49 |
| 10 | 54 | 58 | 34 | 67 | 55 |
| 11 | 70 | 78 | 61 | 66 | 65 |
| 12 | 79 | 63 | 57 | 71 | 68 |
| **Conv. Alim.** | **32,27** | **32,48** | **32,36** | **32,40** | **32,43** |

**Fuente:** Investigación de Campo. Octubre 2011

**Elaboración:** El Autor

El tratamiento uno (100 % de alfalfa) presentó la mejor conversión alimenticia con 32,27; es decir que los animales de este grupo, necesitaron consumir 32,27g de alimento (forraje verde) para incrementar 1 g de peso; mientras que el tratamiento dos (75% de alfalfa y 25 % de maralfalfa), resultó menos eficiente con una conversión de 32,48; aunque estadísticamente, estas diferencias no son significativas.

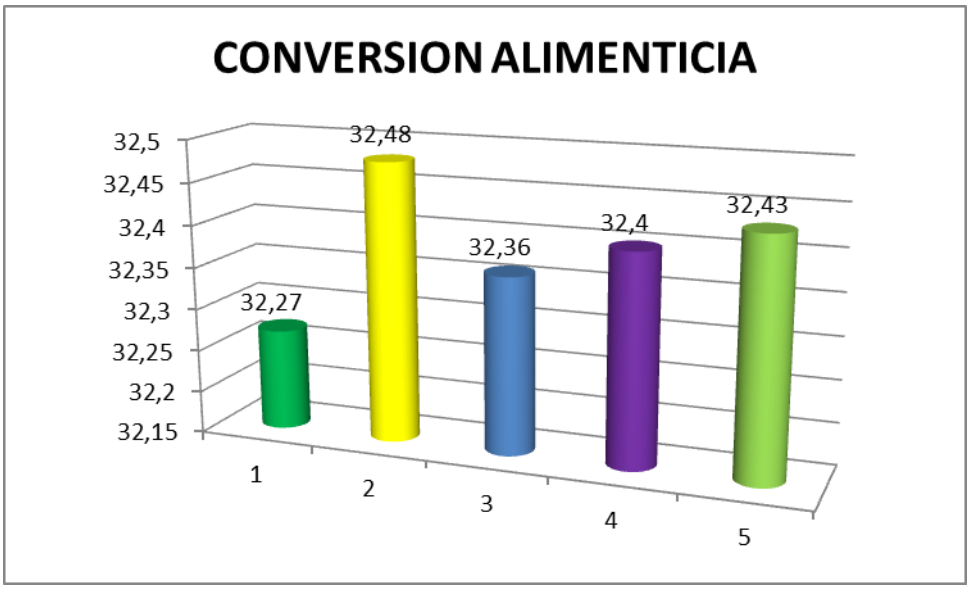


Figura 4. Conversión alimenticia semanal en cuyes alimentados con diferentes porcentajes de alfalfa y maralfalfa.

## 4.5. MORTALIDAD

La mortalidad fue muy baja, con un porcentaje del 2 % y se debió a trastornos digestivos.

## 4.6. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se lo realizó en base al cálculo de la rentabilidad, que es la ganancia o pérdida obtenida en una determinada actividad, expresada en porcentaje; para lo cual se relacionó los costos e ingresos generados en el proyecto, para cada uno de los cinco tratamientos.

### 4.6.1. Costos

En los costos se consideraron los siguientes rubros: Costo inicial de los cobayos, alimentación, instalaciones, mano de obra, sanidad.

#### 4.6.1.1. Costo inicial de los cobayos

Se compraron 50 cobayos a razón de 3.50 dólares cada uno, con un peso promedio de 350 g.

#### 4.6.1.2. Costo de la alimentación

Los costos de alimentación se consideraron por el valor de kg de alfalfa a razón de $20y de la Maralfalfa a razón de $10.

**Cuadro 9.** Costos generados por concepto de alimentación en los cinco tratamientos

| Tratamientos | Consumo (kg) | Costo/ kg ($) | Costo total ($) |
|---|---|---|---|
| **T1** | 26,20 | 0,20 | 5,24 |
| **T2** | 23,87 | 0,17 | 4,05 |
| **T3** | 22,62 | 0,15 | 3,39 |
| **T4** | 23,78 | 0,12 | 2,85 |
| **T5** | 23.70 | 0,10 | 2,37 |

**Fuente:** Investigación de Campo. Octubre 2011

**Elaboración:** El Autor

#### 4.6.1.3. Instalaciones

La adecuación de las instalaciones tuvo un costo de $ 1060; sí consideramos que pueden tener una duración de 10 años; la depreciación anual sería de $ 106, es decir $ 8,83 mensuales, por tres meses duro la investigación, genera un costo total de $ 26.50 que dividido para los 50 cobayos, significa un costo de $ 0,53 por animal.

#### 4.6.1.4. Mano de obra

Para realizar las labores de manejo como: Suministro de alimento, toma y registro de datos y limpieza del local; se utilizó media hora de trabajo diaria, el jornal es de $ 10,00; es decir $ 0,60 la media, que multiplicado por 90 días que duro el ensayo y dividido para los 50 animales, significa un costo de $ 1,08 por animal.

#### 4.6.1.5. Sanidad

Para el control higiénico – sanitario, se utilizaron algunos productos cuyas cantidades, precios unitarios y subtotales se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 10.** Cantidad y precio de los productos utilizados en el control higiénico sanitario durante el desarrollo del experimento.

| Producto | Cantidad | Precio Unitario | Subtotal |
|---|---|---|---|
| Yodo | 1 fco/100ml | 10,0 | 10,0 |
| Cal | 100 libras | 0,45 | 4,5 |
| Desparasitante | 1 fco/100ml | 5,5 | 5,5 |
| Eterol | 1 fco | 5,0 | 5,0 |
| **TOTAL** | | | **25,0** |

**Fuente:** Investigación de Campo. Octubre 2011

**Elaboración:** El Autor

El costo total por concepto de sanidad fue de $ 25 que dividido para 50 animales significa un costo de $ 0.5 por animal.

### 4.6.2. Ingresos

#### 4.6.2.1. Venta de los cobayos

La precio de venta de los cobayos fue de $ 8,00, con un peso promedio de 1066 g lo que significa un precio de $ 0,0075 el g de peso vivo; para estimar los ingresos de cada tratamiento, se procedió a multiplicar el peso final promedio por el precio de 1 g de peso vivo, conforme se detalla en el siguiente cuadro.

**Cuadro 11.** Precio de los cobayos de cada uno de los tratamientos de acuerdo al peso final.

| Tratamientos | Peso Final (g) | Precio/ g ($) | Ingresos ($) |
|---|---|---|---|
| **T1** | 1203 | 0,0075 | 9,05 |
| **T2** | 1025 | 0,0075 | 7,70 |
| **T3** | 1011 | 0,0075 | 7,60 |
| **T4** | 1053 | 0,0075 | 7,90 |
| **T5** | 1037 | 0,0075 | 7,80 |

**Fuente:** Investigación de Campo. Octubre 2011

**Elaboración:** El Autor

#### 4.6.2.2. Venta de abono

Se lo realizó al final del experimento, recogiendo una cantidad de 20 quintales de abono a un precio de cinco dólares cada uno, dando un total de $ 100 que dividido para los 50 cobayos da un total de $ 2 por animal.

### 4.6.3. Rentabilidad

Una vez obtenido los costos e ingresos, se procedió a calcular la rentabilidad, dividiendo el ingreso neto para el costo total, multiplicado por 100; los resultados alcanzados en cada uno de los tratamientos, se exponen en el siguiente cuadro.

**Cuadro 12.** Costos, ingresos y rentabilidad en cuyes alimentados con diferentes porcentajes de alfalfa y maralfalfa.

| RUBROS | TRATAMIENTOS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| **a. COSTOS** | | | | | |
| Costo del animal | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| Alimentación | 5,24 | 4,05 | 3,39 | 2,85 | 2,37 |
| Instalaciones | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 |
| Mano de obra | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 |
| Sanidad | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| TOTAL | 10,85 | 9,66 | 9,00 | 8,46 | 7,98 |
| **b. INGRESOS** | | | | | |
| Venta del animal | 9,05 | 7,70 | 7,6 | 7,90 | 7,80 |
| Venta del abono | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| INGRESO TOTAL | 11,05 | 9,70 | 9,60 | 9,90 | 9,80 |
| INGRESO NETO | 0,20 | 0.04 | 0,60 | 1,44 | 1,82 |
| **c. RENTABILIDAD (%)** | 1,84 | 0.41 | 6.67 | 17.02 | 22.81 |

**Fuente:** Investigación de Campo. Octubre 2011

**Elaboración:** El Autor

La mayor rentabilidad se alcanzó en el tratamiento cinco (100 % de maralfalfa) con 22,81 %, lo que significa, que por cada $100 de inversión se ganó $ 22,81; mientras que el tratamiento dos (75 % de alfalfa y 25 % de maralfalfa) generó menor rentabilidad con el 0.41 %.

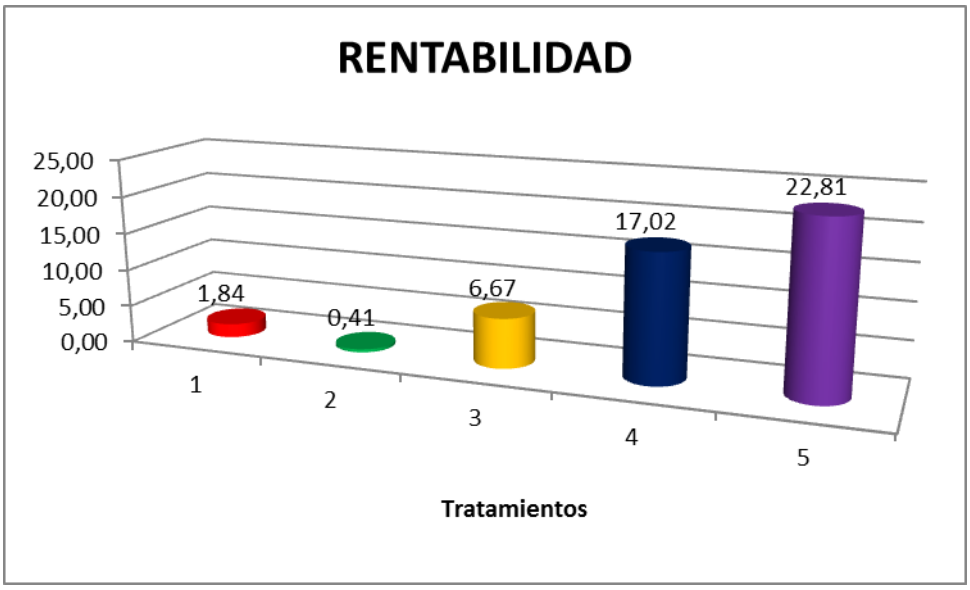


Figura 5. Rentabilidad en cuyes alimentados con diferentes porcentajes de alfalfa y maralfalfa (%).

# 5. DISCUSION

## 5.1. VALOR NUTRITIVO DE LOS FORRAJES

El contenido de MS es superior en la alfalfa con el 21,2 %, frente al 20.67 % de la maralfalfa, resultados que concuerdan con los reportados por Jarrín y Ávila (2003) para el caso de la maralfalfa.

El contenido de proteína cruda, en base a materia seca, de la alfalfa (*Medicago sativa*) fue del 21,12%; resultado muy similar a los reportados por Martínez, C. (2005) con el 23,10% y Ambuludi, L. (2011) con el 23,12 %; mientras que la maralfalfa (*Penisetum sp*) presentó un 16,31% de PC, valor muy cercado a los señalados por Abarca, J. (2011) y Rueda, G. (2004) que fueron de 16,25 % y 17,2 % respectivamente. Estos resultados permiten deducir que los dos forrajes son aptos para la alimentación de cobayos, ya que permiten satisfacer los requerimientos proteicos.

El contenido de fibra bruta (FB) en la alfalfa fue de 25,83 %, comparando con los resultados reportados por Martinez, C. 2005) y Ambuludi, L. (2011) guardan estrecha relación, ya que estuvieron por el orden del 27,99 % y 26,59 % respectivamente. Por otro lado, el contenido de fibra cruda de la maralfalfa fue más elevado que en la alfalfa con el 28,6 %; en contraposición a los resultados obtenidos por Rueda, G. (2004) y Abarca, J. (2011), que no superaron el 24,5 %. La presencia de fibra en cantidades adecuadas, en la alimentación de cobayos, favorece la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retrasa el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo. (Padilla, F. y Baldoceda, L. 2006)

Padilla, F. y Baldoceda, Luis (2006), afirman que el extracto libre de nitrógeno (ELN), es un componente energético de gran importancia en la alimentación de los cobayos, ya que constituyen la principal fuente de energía para los procesos metabólicos. En el caso de la alfalfa y maralfalfa, contienen porcentajes que están por el orden del 36,44 % y 45,92 %, respectivamente.

## 5.2. CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo de alimento fue estadísticamente superior (p>0,01) en el tratamiento uno (100 % de alfalfa), con 26,2 kg en promedio por animal, durante la etapa experimental, lo que representa un consumo diario de 312 g de forraje verde y 66,1 g en base a materia seca; mientras que el tratamiento tres (50 % de Alfalfa y 50 % de maralfalfa) presentó menor consumo, con 22,6 kg en total, es decir 269 g de forraje verde por día, que transformado a materia seca, resulta un consumo de 49,2 g. En otros trabajos realizados en cuyes alimentados con alfalfa, como única fuente alimenticia, se han reportado resultados contradictorios, como es el caso de Martínez, C. (2005) con 81,5 g de alimento diario, en base a materia seca y Ambuludi, L. (2011) con un consumo de 46,52 g.

Los resultados obtenidos en el presente experimento, se explican por la mayor palatabilidad de la alfalfa, debido a su menor contenido fibra; que además favorece la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través de tracto digestivo; lo que permite obtener una buena ganancia de peso y conversión alimenticia.

## 5.3. INCREMENTO DE PESO

El tratamiento uno, alcanzó mayor incremento de peso con 812 g en promedio por animal, que significa una ganancia diaria de 9,02 g; siendo estadísticamente superior (p>0,01) a los demás grupos experimentales; en tanto que el tratamiento tres, registró menor incremento con 699 g en total y 7,77 g por día. En un estudio realizado por Ambuludi, L. (2011), en cuyes alimentados con alfalfa y achupalla, en diferentes porcentajes, durante la etapa de crecimiento y engorde, obtuvo ganancias diarias que van de 6,29 a 7,59 g; mientras que Martínez, C. (2005) comunica valores que van de 13,5 a 16,76 g de ganancia diaria.

De manera general se puede afirmar que los pesos finales y las ganancias diarias alcanzados en los diferentes grupos experimentales, son satisfactorios y están de acuerdo con los parámetros productivos de esta especie. Se explican por el buen aporte de nutrientes de los forrajes utilizados; ya que tanto la alfalfa como la maralfalfa cubren los requerimientos de energía y proteína; además la palatabilidad de las dos especies forrajeras permitieron un buen nivel de consumo.

## 5.4. CONVERSION ALIMENTICIA

No se detectó diferencia estadística en la conversión alimenticia de los cinco tratamientos; sin embargo el tratamiento uno, registró la mejor conversión con 32,27; es decir que los cobayos de este grupo, necesitaron consumir 32,27 g de alfalfa para ganar 1 g de peso; mientras que el grupo tres resultó menos eficiente con una conversión de 32,48; transformado a materia seca, corresponde a una conversión de 6,84 y 6,89 respectivamente. Estos resultados son similares a los

obtenidos por Ambuludi, L. (2011) que estuvieron por el orden de 6,06 a 7,59; pero no guardan relación con los reportados por Martinez, C. (2005) que van de 2,69 a 7,01.

Al igual que los resultados anteriores, las razones estarían relacionadas con las bondades nutricionales que presenta la alfalfa.

## 5.5. RENTABILIDAD

La mayor rentabilidad se generó en el tratamiento cinco con 22,81 %; es decir que por cada $ 100 de inversión, hubo una ganancia de $ 22,81; lo cual es aceptable, si se considera que en la actualidad, el costo de oportunidad del dinero (intereses que pagan las entidades financieras) no supera el 10%. No así los porcentajes alcanzados en los demás tratamientos, que vendrían a representar pérdidas para el productor.

# 6. CONCLUSIONES

Luego del análisis, interpretación y discusión de los resultados, de cada una de las variables en estudio, se llega a las siguientes conclusiones:

- ✓ El valor nutritivo de la alfalfa *(Medicago sativa)* es mejor que el maralfalfa; con el 21,0 % de materia seca, 21,12 % de proteína bruta y 25,83 % de fibra bruta; frente a la maralfalfa *(Pennisetum sp)* que contiene 17 % de materia seca, 16,31 % de proteína cruda y 28,60 % de fibra cruda.

- ✓ El tratamiento uno (100 % de alfalfa) registró mayor consumo de alimento (forraje verde), con 26,2 kg, en promedio por animal durante el experimento, que representa 312 g diarios; mientras que el menor consumo se presentó en el tratamiento tres con 22,6 kg en total y 269 g diarios.

- ✓ El mayor incremento de peso se presentó en el tratamiento uno, con 812 g en promedio por animal y 97,7 g de ganancia diaria; en tanto que el tratamiento tres, alcanzó un incremento 699 g, es decir y 8,3 g diarios.

- ➢ El tratamiento uno obtuvo la mejor conversión alimenticia con 32,27; mientras que los animales del tratamiento tres (50 % de alfalfa y 50

% de maralfalfa) resultaron menos eficientes, ya que necesitaron consumir 32,4 g de alimento (forraje verde), para incrementar 1 kg de peso vivo.

- ✓ La mayor rentabilidad se obtuvo en el tratamiento cinco (100 % de maralfalfa) con 22,81 %, es decir, que por cada $ 100 de inversión, se ganó $ 22,81; mientras que el tratamiento dos generó la rentabilidad más baja con el 0.41%.

# 7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados, discusiones y conclusiones obtenidas en el presente trabajo, se proponen las siguientes recomendaciones:

- ✓ Utilizar la alfalfa *(Medicago sativa)* como alimento único, durante la etapa de crecimiento – engorde de cuyes; ya que por su valor nutritivo, genera mejores resultados, en los indicadores productivos y económicos.

- ✓ Suministrar el pasto maralfalfa *(Pennisetum sp)*, en épocas de escases de otros forrajes; para aprovechar sus bondades en la producción de biomasa y palatabilidad; siempre y cuando se complemente con una ración proteínica.

- ✓ Considerar el estado fenológico de los forrajes a ser suministrado a los animales a fin de aprovechar al máximo su valor nutritivo.

- ✓ Realizar nuevos trabajos de investigación, utilizando maralfalfa en combinación con otras especies de gramíneas forrajeras, que permita generar nuevas alternativas de alimentación, de bajo costo.

# BIBLIOGRAFIA

Abarca, J. D. 2011. Evaluación del comportamiento productivo forrajero de Maralfalfa aplicando diferentes niveles de Casting. Tesis: Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Riobamba – Ecuador

Baldoceda, L. y Padilla, F. 2006. Crianza de cuyes. Editorial Macro E.I.R.L. Lima-Perú. Pag 120

Bermeo, F. Jorge. 2006. Manual del Cury – Cunicultura y Chiguiro. Ediciones Monserrat. Bogotá – Colombia.

Benítez, A. 2001. Pastos y forrajes. Editorial Universitaria. Quito – Ecuador.

Castro, H. 2002. Formulación de dietas balanceadas en base a granos de desecho de maíz, trigo y cebada para cuyes. Tesis Médico Veterinario Zootecnista. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador. 107p.

Chauca Lilia. 2001. Producción de cuyes (*Cavia Porcellus*): Editorial FAO: Roma – Italia.

Jarrín, A y Ávila, S. 2003. Composición Química de los Alimentos Zootécnicos Ecuatorianos. Normas para formular dietas. 1era. Edición. Quito – Ecuador. 42 – 90p.

Lexus Editores, 2004. Manual de crianza de animales. 1era edición. Pag 730

Blanco, M. 2005. Cuyes crianza y manejo. Cajamarca –Perú.

Martinez, C. D. 2005. Evaluación de tres mezclas alimenticias a base de: Alfalfa, Yuca y camote en el crecimiento y engorde de cobayos mejorados. Tesis: Médico veterinario Zootecnista. Universidad Nacional de Loja – Ecuador.

Moreno, Á. 2005. Manual de producción y manejo de cuyes. Lima – Perú.

Producción y crianza del cuy. 2000. Editorial Mercurio Lima – Perú.

Rico, E. y Rivas, C. 2003, Manual sobre el manejo de cuyes, 1era. Edición, EE.UU. Pag 50.

Rodríguez, L. 2000. Producción de Cuyes. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo – Perú.

Rueda, G. 2004. Consultor Proyectos Agropecuarios-Agroindustriales. Bogota-Colombia

# ANEXOS

**Anexo 1.** Análisis de varianza del consumo de alimento (g) en cobayos con diferentes mezclas de alfalfa y maralfalfa, mediante un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y 12 repeticiones, considerando a cada semana como un bloque

| SEMANAS | TRATAMIENTOS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** |
| 1 | 1044 | 1022 | 1033 | 1044 | 1106 |
| 2 | 1196 | 1165 | 1159 | 1184 | 1254 |
| 3 | 1392 | 1347 | 1333 | 1352 | 1406 |
| 4 | 1644 | 1548 | 1532 | 1562 | 1571 |
| 5 | 1854 | 1753 | 1733 | 1750 | 1750 |
| 6 | 2072 | 1893 | 1854 | 1957 | 1926 |
| 7 | 2321 | 2122 | 1968 | 2064 | 2086 |
| 8 | 2554 | 2332 | 2108 | 2262 | 2254 |
| 9 | 2769 | 2486 | 2234 | 2433 | 2408 |
| 10 | 2974 | 2618 | 2386 | 2612 | 2545 |
| 11 | 3128 | 2744 | 2582 | 2722 | 2674 |
| 12 | 3254 | 2842 | 2699 | 2836 | 2789 |
| **Total** | **26200** | **23873** | **22621** | **23780** | **23769** |
| **Promedio** | **2184** | **1989** | **1885** | **1982** | **1981** |

## ANALISIS DE VARIANZA

- ✓ **Término de corrección (TC):**

$$TC = \frac{Y2..}{rt} = \frac{(\sum_{ij} Yij)\mathbf{2}}{rt}$$

$$\mathrm{TC} = \frac{(120242)^2}{60} = 240968976.06$$

$\mathbf{TC} = 240968976.06$

- ✓ **Suma de cuadrados total:** $\boldsymbol{SCT} = \frac{(\sum_{ij} Yij)^2}{ij}$ - TC

$\boldsymbol{SCT} = (1044)^2 + (1196)^2 + \ldots\ldots (2789)^2 - 240968976.06$

$\boldsymbol{SCT} = 263335052 - 240968976.06 =$

$\boldsymbol{SCT} = \mathbf{22366075.94}$

- ✓ **Suma de cuadrados de bloques:** $\mathbf{SCb} = \frac{(\sum_j y^2.j}{tr} - \mathrm{TC}$

$$\mathbf{SCb} = \frac{(5249)^2 + (5958)^2 + \ldots (6830)^2}{5} - 240968976.06$$

$\mathbf{SCb} = 262407272.8 - 240968976.06$

$\mathbf{SCb} = \mathbf{21438296.74}$

- ✓ **Suma de cuadrados de tratamientos:** $\mathbf{SCt} = \frac{(\sum_j y^2 j}{b} - \mathrm{TC}$

$$\mathbf{SCt} = \frac{(26202)^2 + 23872^2 + (22621)^2 + (23778)^2 + (23769)^2}{12} - 240968976.06$$

$\mathbf{SCt} = 241540456 - 240968976.06$

$\mathbf{SCt} = \mathbf{571479.94}$

- ✓ **Suma de cuadrados del error:** $\boldsymbol{Sce} = SCT - SCb - SCt$

$\boldsymbol{Sce} = 22366075.94 - 21438296.74 - 571479.94$

$\boldsymbol{Sce} = \mathbf{366299.26}$

- ✓ **Resumen del ANVA**

**ANVA**

| FV | GL | SC | CM | Fc | F 0.05 | F 0.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bloques | 11 | 21438296,74 | 1948936,06 | 234,1** | 2,05 | 2,75 |
| Tratamientos | 4 | 571479,94 | 142869,8 | 17,16** | 2,58 | 3,78 |
| Error | 44 | 366299,26 | 8324,98 | | | |
| Total | 59 | 22376075,94 | | | | |

**Interpretación.** Existe diferencia estadística altamente significativa entre los promedios los tratamientos, por lo que es necesario realizar una prueba de separación de medias (Duncan)

**Prueba de Duncan**

**a. Desviación estándar de promedios** $(S_Y)$

$S_Y = \sqrt{CMe/r} = \sqrt{8324.98/12} = 26.33$

**b. Valores de AES y RMS**

| Valores de p | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 0.05 | 2,86 | 3,01 | 3,10 | 3,17 |
| **AES** | | | | |
| 0.01 | 3,82 | 3,99 | 4,10 | 4,17 |
| 0.05 | 75,30 | 79,25 | 81,62 | 83,46 |
| **RMS** | | | | |
| 0.01 | 100,58 | 105,05 | 107,95 | 109,79 |

**c. Ordenar promedios**

| Tratamientos | I | II | IV | V | III |
|---|---|---|---|---|---|
| **Promedios** | 2184 | 1989 | 1982 | 1981 | 1885 |

**d. Comparar promedios**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I vs II : | 2184 – 1989= | 195 | > | 100,58 | alt significativo |
| I vs IV : | 2184 – 1982= | 202 | > | 105,05 | alt significativo |
| I vs V : | 2184 – 1981= | 203 | > | 107,95 | alt. significativo |
| I vs III : | 2184 –1885= | 299 | > | 109,79 | alt. significativo |
| II vs IV : | 1989 – 1982= | 7 | < | 100,58 | no significativo |
| II vs V : | 1989 – 1981= | 8 | > | 105,05 | no significativo |
| II vs III : | 1989 – 1885= | 104 | < | 107,95 | no significativo |
| IV vs V : | 1982 –1981 = | 1 | < | 109,79 | no significativo |
| IV vs III : | 1982 – 1885= | 97 | < | 100,58 | no significativo |
| V vs III : | 1981 – 1885= | 96 | < | 105.05 | no significativo |

**e. Presentación de resultados**

| Tratamientos | Promedios | Significación |
|---|---|---|
| I | 2801 | a |
| II | 2792 | b |
| IV | 2724 | b |
| V | 2646 | b |
| III | 2422 | b |

**f. Interpretación**

La ración I es estadísticamente superior y no se detectó diferencia estadística con la ración II, IV, V y III

**Anexo 2.** Análisis de varianza del incremento de peso (g) en cobayos con diferentes mezclas de alfalfa y maralfalfa, mediante un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y 12 repeticiones, considerando a cada semana como un bloque.

| SEMANAS | TRATAMIENTOS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** |
| 1 | 54 | 51 | 45 | 50 | 53 |
| 2 | 70 | 65 | 62 | 60 | 54 |
| 3 | 90 | 72 | 71 | 75 | 59 |
| 4 | 75 | 73 | 72 | 67 | 64 |
| 5 | 78 | 50 | 43 | 74 | 63 |
| 6 | 89 | 82 | 41 | 38 | 57 |
| 7 | 83 | 75 | 50 | 71 | 60 |
| 8 | 77 | 55 | 45 | 61 | 55 |
| 9 | 73 | 47 | 54 | 64 | 49 |
| 10 | 55 | 45 | 70 | 39 | 46 |
| 11 | 45 | 35 | 42 | 41 | 41 |
| 12 | 41 | 45 | 47 | 40 | 41 |
| **Total** | **812** | **735** | **699** | **734** | **733** |

**ANALISIS DE VARIANZA**

- ✓ **Término de corrección (TC):** $TC = \frac{Y2..}{rt} = \frac{(\sum Yij)2_{ij}}{rt}$

$$\mathrm{TC} = \frac{(3452)^2}{60} = 198605.1$$

$$\mathbf{TC} = 198605.1$$

- ✓ **Suma de cuadrados Total:** $\boldsymbol{SCT} = \sum_{ij} Yij^2$ - TC

$$\boldsymbol{SCT} = (54)^2 + (70)^2 + \ldots\ldots(41)^2 - 198605.1$$

$$\boldsymbol{SCT} = 212952 - 198605.1 =$$

$$\boldsymbol{SCT} = \mathbf{14346.9}$$

- ✓ **Suma de cuadrados de bloques:** $\mathbf{SCb} = \frac{(\sum y^2{}_{.j}}{tr} - \mathrm{TC}$

$$\mathbf{SCb} = \frac{(253)^2 + (311)^2 + \ldots (214)^2}{5} - 198605.1$$

$$\mathbf{SCb} = 205910.8 - 198605.1$$

$$\mathbf{SCb} = \mathbf{7305.7}$$

- ✓ **Suma de cuadrados de tratamientos(raciones):** $\mathbf{SCr} = \frac{(\sum X21}{r} - \mathrm{TC}$

$$\mathbf{SCr} = \frac{(812)^2 + (735)^2 + (699)^2 + (734)^2 + (733)^2}{12} - 198605.1$$

$$\mathbf{SCr} = 200935.66 - 198605.1$$

$$\mathbf{SCr} = \mathbf{2330.56}$$

- ✓ **Suma de cuadrados del error:** $\boldsymbol{Sce} = SCT - SCb - Scr$

$$\boldsymbol{Sce = 14346.9 - 7305.7 - 2330.56}$$

$$\boldsymbol{Sce = 4710.64}$$

- ✓ **Calculo de F**

**ANVA**

| FV | GL | SC | CM | Fc | F 0.05 | F 0.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bloques | 11 | 7305,7 | 664,15 | 6,20 | 2,05 | 2,75 |
| Tratamientos | 4 | 2330,56 | 582,64 | 5,44 | 2,58 | 3,78 |
| Error | 44 | 4710,64 | 107,06 | | | |
| **Total** | **59** | | | | | |

**Interpretación.** Existe diferencia estadística altamente significativa entre los promedios los tratamientos, por lo que es necesario realizar una prueba de separación de medias (Duncan)

**Prueba de Duncan**

**a. Desviación estándar de promedios** $(S_Y)$

$S_Y = \sqrt{CMe/r} = \sqrt{107.06/12} = 2.98$

**b. Valores de AES y RMS**

| **Valores de p** | **2** | **3** | **4** | **5** |
|---|---|---|---|---|
| **AES 0.05** | 2,86 | 3,01 | 3,10 | 3,17 |
| **AES 0.01** | 3,82 | 3,99 | 4,10 | 4,17 |
| **RMS 0.05** | 8,52 | 8,96 | 9,23 | 9,44 |
| **RMS 0.01** | 11,38 | 11,89 | 12,21 | 12,42 |

**c. Ordenar tratamientos**

| **Tratamientos** | **I** | **II** | **IV** | **V** | **III** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Promedios** | 812 | 735 | 734 | 733 | 699 |

**d. Comparación de promedios**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| I vs II : | 812 – 735= | 77 | > | 11,3 | alt. significativo |
| I vs IV : | 812 – 734= | 78 | > | 11,8 | alt. significativo |
| I vs V : | 812 – 733= | 79 | > | 12,2 | alt. significativo |
| I vs III : | 812 – 699= | 113 | > | 12,4 | alt. significativo |
| II vs IV : | 735 – 734= | 1 | < | 11,3 | no significativo |
| II vs V : | 735 – 733= | 2 | < | 11,8 | no significativo |
| II vs III : | 735 – 699= | 36 | > | 12,2 | alt. significativo |
| IV vs V : | 734 – 733= | 1 | < | 12,4 | no significativo |
| IV vs III : | 734 – 699= | 35 | > | 11,3 | alt. significativo |
| V vs III : | 734 – 699= | 34 | > | 11,8 | alt. significativo |

**e. Presentación de resultados**

| Tratamientos | Promedios | Significación |
|---|---|---|
| I | 812 | a |
| II | 735 | b |
| IV | 734 | b |
| V | 733 | b |
| III | 699 | c |

**f. Interpretación**

La ración I es estadísticamente superior a las demás; mientras que, entre las raciones II, IV, V no se detecta diferencia estadística y la ración III es estadísticamente inferior a las demás.

**Anexo 3.** Análisis de varianza de la conversión alimenticia (g) en cobayos con diferentes mezclas de alfalfa y maralfalfa, mediante un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y 12 repeticiones, considerando a cada semana como un bloque.

| SEMANAS | TRATAMIENTOS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| 1 | 19 | 20 | 23 | 21 | 21 |
| 2 | 17 | 18 | 19 | 20 | 23 |
| 3 | 15 | 19 | 19 | 18 | 24 |
| 4 | 22 | 21 | 21 | 23 | 25 |
| 5 | 24 | 35 | 40 | 24 | 28 |
| 6 | 23 | 23 | 45 | 52 | 34 |
| 7 | 28 | 28 | 39 | 29 | 35 |
| 8 | 33 | 42 | 47 | 37 | 41 |
| 9 | 38 | 53 | 41 | 38 | 49 |
| 10 | 54 | 58 | 34 | 67 | 55 |
| 11 | 70 | 78 | 61 | 66 | 65 |
| 12 | 79 | 63 | 57 | 71 | 68 |
| **Total** | **423** | **459** | **448** | **466** | **467** |
| **Promedio** | **35,24** | **38,28** | **37,32** | **38,79** | **38,96** |

**ANALISIS DE VARIANZA**

- ✓ **Término de corrección (TC):** $TC = \frac{Y2_{..}}{rt} = \frac{\frac{(\sum Yij)2}{ij}}{rt}$

$$\mathrm{TC} = \frac{(2263)^2}{60} = 85352.8$$

$$\mathbf{TC} = 85352.8$$

- ✓ **Suma de cuadrados Total:** $\boldsymbol{SCT} = \sum_{ij} Yij^2$ - TC

$$\boldsymbol{SCT} = (19)^2 + (17)^2 + \ldots\ldots(68)^2 - 85352.8$$

$$\boldsymbol{SCT} = 104727.8 - 85352.8 =$$

$$\boldsymbol{SCT} = \mathbf{19375}$$

- ✓ **Suma de cuadrados de bloques:** $\mathbf{SCb} = \frac{(\sum y^2.j}{tr} - \mathrm{TC}$

$$\mathbf{SCb} = \frac{(104)^2 + (97)^2 + \ldots (339)^2}{5} - 85352.8$$

$$\mathbf{SCb} = 102545.978 - 85352.8$$

$$\mathbf{SCb} = \mathbf{17193.2}$$

- ✓ **Suma de cuadrados de tratamientos(raciones):** $\mathbf{SCt} = \frac{(\sum X21}{r} - \mathrm{TC}$

$$\mathbf{SCt} = \frac{(423)^2 + (459)^2 + (448)^2 + (466)^2 + (467)^2}{12} - 85352.8$$

$$\mathbf{SCt} = 85466.7 - 85352.8$$

$$\mathbf{SCt} = \mathbf{113.9}$$

- ✓ **Suma de cuadrados del error:** $\boldsymbol{Sce} = SCT - SCb - Sct$

$\boldsymbol{Sce} = 19375 - 17193.2 - 113.9$

$\boldsymbol{Sce} = \mathbf{2067.9}$

- ✓ **Calculo de F**

**ANVA**

| FV | GL | SC | CM | Fc | F 0.05 | F 0.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bloques** | 11 | 17193,2 | 1563,0 | 33,3 | 2,05 | 2,75 |
| **Tratamientos** | 4 | 113,9 | 28,4 | 0,60 | 2,58 | 3,78 |
| **Error** | 44 | 2067,9 | 46,9 | | | |
| **Total** | 59 | | | | | |

**Interpretación.** No se detecta diferencia estadística entre los tratamientos

Figura 6. Maralfalfa (*Pennisetum Sp***)** y Alfalfa (*Medicago Sativa*)

Figura 7. Cobayos del tratamiento 1

Figura 8. Cobayos del tratamiento 2

Figura 9. Cobayos del tratamiento 3

Figura 10.- Cobayos del tratamiento

4

Figura 11.- Cobayos del tratamiento 5

Figura 12. Pesaje de alimento.

Figura 13. Pesaje de cuyes