

# UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL



---

EFFECTO DEL USO DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO  
DE TRES ESPECIES FORRAJERAS EN LA  
ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*) LÍNEA  
PERÚ EN CONDICIONES DE GALPÓN DEL CENTRO  
DE INVESTIGACIÓN FRUTÍCOLA – OLERÍCOLA,  
UNHEVAL – HUÁNUCO, 2017

---

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Bach. JORGE AQUINO, YUDY WILDA

Bach. ROMERO CIERTO, NIKY

HUÁNUCO – PERÚ

2017

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este presente trabajo de investigación de manera muy profunda y sincera:

A Dios por habernos permitido llegar hasta este momento importante en nuestra vida y lograr este paso en nuestra carrera profesional.

A nuestros padres por sus consejos para ser unas personas de bien y ánimos para seguir adelante para el logro de nuestros objetivos y alcanzar nuestras metas.

A nuestros abuelos por habernos cuidado y educado en nuestra niñez y así ayudo en nuestra formación para llegar a ser las personas que somos hoy.

A nuestros hermanos por su ayuda incondicional y a nuestras niñas Lya, Keyttlin, Khaletzy y Génesis por mostrarnos cariño y entusiasmo para seguir adelante en nuestra vida profesional.

**Tesistas**

## AGRADECIMIENTO

- A Dios Todopoderoso sobre todas las cosas por concedernos una vida saludable, la protección, la sabiduría y las fuerzas para seguir adelante y guiarnos por el buen camino en todo momento.
- A nuestros padres por su apoyo moral y económico para la realización de nuestros estudios, sus consejos, conocimientos, su confianza depositada en nosotros todo el tiempo y por ser nuestra mayor inspiración.
- Al Centro de Investigación Frutícola - Olerícola (CIFO), de manera especial al Ing. Fleli Ricardo Jara Claudio, quien nos ha brindado las facilidades como Director de la mencionada institución, para llevar a cabo la ejecución de la presente investigación.
- A la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán Medrano”, en ella nuestra Facultad de Ciencias Agrarias, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial en donde aprendimos y logramos la formación profesional.
- Al Dr. Rubén Max Rojas Portal, por su amistad, asesoría y enseñanzas durante la elaboración, ejecución y redacción del presente trabajo de investigación.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial que desinteresadamente nos compartieron sus conocimientos para formarnos profesionalmente.
- A los Miembros de Jurados de Tesis, Ing. Fleli Ricardo Jara Claudio; Ing. Harry Santolalla Ruiz y Mg. Roger Estacio Laguna; quienes con sus conocimientos y sugerencias permitieron la ejecución y culminación de la presente investigación.
- A nuestros hermanos por todo el apoyo brindado en la ejecución de la presente investigación y a nuestros amigos de alguna manera han participado para que se realice esta presente investigación.

## RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto del uso de forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras en la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde, se empleó 40 cuyes, entre ellos 20 cuyes machos y 20 hembras de línea Perú de 21 días de edad. Se evaluaron tres tratamientos más un testigo (forraje de la granja del CIFO), los cuales tres tratamientos consistieron en la alimentación con forraje verde hidropónico de avena, cebada y trigo para ambos sexos. Para el peso inicial, el promedio de peso vivo para machos  $397.20 \pm 14.50$  y para hembras  $406.85 \pm 19.82$ , iniciándose con ello el trabajo de investigación, cuya duración fue de 10 semanas de evaluación dividida en dos etapas las primeras 3 semanas de evaluación correspondió a la etapa de crecimiento y las últimas 7 semanas correspondió a la etapa de engorde; y en el transcurso de ello se determinó el efecto de ganancia de peso en el tratamiento dos (forraje verde hidropónico de cebada) en ambos sexos, alcanzando el mejor promedio, en los machos 638.20 g y en las hembras 600.60 g; asimismo se consiguió una mejor conversión alimenticia (forraje verde hidropónico de cebada), en machos 4.033 puntos y en las hembras 3.988 puntos. En cuanto al mejor rendimiento de la carcasa se determinó al tratamiento dos (forraje verde hidropónico de cebada), en los machos 70.93 % y en las hembras 69.06 %. En la relación beneficio costo, también se determinó mayor rentabilidad en el tratamiento dos (T2) con una relación de 1.28 tanto para cuyes machos y hembras.

Se tuvo un adecuado manejo durante la investigación, y no hubo mortalidad de los cuyes, esto evidencia que no tienen efectos negativos en la utilización de forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde, por tanto se concluye, que el forraje verde hidropónico de cebada presenta mejores efectos productivos en la alimentación de cuyes.

## ABSTRACT

In the present investigation, the effect of the use of green forage hydroponics of three forage species in the feeding of guinea pigs during the stages of growth and fattening was evaluated, using 40 guinea pigs, including 20 male guinea pigs and 20 females of the 21-day Peru line old. Three treatments plus one control were evaluated (forage from the CIFO farm), which three treatments consisted of feeding with green hydroponic forage of oats, barley and wheat for both sexes. For the initial weight, the live weight average for males  $397.20 \pm 14.50$  and for females  $406.85 \pm 19.82$ , beginning with it the research work, whose duration was 10 weeks of evaluation divided into two stages the first 3 weeks of evaluation corresponded to the growth stage and the last 7 weeks corresponded to the fattening stage; and in the course of this, the effect of weight gain in treatment two (barley hydroponic green forage) in both sexes was determined, reaching the best average, in males 638.20 g and in females 600.60 g; Likewise, a better feed conversion was achieved (green hydroponic forage of barley), in males 4,033 points and in females, 3,988 points. Regarding the best performance of the carcass, treatment two were determined (green barley hydroponic forage), in males 70.93% and in females 69.06%. In the benefit-cost relation, higher profitability was also determined in treatment two (T2) with a ratio of 1.28 for both male and female guinea pigs.

There was adequate management during the investigation, and there was no mortality of the guinea pigs, this shows that there are no negative effects on the use of green forage hydroponics of three forage species in the guinea pigs feeding in the growth and fattening stages, therefore It is concluded that green barley hydroponic forage has better productive effects in guinea pig feeding.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>5</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	12
2.1.1. Generalidades del Forraje Verde Hidropónico.....	12
2.1.2. Cereales.....	26
2.2. EL CUY.....	29
2.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
2.4.1. Hipótesis general.....	48
2.4.2. Hipótesis específicos.....	48
2.5. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	49
2.5.1. Variables.....	49
2.5.2. Operacionalización de variables.....	50
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>51</b>
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	51
3.2. UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA.....	51
3.2.1. Ubicación política.....	51
3.2.2. Ubicación geográfica.....	51
3.3. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	51
3.3.1. Tipo de investigación.....	51
3.3.2. Nivel de investigación.....	51
3.4. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS.....	52
3.4.1. Población.....	52
3.4.2. Muestra.....	52

3.4.3.	Unidad de análisis .....	52
3.5.	TRATAMIENTO EN ESTUDIO .....	52
3.6.	PRUEBAS DE HIPÓTESIS .....	53
3.6.1.	Hipótesis nula .....	53
3.6.2.	Hipótesis alternativa .....	53
3.6.3.	Diseño de investigación.....	53
3.6.4.	Datos a registrar .....	55
3.6.5.	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.....	56
3.7.	MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS, MATERIA PRIMA E INSTALACIONES.....	57
3.7.1.	Materiales .....	57
3.7.2.	Equipos .....	57
3.7.3.	Materia prima e insumos .....	57
3.7.4.	Material experimental .....	57
3.7.5.	Instalaciones.....	57
3.7.6.	Materiales de escritorio y otros.....	58
3.8.	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	58
3.8.1.	Instalación y manejo del área de forraje verde hidropónico.....	58
3.8.2.	Instalación de las pozas y manejo de la crianza de cuyes .....	60
3.8.3.	Evaluación de las variables en estudio .....	62
IV.	RESULTADOS .....	65
4.1.	GANANCIA DE PESO DE LOS CUYES.....	65
4.1.1.	Ganancia de peso de los cuyes machos y hembras en la etapa de crecimiento, comprendidos (21 - 41 días de edad). .....	65
4.1.2.	Ganancia de peso de los cuyes machos y hembras en la etapa de engorde, comprendidos (41 - 90 días de edad). .....	69
4.1.3.	Ganancia de peso total de los cuyes machos y hembras durante las etapas de crecimiento y engorde (21 - 90 días de edad). .....	73
4.2.	ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS CUYES .....	78
4.2.1.	Conversión alimenticia de los cuyes machos y hembras durante la etapa de crecimiento comprendidos (21-41 días de edad). .....	78

4.2.2.	Conversión alimenticia de los cuyes machos y hembras en la etapa de engorde comprendidos (41 - 90 días de edad). .....	82
4.2.3.	Conversión alimenticia total de los cuyes machos y hembras durante las etapas de crecimiento y engorde (21 - 90 días de edad)....	86
4.3.	RENDIMIENTO DE LA CARCASA DE LOS CUYES.....	91
4.3.1.	Rendimiento de la carcasa de los cuyes machos .....	91
4.3.2.	Rendimiento de la carcasa de los cuyes hembras.....	92
4.4.	ÍNDICE DE BENEFICIO - COSTO DE LOS CUYES .....	93
4.4.1.	Beneficio/Costo para los cuyes machos .....	93
4.4.2.	Beneficio/Costo para los cuyes hembras. ....	94
V.	DISCUSIÓN.....	96
5.1.	GANANCIA DE PESO DE LOS CUYES.....	96
5.2.	ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS CUYES .....	97
5.3.	RENDIMIENTO DE LA CARCASA DE LOS CUYES.....	98
5.4.	ÍNDICE DE BENEFICIO - COSTO DE LOS CUYES .....	99
VI.	CONCLUSIONES .....	100
VII.	RECOMENDACIONES.....	101
VIII.	LITERATURA CITADA .....	102
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>106</b>



## I. INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos.

La distribución de la población de cuyes en el Perú se encuentra en casi la totalidad del territorio, por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, pueden encontrarse desde la costa hasta alturas de 4500 metros sobre el nivel del mar y en zonas tanto frías como cálidas (Chauca 1997).

La crianza de cuyes es una tradición muy antigua, que viene dándose hasta la actualidad, la cual es realizada principalmente por los habitantes de las zonas rurales y alto andinas de todo el Perú, y por ende en la Región Huánuco.

La problemática de la crianza de cuyes a gran escala en nuestra región está dada por la producción de forraje que sirve para su alimentación debido a diferentes factores, así como a condiciones climáticas adversas (sequías, inundaciones, heladas y nevadas) que interfieren en la producción adecuada y continua de forrajes; y la falta de terreno con disponibilidad de riego para producir forraje también es una fuente limitante, para la producción de forraje para la alimentación de los cuyes.

La escasez permanente de forrajes de alto contenido proteico, interfiere de manera negativa en la producción de cuyes ya que se ve afectada su alimentación, con ello también se pueden producir pérdidas económicas y una insatisfacción penosa en pequeños productores. Por otro lado, los costos de los concentrados comerciales son altos, ello hace que la rentabilidad de la producción de cuyes sea aún más baja, por lo que es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas que permite disminuir la ingesta de los alimentos concentrados (Rico 2003).

La hidroponía, es un sistema de cultivo de alto rendimiento que requiere poco espacio y una mínima cantidad de agua. La producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) representa una alternativa para los productores pecuarios de regiones en donde se presentan limitaciones en cuanto a disponibilidad de agua, factores climáticos o de tierras laborables (Cruz y Ortiz 2010).

El uso de forraje verde hidropónico, constituye una mejor alternativa para la alimentación animal de calidad, ya que permite obtener forraje en un menor tiempo, puede ser implementado en cualquier área, pues no requiere de grandes espacios, además el forraje verde hidropónico se puede producir en cualquier época del año, se requiere poca cantidad de agua, se puede planificar la cantidad que se desea obtener, pero sobre todo se consigue un forraje de alta calidad y una excelente palatabilidad, es un excelente fuente proteica y vitamínica, a la vez que es altamente digestible y libre de materiales indeseables (Rodríguez 2001).

El forraje verde hidropónico, garantiza la producción, reproducción y sanidad de estos animales, asegura la disponibilidad de forraje los 365 días del año, independientemente de cualquier condición climática. El costo inicial para la instalación de un invernadero rústico de forraje verde hidropónico, es mucho menor al de un sistema tradicional para la producción de forrajes (Tarrillo 2007).

Además el forraje verde hidropónico se constituyen en un alimento de alto valor nutritivo, puesto que posee un alto porcentaje de proteína, vitaminas y minerales, etc., permitiendo de esta manera proveer a los animales una nutrición adecuada, balanceada y que cubra los requerimientos nutricionales de los animales, con el propósito de mejorar los parámetros productivos tales como: Ganancia de peso, Conversión Alimenticia, Rendimiento a la canal y Costo/Beneficio (Sinchiguano 2008).

Por lo anteriormente expuesto, con el presente trabajo de investigación se pretendió demostrar al forraje verde hidropónico como una alternativa para la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde, obteniendo a través de la utilización de semillas de tres especies forrajeras (avena, cebada y trigo), disponibles en nuestra región, considerando que a través del cultivo hidropónico se obtendría forrajes de calidad, en poco tiempo, con menor esfuerzo y a bajo costo en relación a suplementos balanceados, constituyendo finalmente en una alternativa para la alimentación de cuyes. Para el desarrollo de la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto del uso de forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) línea Perú durante las etapas de crecimiento y engorde.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar la ganancia de peso de cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras durante las etapas de crecimiento y engorde.
- Determinar el índice de conversión alimenticia de cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras durante las etapas de crecimiento y engorde.
- Determinar el rendimiento de la carcasa de cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras.
- Determinar el índice de beneficio - costo del uso de forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras en la alimentación de cuyes.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1.1. Generalidades del Forraje Verde Hidropónico**

##### **2.1.1.1. Historia de la Hidroponía**

Según Howard (2001), “la palabra Hidroponía deriva del griego Hydro (agua) y Ponos (labor o trabajo), que significa literalmente trabajo en agua. La Hidroponía es una ciencia que estudia los cultivos sin tierra, en medio estéril ya sea arena, grava u otros”.

El mismo autor añade que: “la Hidroponía no es una técnica moderna, sino una técnica ancestral: en la antigüedad hubo culturas y civilizaciones que la usaron como medio de subsistencia. Por ejemplo, los aztecas cultivaban su maíz en barcos o barcazas con un entramado de pajas en el lago Texcoco y de ahí se abastecían.

Agrega la misma cita que, la NASA ha utilizado esta práctica desde hace aprox. 30 años para alimentar a los astronautas. Hoy en día las naves espaciales viajan 6 meses o un año. Los tripulantes durante ese tiempo comen productos vegetales cultivados en el espacio, y es un futuro proyecto en Marte.

Según Izquierdo (2001), la producción de FVH es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de estos cultivos en agua. Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Woodward produjo germinaciones de granos utilizando aguas de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos, así como la composición del forraje resultante.

### **2.1.1.2. Definición del Forraje Verde Hidropónico**

El forraje verde hidropónico es un pienso o forraje vivo para alimento de animales de engorde para producción de carne o de leche. Se produce bajo la técnica del cultivo sin suelo en invernadero, que permite el control del gasto de agua y de todos los elementos del micro-clima para poder producirlo aún en condiciones adversas de clima. Sirve para producir cereales y gramíneas. Puede sustituir por completo o en gran parte el alimento procesado para animales y es económico y fácil de producir (Santander 2006).

El proceso de producción del forraje verde hidropónico está comprendido dentro de un concepto nuevo de producción, ya que no se requiere grandes extensiones de tierras, periodos largos de producción ni formas de conservación y almacenamiento. El forraje verde hidropónico es destinado para la alimentación de cuyes, vacas lecheras, caballos, ovinos, conejos (Tarrillo 2007).

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales, como la cebada, trigo, avena y maíz. El cual se desarrolla en un período de 10 a 12 días, captando energía del sol y asimilando contenidos en una solución nutritiva. El forraje verde hidropónico (FVH) como tecnología para pequeños productores es una de las alternativas viables para producir forrajes verdes en todo el año a costos razonables dependiendo de la inversión e ingenio del agricultor (Palomino 2008).

Según Vargas (2008), el forraje verde hidropónico en bandejas plásticas colocadas en sistemas modulares, en cada bandeja de 40 x 60 cm se coloca 1.25 kilos de semilla de cebada (también se puede trabajar con avena, trigo y maíz) que al cabo de 2 semanas se convertirá en una biomasa forrajera de 6 a 8 kilos, la misma que es consumible en su totalidad (raíces, tallos, hojas y restos de

semillas) constituyendo un alimento de primera calidad para un óptimo desarrollo de los cuyes.

### **2.1.1.3. Ventajas de la utilización del Forraje Verde Hidropónico**

FAO (2001), indica las siguientes ventajas que ofrece el cultivo del Forraje Verde Hidropónico:

#### **a. Ahorro de agua**

En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por Kg de materia seca. Alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH en base seca obtenida en 14 días requiere de 15 a 20 litros de agua. Esta alta eficiencia del FVH en el ahorro de agua explica por qué los principales desarrollos de la hidroponía se hayan observado y se observen generalmente en países con eco - zonas desérticas, a la vez que vuelve atractiva la alternativa de producción de FVH por parte de pequeños productores que son afectados por pronunciadas sequías, las cuales llegan a afectar la disponibilidad inclusive, de agua potable para el consumo.

#### **b. Eficiencia en el uso de espacio**

El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.

#### **c. Eficiencia en el tiempo de producción**

La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12. Aproximadamente a partir

de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH.

**d. Calidad del forraje para los animales**

El FVH es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales. En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3.300 Kcal/Kg) que el FVH (3.200 Kcal/Kg). Sin embargo, los valores reportados de energía digestible en FVH son ampliamente variables. En el caso particular de la cebada el FVH se aproxima a los valores encontrados para el concentrado especialmente por su alto valor energético y apropiado nivel de digestibilidad.

**e. Inocuidad**

El FVH, representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos.

Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del FVH los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción. Tal es el caso de un hongo denominado comúnmente “cornezuelo” que aparece usualmente en el centeno, el cual cuando es ingerido por hembras preñadas induce al aborto inmediato con la trágica consecuencia de la pérdida del feto y hasta de la misma madre. Asimismo, en vacas lecheras, muchas veces los animales ingieren malezas que transmiten a la leche sabores no deseables para el consumidor final o no aceptados para la elaboración de quesos, artesanales fundamentalmente.

**f. Costos de producción**

Las inversiones necesarias para producir FVH dependerán del nivel y de la escala de producción. El análisis de costos de producción de FVH, que se presenta por su importancia en una sección

específica del manual, revela que, considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el FVH es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores. En el desglose de los costos se aprecia la gran ventaja que tiene este sistema de producción por su significativo bajo nivel de Costos Fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente.

#### **2.1.1.4. Factores básicos para el establecimiento de cultivos hidropónicos**

##### **a. El sitio**

Samperio (1997), dice que el lugar indicado para el establecimiento del cultivo hidropónico debe estar libre de contaminación y por ello es recomendable un campo abierto, un patio interior una terraza o una ventana. La exposición solar debe ser lo más directa posible al oriente, sur y occidente; en caso de uso de invernaderos, la orientación debe ser norte-sur, con cultivos en línea y en la misma dirección.

##### **b. El tamaño del cultivo**

Samperio (1997), expone que dependerá del espacio disponible y del propósito del mismo; varía desde una planta en un recipiente o a partir de 1m<sup>2</sup> hasta varias hectáreas. La superficie escogida para el abastecimiento del cultivo debe ser nivelada o con posibilidades de hacerlo, tener buen drenaje interno, con un mínimo de pre-colación de 1 pulgada por hora; contar con agua disponible cerca al cultivo, al menos galón y medio por planta y día. De fácil acceso para desarrollar un buen mantenimiento de la unidad hidropónica, con buenas comunicaciones que unan al lugar de consumo bien para suministro de productos a un mercado de mayoristas, o a una pala de minoristas. Finalmente se recomienda su ubicación



próxima a la vivienda para facilitar la vigilancia de los invernaderos en épocas de condiciones climáticas extremas.

#### **2.1.1.5. Factores ambientales que influyen en la producción de forraje verde hidropónico**

##### **a. La Luz**

Samperio (1997), indica que la luz es un factor indispensable para el buen desarrollo de las plantas, pues es la energía que necesitan para realizar la fotosíntesis, por medio de la cual logran llevar a cabo sus diferentes etapas de desarrollo, desde su crecimiento hasta su producción. Esto se comprueba en la experiencia de todos los días, cuando carece de luz, las plantas se inclinan primeramente hacia la fuente que la produce, luego los tallos se debilitan, las hojas palidecen y se tornan quebradizas, se detiene su crecimiento y pueden morir. Se llama fototropismo a la capacidad que tiene la planta para orientar sus hojas y dirigir su crecimiento hacia la fuente de luz.

Las plantas necesitan, como término medio, de 9 a 12 horas de luz diariamente. Pero también, al igual que los seres humanos, requieren de un período de descanso letargo por la noche. Sin embargo, cuando se pretende acelerar un cultivo, se les debe proveer durante las horas nocturnas de una buena iluminación continua, colores oscuros absorben la luz. El color blanco, en especial produce luz intensa, pues la refleja toda.

Los cultivos de follaje, aunque este sea abundante, necesitan de 10 a 12 horas de luz de día o artificial. La duración del día o foto período influye sobre el desarrollo vegetativo. La luz solar no debe ser excesiva, ya que causan quemazón en las plantas, principalmente en las bandejas superiores.

##### **b. La Temperatura**

Samperio (1997), manifiesta que otro de los factores que inciden de forma definitiva en la vida de las plantas, aunque estas según su

clase y variedad, presentan diferentes requerimientos de calor. Generalmente las plantas se desarrollan bien entre los 18 y 24 °C, temperatura que coincide con la temperatura ambiente que suelen guardar las casas habitación.

Las plantas resisten los cambios de temperatura solo si son mínimos; si estos son bruscos pueden dañarse seriamente. Consideramos alteraciones bruscas de temperatura cuando hablamos de 8 a 10 °C de diferencia respecto de su temperatura habitual. Aunque las plantas que se encuentran permanentemente en temperaturas bajas, soportan mejor el frío.

**c. La Oxigenación**

Samperio (1997), dice que es muy importante ya que a través de esta realiza la función de transportar nutrientes y acumular elementos dentro de su sistema celular. El oxígeno al oxidar los minerales, se convierte en el catalizador para generar la energía metabólica mediante su sistema de respiración radicular. Para su correcto funcionamiento, las raíces dependen fundamentalmente de una óptima oferta de oxígeno, pues de lo contrario, aunque se les aporta los nutrientes adecuados, se tendrá un cultivo precario o en casos más graves podrán morir las raíces en una palabra necesitan respirar.

**d. Humedad Ambiental**

Gutiérrez *et al.* (2000), manifiesta que es de gran importancia para procurar condiciones de asimilación adecuadas, ya que ejerce una influencia directa en el trabajo que desempeñan las hojas. Debe haber una humedad cercana al 100 % para asegurar un adecuado desarrollo del sistema radicular. Las radículas de las plantas jóvenes son incapaces de crecer en ambiente secos. Como el cultivo de FVH es un cultivo a raíz desnuda, es decir sin sustrato, se deberá realizar en un ambiente con una alta humedad relativa,

por encima del 85 %. Esta humedad se consigue con la frecuencia de los riegos y de la evapotranspiración de las plantas.

#### **2.1.1.6. Componentes Básicos para el Establecimiento del Cultivo**

##### **a. El Invernadero**

Gutiérrez *et al.* (2000), señala que el invernadero deberá construirse de acuerdo con la cantidad de forraje que se quiera producir diariamente, dejando un margen de seguridad. Se sabe que 4 m<sup>2</sup> son suficientes para producir 15 kg por día de forraje.

De acuerdo a la ubicación, debe estar cerca al establo, para facilitar el suministro de forraje a los animales, su manejo, control y supervisión constante, también dependerá de la funcionalidad de las instalaciones de agua y luz. En climas fríos con el fin de regular la temperatura, especialmente en horas de la noche, se ha de construir un invernadero hermético y con doble pared de plástico.

El piso, es preferible que sea de concreto, ya que por la frecuencia de riegos y alta humedad relativa es más funcional para evitar encharcamientos, proliferación de hongos y enfermedades, es ideal para un correcto manejo sanitario de la explotación.

##### **b. Estanterías**

Gutiérrez *et al.* (2000), indica que comprende toda la estantería para soportar las bandejas en que se va a cultivar el forraje y puede ser de madera, metal o PVC.

Su altura debe ser tal que ofrezca comodidad en las diferentes labores del cultivo.

Cada módulo tendrá pendientes longitudinales y transversales para permitir el drenaje de la solución nutritiva en todos los sentidos.

Generalmente se construyen módulos de 4 a 6 niveles, separados entre sí por calles de 1 m para facilitar las labores de siembra, cosecha y aseo. Los niveles van separados entre sí cada 50 cm y

el primer nivel dista 30 cm del suelo, cada nivel debe tener una pendiente del 10 % para drenar la solución sobrante de las bandejas.

**c. Recipientes de cultivo o bandejas**

Gutiérrez *et al.* (2000), manifiesta que son los recipientes que se usan para colocar la semilla para el desarrollo del cultivo, puede ser de diferentes materiales, como asbesto-cemento, lámina galvanizada, fibra de vidrio, material plástico o formaleas de madera cubiertas de polietileno. Sus medidas varían de 40 a 60 cm. de ancho y 80 a 120 cm de largo, profundidad es de 2 a 5 cm.

**d. Sistema de riego**

Samperio (1997), menciona que el riego por aspersión superficial es recomendable para instalaciones domésticas, o cuando no se dispone de bombas eléctricas o de gasolina, y se prefiere el riego manual. Para irrigar, se puede utilizar una regadera manual o algún otro recipiente que la sustituya. En este sistema se puede o no reciclar la solución nutritiva, si ha si lo deseará bastará con colocar un recipiente debajo del tubo o agujero de desagüe del contenedor. Y para regar, se puede emplear una regadera manual o algún utensilio que suplante a esta.

El riego debe hacerse por la mañana, entre las 6 y las 10 am o bien por la tarde, entre las 5 y las 7 pm. Esto es porque si se riega el cultivo cuando la temperatura ambiente es muy elevada, se corre el riesgo de que las plantas se quemen, pues ya se sabe que cuando hace mucho calor, el proceso de evaporación es más intenso.

Sánchez (1982), indica que el riego de las bandejas de crecimiento FVH debe realizarse solo a través de micro aspersores, nebulizadores, y hasta con una sencilla pulverizadora o "mochila" de mano. El riego por inundación no es recomendado dado que causa generalmente excesos de agua que estimulan la asfixia

radicular, ataque de hongos y pudriciones que pueden causar inclusive la pérdida total del cultivo.

#### **2.1.1.7. Proceso de producción del Forraje Verde Hidropónico**

##### **a. Selección de semilla**

Estudios hechos por el Gobierno del Estado de Chihuahua (2002), señalan que se debe utilizar semillas de cereales o leguminosas sin malezas y libre de plagas y enfermedades, evitar los transgénicos. No deben provenir de lotes tratados con insecticidas o funguicidas. La humedad más deseable es de un 12 % y debe haber tenido un reposo para que se cumpla con los requisitos de madurez fisiológica. Los cultivares más comunes son: maíz, cebada, trigo y sorgo.

Gutiérrez *et al.* (2000), indica que la humedad de la semilla debe estar en un 12 % y debe haber tenido un reposo para que cumpla con los requisitos de madurez fisiológica. Las especies más empleados son el maíz, cebada, sorgo y últimamente se está experimentando con arroz.

##### **b. Lavado y desinfección de la semilla**

Gutiérrez *et al.* (2000), manifiesta que se inunda el grano en un tanque o recipiente, con el fin de retirar todo el material que flote, como lanas, basura, granos partidos y cualquier otro tipo de impurezas.

Rodríguez (2001), manifiesta que las semillas deben lavarse y desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % (diluyendo 10 mililitros de hipoclorito de sodio por cada litro de agua). El lavado tiene por objeto eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas bien limpias. El tiempo que dejamos las semillas en la solución de hipoclorito no debe ser menor a 30 segundos ni exceder de los tres minutos. El dejar las semillas mucho más tiempo puede perjudicar la viabilidad

de las mismas. Finalizado el lavado procederemos a un enjuague riguroso de las semillas con agua limpia.

**c. Densidad de siembra**

Rodríguez (2001), recomienda sembrar en charolas de medidas de 43.18 cm X 43.18 cm, con profundidad de 5 cm. Se siembra por charola 2 Kg de maíz. De acuerdo al grano a utilizar existen diferentes densidades de siembra de forraje verde hidropónico, granos de cebada aproximadamente 20 g/dm<sup>2</sup> con una profundidad de 2 cm semilla de maíz 40 g/dm<sup>2</sup> con una profundidad de 3-4 cm, la semilla de sorgo 25 g/ dm<sup>2</sup> y profundidad de 1.5 cm.

Las dosis óptimas de semilla a sembrar por metro cuadrado oscilan entre 2.2 kg a 3.4 Kg considerando la disposición de las semillas o “siembra” no debe superar los 1.5 cm de altura en la bandeja (Izquierdo 2001).

**d. Periodo de remojo, pre germinación de la semilla y siembra**

Samperio (1997), manifiesta que como en cualquier cultivo cuya producción se pretende acelerar, después de lavar la semilla con agua limpia natural, se mantendrá en remojo durante 5 a 10 horas en un recipiente con agua tibia (entre 21 y 25 °C). A continuación, se sacan y se colocan en una caja o contenedor, en el cual se iniciará la actividad enzimática dentro de la semilla. Una vez que hayan despuntado los brotes (al cuarto día aproximadamente), se colocaran en charolas de 50 a 80 cm.

Hidalgo (1985), señala que esta etapa consiste en colocar las semillas dentro de una bolsa de tela y sumergirlas completamente en agua limpia por un periodo no mayor a las 24 horas, para lograr una completa inhibición. Este tiempo lo dividiremos a su vez en dos periodos de 12 horas cada uno. A las 12 horas de estar las semillas sumergidas procedemos a sacarlas y orearlas durante una hora. Acto seguido la sumergimos nuevamente por 12 horas para finalmente realizarles el último oreado. Mediante este fácil proceso

estamos induciendo la rápida germinación de la semilla a través del estímulo que estamos efectuando a su embrión. Es importante utilizar suficiente cantidad de agua para cubrir completamente las semillas y a razón de un mínimo de 0.8 a 1 litro de agua por cada kilo de semilla.

Hidalgo (1985), indica que realizados los pasos previos se procederá a la siembra definitiva de las semillas en las bandejas de producción. Para ello se distribuirá una delgada capa de semillas pre-germinadas, la cual no deberá sobrepasar los 1.5 cm de altura o espesor. Luego de la siembra se coloca por encima de las semillas una capa de papel periódico el cual también se moja. Posteriormente tapamos todo con un plástico negro recordando que las semillas deben estar en semi-oscuridad en el lapso de tiempo que transcurre desde la siembra hasta su germinación o brotación. Una vez detectada la brotación completa de las semillas retiramos el plástico negro y el papel.

**e. Etapa de Producción (inicio de riegos)**

Samperio (1997), indica que una vez dispuesta las semillas en el contenedor o charolas con un espesor de 1 cm, permanecerán en el germinador hasta que el brote alcance de 0.5 cm. Si el brote alcanzó ya 0.5 cm, lo pasaremos a la sala o nave de producción, donde las charolas serán humedecidas constantemente con agua, a la que se añadirá una pequeña parte de nutriente que aceleren el crecimiento.

En la nave de producción los cultivos permanecerán de 5 a 7 días, hasta que las plantas hayan alcanzado el tamaño requerido, cosa que dependerá también de la clase de semilla utilizada, de la variedad de forraje, de la altura y de la precocidad del cultivo. Se considera que, por cada kilogramo de semilla, se utilizará 2 lt de agua con nutriente o un poco más.

**f. Cosecha y rendimiento**

Gutiérrez, *et al.* (2000), indica que la cosecha se hace cuando la plántula ha alcanzado una altura promedio de 25 cm. Este desarrollo demora de 9 a 15 días, dependiendo de la temperatura, condiciones ambientales, el invernadero y la frecuencia de riego. Como resultado obtendremos un gran tapete radicular ya que las raíces se entrecruzan unas con otras por la alta densidad de siembra. Este tapete está formado por las semillas que no alcanzaron a germinar, las raíces y la parte aérea de 25 cm de altura.

Charles (1995), señala que la producción en peso alcanzado con este método puede pasar de 1 a 5. Utilizando buena semilla, esto se puede aumentar y llegar a una producción de 12 veces. La relación de producción del FVH, es de 1 a 9, es decir que por cada Kg de semilla de cebada utilizada se obtienen 9 Kg de FVH y no es difícil llegar a relaciones de 1 a 12 ó 1 a 15.

Sánchez (1982), manifiesta que los rendimientos encontrados en diferente literatura a nivel mundial hablan de 9 a 12 por 1 (es decir por cada Kg de grano se cosechan de 9 a 12 Kg. de FVH a los 8 días). Los rendimientos bajo nuestras condiciones (2.800 msnm) determinan que el grano de cebada de no tan buena calidad en invernaderos que no mantienen una temperatura constante, son 7 a 8 por 1 por cada kilo de cebada. Cabe resaltar que en la época de cosecha se puede conseguir grano a un precio menor y aún más, los ganaderos pueden cultivar su propio grano, reduciendo así de mayor forma los costos de la materia prima.

**2.1.1.8. Valor Nutricional del Forraje Verde Hidropónico**

El forraje verde hidropónico, es un forraje de alta calidad, superior a otros forrajes, el cual se suministra a los animales en forma completa (hojas, tallos, semillas y raíces) constituyendo una completa fórmula de carbohidratos, azúcares, proteínas, minerales



y vitaminas. Su aspecto, sabor, color y textura le confieren gran palatabilidad a la vez que aumenta la asimilación de otros alimentos (Tarrillo 2007).

En el cuadro 1 se detalla el valor nutricional del forraje verde hidropónico de diferentes cereales luego de cumplir con su periodo de producción.

Cuadro 1. Valor nutricional del forraje verde hidropónico de diferentes cereales.

Componente	Forrajes					
	Alfalfa	FVH trigo	FVH avena	FVH maíz	FVH cebada	FVH vicia
Humedad total (%)	76.0	82.6	73.8	83.0	80.0	79.5
Materia seca (%)	24.0	17.4	26.2	17.0	20.0	20.6
Proteína cruda (%)	16.7	14.2	9.2	12.3	10.1	20.6
Extracto etéreo (%)	2.1	3.0	3.0	4.1	3.2	3.0
Fibra cruda (%)	24.7	25.9	22.1	24.2	12.5	24.5
Ceniza (%)	9.7	3.3	3.0	2.5	2.4	3.0
Materia orgánica (%)	90.3	96.7	97.0	97.5	97.6	97.0
Extracto libre de nitrógeno (%)	56.5	57.0	65.7	59.4	74.3	51.9

Fuente: Sinchiguano (2008)

#### 2.1.1.9. Productividad del forraje verde hidropónico de diferentes cereales

Cuadro 2. Productividad del forraje verde hidropónico de diferentes cereales.

Características	Semilla				
	Trigo	Avena	Maíz	Cebada	Vicia
Rendimiento (Kg FVH MS/Kg Semilla)	1.70	1.70	1.00	1.20	1.30
Periodo de Producción (Días)	15.0	15.0	17.0	15.0	15.0
Costo de Producción (USD/Kg de FVH MS)	0.25	0.26	0.46	0.38	0.45

Fuente: Sinchiguano (2008)

## **2.1.2. Cereales**

### **2.1.2.1. Cebada (*Hordeum vulgare*)**

La cebada (*Hordeum vulgare*) es una planta monocotiledonea anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas), parecida al trigo, con cañas de algo más de seis decímetros, espigas prolongadas, flexibles, un poco arqueadas, y semilla ventruda, puntiaguda por ambas extremidades y adherida al cascabillo, que termina en arista larga. Sirve de alimento a diversos animales, y tiene además otros usos (Olmos 2010).

Se caracteriza por tener un grano mediano amarillo, dístico, espiga compacta, el peso varía de 61 a 64 kg/hl, su ciclo vegetativo varía entre los 150 días, es usada tierna como forraje y en seco para la industria cervecera (FAO 2002).

#### **a. Valor nutricional**

La cebada puede crecer en una gran variedad de climas superando al resto de cereales. Es un alimento importante para el ser humano pero su popularidad ha decrecido en los últimos 250 años en favor del trigo y ha pasado a utilizarse básicamente como comida para animales o producción de cerveza y whisky. Contiene gluten y es por ello que también puede hacerse pan con cebada, la manera más frecuente de encontrar cebada es en forma de cebada entera o cebada pelada, aunque también se puede obtener en forma de copos o granos, la cebada entera es la que aporta un contenido nutricional más alto (Olmos 2010).

Cuadro 3. El valor nutricional de la cebada.

<b>Componentes</b>	<b>Porcentajes (%)</b>
Humedad	12.0 – 13.0
Carbohidratos	65.0 – 72.0
Proteína	10.0 – 11.0
Grasa	1.5 – 2.5
Fibra	2.5 – 4.5
Ceniza	2.0 – 3.0

Fuente: Gómez (2007)

#### **2.1.2.2. Avena forrajera (*Avena sativa*)**

La avena es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, es autógama y el grado de alogamia rara vez excede el 0.5 %. La mayoría de avenas cultivadas son hexaploides, la especie *Avena sativa* es la más cultivada, seguida de la *Avena bizantina*, también se cultiva la especie *Avena nuda*, conocida como avena de grano desnudo. Las características botánicas del grupo de avenas hexaploides son: la articulación de la primera y segunda flor de la espiguilla, el carácter desnudo o vestido del grano y la morfología de las aristas (Flores 2012).

Su ciclo vegetativo está en 180 días, grano mediano, se usa tierna como forraje y en seco como semilla, el peso es de 50,7 kg/hl. Rendimiento en verde 34 tm/ha, habito de crecimiento erecto, funciona bien asociada con vicia forrajera para corte (FAO 2002).

##### **a. Valor nutricional**

El valor nutricional grano de avena es superior al de otros cereales, al ser la avena más rica en aminoácidos esenciales, especialmente en lisina. El contenido en proteínas digestibles es mayor que el maíz y también tiene una mayor riqueza en materia grasa que la cebada y el trigo a continuación, se expone en el cuadro 4.

Cuadro 4. Valor nutricional de avena forrajera.

<b>Composición nutricional</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Materia seca	%	38.50
Proteína cruda	%	10.90
Fibra detergente neutra	%	34.14
Digestibilidad	%	59.63
Nutrientes digestibles totales	%	59.42
Energía metabolizable	Mcal/kg	2.15
Energía digestible	Mcal/kg	2.62

Fuente. Flores (2012)

### 2.1.2.3. Trigo (*Triticum aestivum*)

Su origen se encuentra en la región asiática comprendida entre los ríos Tigris y Éufrates, luego se difundió en todo el mundo, el trigo pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae), el trigo hexaploide llamado *Triticum aestivum* es el cereal panificable más cultivado en el mundo (INFOAGRO 2007).

#### a. Valor nutricional

Es importante por su alto contenido de vitamina E, ácido linoleico y fosfolípidos indispensables para un buen funcionamiento del organismo, a continuación, el porcentaje de nutriente en 100 g de granos.

Cuadro 5. El valor nutritivo del trigo.

<b>Nutrientes</b>	<b>%</b>
Carbohidratos	70.00
Proteína	16.00
Humedad	10.00
Lípidos	2.00
Minerales	2.00

Fuente: INFOAGRO (2007)

## **2.2. El cuy (*Cavia porcellus*)**

### **2.2.1.1. Definición**

Es un mamífero originario de la zona andina, su crianza es generalizada en el ámbito rural para usarlo como un animal productor de carne para autoconsumo. En Perú y en otros países andinos se ha desarrollado la crianza de cuyes como animales productores de carne para la familia y por lo general, sin proporcionarles un ambiente adecuado que permita un mejor manejo (Guerra 2009).

### **2.2.1.2. Origen**

Según estudios realizados por varios investigadores, se dice que el Cuy es originario de los Andes (Zona Andina) de Sur América, principalmente de Perú y Bolivia, países donde estos animales fueron domesticados para ser utilizados en la alimentación de la especie humana. Hace 5000 años servía como alimento a los antiguos incas, como testimonio los restos que se encontraron de este animalito en cuevas prehistóricas ayacuchanas (Sierra 2010).

### **2.2.1.3. Descripción zoológica**

En la escala zoológica ubica al cuy dentro de la siguiente clasificación zoológica (Chauca 1997).

- Reino : Animal
- Subreino : Metazoos
- Tipo : Cordados
- Subtipo : Vertebrado
- Clase : Mamíferos
- Subclase : Placentarias
- Orden : Rodentia
- Suborden: Hystricomorpha
- Familia : *Caviidae*
- Género : *Cavia*
- Especie : *Cavia porcellus Linnaeus*  
*Cavia apereá Erxleben*  
*Cavia apereaaperea Lichtenstein*  
*Cavia cutleri King*  
*Cavia cobaya*

#### 2.2.1.4. Conocimientos básicos de anatomía y fisiología digestiva del cuy

Chauca (1997), manifiesta que la fisiología digestiva del cuy estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de estos a lo largo del tracto digestivo.

El cuy es una especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrófia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína.

El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee

a nivel del ciego. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego. Sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas. Se conoce que 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 de cadenas cortas. La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas. El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 % del peso total (Chauca 1997).

Cuadro 6: Clasificación de los Animales según su Anatomía Gastrointestinal.

<b>Especie</b>		<b>Hábito alimenticio</b>
<b>Fermentadores pre-gástricos</b>		
Rumiantes	vacuno, ovino	herbívoro de pasto
	Antílope, camello	herbívoro selectivo
No rumiantes	Hámster, ratón de campo	herbívoro selectivo
	Canguro, hipopótamo	herbívoro de pasto y selectivo
<b>Fermentadores post-gástricos</b>		
Cecales	Capibara	herbívoro de pasto
	Conejo	herbívoro selectivo
	Cuy	Herbívoro
	Rata	Omnívoro
Colónicos		
Saculados	Caballo, cebra	herbívoro de pasto
No saculados	Perro, gato	Carnívoro

Fuente: Chauca (1997)

Según INIA (2005), en el estómago secreta ácido clorhídrico cuya función es disolver el alimento convirtiéndolo en una solución denominada quimo. El ácido clorhídrico además destruye las

bacterias que son ingeridas con el alimento cumpliendo una función protectora del organismo. Algunas proteínas y carbohidratos son degradados; sin embargo, no llegan al estado de aminoácidos ni glucosa; las grasas no sufren modificaciones. La secreción de pepsinógeno, al ser activada por el ácido clorhídrico se convierte en pepsina que degrada las proteínas convirtiéndolas en polipéptidos, así como algunas amilasas que degradan a los carbohidratos y lipasas que degradan a las grasas; segrega la gastrina que regula en parte la motilidad, el factor intrínseco sustancia esencial en la absorción de la vitamina B12 a nivel del intestino delgado. Cabe señalar que en el estómago no hay absorción.

En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión y absorción, especialmente en la primera sección denominada duodeno; el quimo se transforma en quilo, por la acción de enzimas provenientes del páncreas y por sales biliares del hígado que llegan con la bilis; las moléculas de carbohidratos, proteínas y grasas son convertidas en monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos capaces de cruzar las células epiteliales del intestino y ser introducidas al torrente sanguíneo y a los vasos linfáticos.

También son absorbidos el cloruro de sodio, la mayor parte del agua, las vitaminas y otros microelementos. Los alimentos no digeridos, el agua no absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado pasan al intestino grueso en el cual no hay digestión enzimática; sin embargo, en esta especie que tiene un ciego desarrollado existe digestión microbiana. Comparando con el intestino delgado la absorción es muy limitada; sin embargo, moderadas cantidades de agua, sodio, vitaminas y algunos productos de la digestión microbiana son absorbidas a este nivel. Finalmente, todo el material no digerido ni absorbido llega al recto y es eliminado a través del ano.



Saravia (1993), determina que la digestión microbiana ocurre principalmente en el ciego y en menor grado en el colon proximal, siendo éstas las porciones del aparato digestivo del cuy donde se produce principalmente la absorción de los ácidos grasos de cadena corta. En una pequeña extensión del estómago en el intestino delgado ocurre la digestión de los otros nutrientes como son los: azúcares, grasas, y ácidos grasos de cadena larga, vitaminas y probablemente los minerales.

Aliaga (1995), dice que el cuy realiza la cecotrófia como un mecanismo de compensación biológica que le permite el máximo aprovechamiento de sus productos metabólicos, ante la desventaja nutricional que presenta el hecho de que ésta ocurra en las porciones posteriores del tracto gastrointestinal. De esta manera retornan al cuerpo, sustancias no asimilables del alimento, que solo en los últimos tramos del intestino, fueron atacados por los microorganismos junto con los jugos de la digestión y productos de síntesis de microflora.

La flora bacteriana existente en el ciego que permite un buen aprovechamiento de la fibra. La producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B la realizan microorganismos, en su mayoría bacterias gram-positivas, que pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno a través de la cecotrofia que consiste en la ingestión de las cagarrutas.

El ciego de los cuyes es menos eficiente que el rumen debido a que los microorganismos se multiplican en un punto que sobrepasa al de la acción de las enzimas proteolíticas (Chauca 1997).

Cuadro 7. Capacidad Fermentativa en Porcentaje del Total del Tracto Digestivo.

<b>Especie</b>	<b>Retículo rumen</b>	<b>Ciego</b>	<b>Colon y recto</b>	<b>Total</b>
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

Fuente: Chauca (1997)

#### **2.2.1.5. Sistema de Crianza de cuyes**

El cuy es un animal de fácil adaptabilidad, que puede criarse en la Costa, Sierra y Selva, sin presentar mayores problemas. La población que se dedica a su crianza generalmente lo hace en forma casera, es decir, crían los animales dentro de la casa en la cocina con la idea de que el humo influye en el mejor comportamiento del animal. La crianza y explotación en forma técnica, requiere de mayores cuidados y la provisión de corrales o jaulas especiales para facilitar un mejor control (Enrique y Rojas 2009).

##### **a. Crianza familiar**

Esta forma de crianza da seguridad alimentaria y sostenibilidad a las actividades de los pequeños productores. Es el sistema más difundido, y se desarrolla en el seno de la familia.

Es el sistema predominante en las comunidades rurales. Los animales son criados exclusivamente para consumo familiar, este sistema no permite buenos niveles de reproducción, crecimiento y engorde. El tipo de cuy que predomina en este sistema de crianza es el criollo (Castro 2002).

En este sistema se explotan los cuyes tanto en a nivel urbano como en las zonas marginales de las ciudades y en el medio rural. En el área urbana la crianza se da en pozas y jaulas, la alimentación se hace con residuos de cocina: cáscara de papa, hojas de hortalizas, malezas, y forrajes (alfalfa, alcacer, etc.), en algunos casos se utilizan subproductos de cosecha, y granos de maíz, cebada, etc. la cantidad de animales que se explota en este sistema oscila entre 10 a 30 cuyes (Enrique y Rojas 2009).

Cuando el destino de la producción es para autoconsumo, ocasionalmente suelen vender parte de su producción, cuando necesitan dinero, la mano de obra es familiar y los insumos alimenticios provienen de sus campos (OAEPS 2012).

#### **b. Crianza familiar-comercial**

Mediante este sistema se explotan poblaciones no mayores de 500 cuyes, con aplicación de mejores técnicas de cría, que se revierten en mejores parámetros productivos del lote. La alimentación se hace a base de subproductos agrícolas y pastos cultivados, en algunos casos se complementa con balanceados. El control sanitario es más estricto.

Se cría a los animales en instalaciones adecuadas (pozas de cría) construidas con materiales de procedencia local. Los cuyes se agrupan en lotes por edad, sexo y clase, por lo cual el sistema exige mayor mano de obra para manejo y mantenimiento de las pasturas (Castro 2002).

Nace de una crianza familiar bien llevada, ya que los excedentes de la producción luego de utilizarlo para el consumo familiar se destina a la venta. La venta ya no es ocasional, genera ingreso adicional de la familia, puede involucrar mayor mano de obra familiar y los insumos alimenticios provienen de campos propios y de terceros (OAEPS 2012).

### **c. Crianza comercial**

La crianza de los cuyes mediante este sistema requiere mayor inversión en instalaciones y mano de obra, además mayor dedicación; normalmente esta actividad está asociada a la agricultura, como una actividad complementaria que produce mayor utilidad del suelo.

Este sistema de crianza, mantiene una población de hembras reproductoras que sobrepasan las 500, la alimentación está basada en el empleo de forrajes cultivados, subproductos de cosecha y a veces balanceado (Enrique y Rojas 2009).

Crianza comercial aquella que nos permite maximizar los recursos existentes para obtener el producto principal a un valor óptimo que nos permita generar ingresos, cuando la producción tiene la finalidad principal de la venta, es una actividad principal como fuente de ingreso familiar, involucra mano de obra familiar y externa; y la fuente de alimento proviene de campos cultivados propios y alquilados (OAEPS 2012).

#### **2.2.1.6. Sistema de alimentación de cuyes**

Los sistemas de alimentación, se adecuan a la disponibilidad de alimento. La combinación de alimentos, dada por la restricción del concentrado o del forraje, hace del cuy una especie de alimentación versátil. El animal puede, en efecto, ser exclusivamente herbívoro o aceptar una alimentación suplementada en la cual se hace un mayor uso de compuestos equilibrados. Los sistemas son de tres tipos: con forraje, con forraje más balanceados, y con balanceados más agua y vitamina C. Estos sistemas pueden aplicarse en forma individual o alternada, de acuerdo con la disponibilidad de alimento existente en el sistema de producción (familiar, familiar-comercial y comercial) y su costo a lo largo del año (INIA 2005).

#### **a. Alimentación con forraje**

El cuy es una especie herbívora monogástrica, su alimentación es sobre la base de forrajes verdes y ante el suministro de diferentes tipos de alimento, siempre demuestra su preferencia por el forraje. Las leguminosas por su calidad nutritiva, se comportan como una excelente fuente de nutrientes, aunque en muchos casos la capacidad de ingestión que tiene el cuy, no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos. Las gramíneas, tienen menor valor nutritivo por lo que es conveniente combinar especies de gramíneas y leguminosas, de esta manera enriquecer a las primeras. Los forrajes deben incluirse básicamente en todas las dietas de los cuyes, ya que proporcionan un efecto benéfico por su aporte de celulosa y constituyen fuente de agua y vitamina C, que los cuyes utilizan para cubrir sus necesidades (FAO 2002).

Chauca (1997), manifiestan que la alimentación con forrajes verdes es muy benéfica para los animales menores, porque constituye una fuente de la mayoría de las vitaminas y principalmente de las vitaminas del complejo B, sin embargo hace notar que los cambios bruscos de alimentación causa una desadaptación y destrucción de la flora intestinal por lo que la sustitución se lo debe realizar en forma progresiva y para lo cual como mínimo debe existir de 5 a 8 días para realizar este cambio, cuando la variación se lo va a realizar entre forrajes de la misma especie resulta más fácil este proceso, pero cuando el cambio se va a realizar de una gramínea a una leguminosa se debe tener mucho más cuidado ya que de lo contrario un cambio violento puede provocar ciertos cambios de meteorismo al ciego. La cantidad de forraje verde que consumen los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde es de 150 a 250 gramos por día.

Cuadro 8. Consumo promedio de forraje verde, por día y por cabeza

Tiempo/semanas	Consumo/gramos – promedio/cabeza
1	167
2	172
3	188
4	201
5	211
6	227
7	236
8	248
9	263
10	271
11	278
12	284
13	290

Fuente: Jácome (2004)

#### b. Alimentación Mixta

La disponibilidad de alimento verde no es constante a lo largo del año, hay meses de mayor producción y épocas de escasez por falta de agua de lluvia o de riego. En estos casos la alimentación de los cuyes se torna crítica, habiéndose tenido que estudiar diferentes alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos o subproductos industriales (afrecho de trigo o residuo seco de cervecería) como suplemento al forraje (Chauca 1997).

El cuy como todo ser vivo tiene necesidades de alimentarse para su mantenimiento y producción, es necesario conocer la forma como hacerlo para obtener los mejores resultados. Los cuyes pueden desarrollarse con raciones exclusivamente forrajeras, pero su requerimiento en función de la reproducción y producción de carne necesitan el empleo de una ración balanceada que nos dé un alto contenido de proteína y elementos nutricionales (Caicedo 1993).

**c. Alimentación con concentrado**

El utilizar concentrado como único alimento, requiere preparar una buena ración para satisfacer los requerimientos nutritivos de los cuyes. Bajo estas condiciones los consumos por animal/día se incrementan, pudiendo estar entre 40-60 g/animal/día, esto dependiendo de la calidad de la ración. El porcentaje mínimo de fibra debe ser 9 % y el máximo 18 %. Bajo este sistema de alimentación debe proporcionarse diariamente vitamina C. El alimento balanceado debe en lo posible peletizarse, ya que existe mayor desperdicio en las raciones en polvo (Chauca 1997).

Jácome (2004), señala que los concentrados son mezclas balanceadas, las cuales son necesarias para los cuyes sobre todo en la etapa de reproducción y en los animales para reemplazo. Su uso es como un suplemento alimenticio, dado además del forraje verde. Se puede dar sólo, pero en ese caso hay que agregar vitamina C y agua para beber. Por otra parte, se indicó que el suplemento al forraje verde, con concentrados comerciales si bien reporta mayores incrementos de peso, sus utilidades económicas son relativamente menores, el consumo promedio de concentrado, se presenta en el cuadro 9.

Cuadro 9. Consumo de concentrado por día y por cabeza.

Tiempo/semanas	Consumo/gramos/cabeza
1	10.5
2	12.25
3	13.5
4	14.0
5	18.0
6	19.0
7	24.75
8	26.50
9	27.00
10	27.25
11	27.50
12	27.75
13	28.00

Fuente: Jácome (2004)

#### 2.2.1.7. Requerimientos nutricionales

Chauca (1997), señala que el conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas.

El cuy para alcanzar el peso de comercialización en el tiempo deseado (de 10 a 12 semanas), tiene que ser alimentado de acuerdo a sus requerimientos, como son: las proteínas de 14 a 17 %, fibra de 8 a 18 %, las grasas 1 a 4 %, los minerales, calcio 1.2 %, Fósforo 0 a 6 % las vitaminas y los micro nutrientes; la alimentación racional consiste en suministrar a los animales conforme a las necesidades fisiológicas y de producción a fin de conseguir el mayor provecho. Los productos pecuarios deben obtenerse en la mayor situación de rendimientos y procurando que



la alimentación resulte lo más barata posible. Todo alimento ya sea de origen animal o vegetal contiene en su composición casi todos los nutrientes que requiere el animal, pero en diferentes proporciones (Aliaga 1995).

Caicedo (1993), explica que, en investigaciones realizadas sobre la utilización de los niveles de proteína en las distintas fases fisiológicas del cuy, se han logrado adecuados rendimientos con 17 % de proteína para crecimiento: 16 % para desarrollo y engorde y del 18 al 20 % para gestación y lactancia, estos valores, lo obtuvo cuando en su alimentación utilizó una ración combinada a base de forrajes y balanceados.

Caicedo (1993), manifiesta que los requerimientos de calcio y fósforo en la etapa de gestación para cuyes es de 1.08 a 0.68 % respectivamente. Mientras tanto que los requerimientos de calcio y fósforo para la etapa de lactancia son de 1.56 y 1.16 % respectivamente.

Cuadro 10. Requerimientos nutritivos de los cuyes

Nutrientes	Unidad	Etapas		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18.0	18-22	13-17
Energía	Kcal/Kg.	2800.0	3000.0	2800.0
Digestible				
Fibra	%	8-17	8-17	10
Calcio	%	1.4	1.4	0.8-1.0
Fosforo	%	0.8	0-8	0.4-0.7
Magnesio	%	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
Vitamina C	mg	200.0	200.0	200.0

Fuente: Caicedo (1993)

#### **2.2.1.8. Manejo**

Manual Técnico para la Crianza de Cuyes (2009), señala que el manejo de cuyes, es el conjunto de actividades programadas que realizamos con los animales en forma adecuada, a fin de, simplificar su atención de manera rápida y eficiente para, lograr máxima productividad en cada una de sus fases. El manejo de cuyes es relativamente fácil, aquí resaltamos lo más importante para llevar una buena crianza.

##### **a. Lactancia y destete**

Granja y Negocios (2002), señala que el manejo de las crías comienza luego del destete, formando grupos de animales de la misma calidad, con pesos semejantes y del mismo sexo. Con animales de la misma calidad y peso semejantes se evita las competencias, en especial por el peso, las crías más pesadas perjudican a las menos pesadas.

Perucuy (2010), indica que la lactación es el período en el cual los gazapos se alimentan de la leche materna, esto ocurre desde el nacimiento hasta los 15 días que se realiza el destete. Durante este período se dejan solos a los gazapos los cuales al nacer totalmente formados no requieren de ningún manejo extra y se utilizan las cercas gazaperas para reducir la mortalidad de lactantes y mejorar su peso de destete.

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 que las crías sean cruzadas por sus padres y 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).

**b. Manejo de la recría y el engorde.**

La edad en la que alcanzan la madurez sexual es a los seis meses y su peso mínimo debe ser de 800 a 1000 gramos. Los machos reproductores demasiado jóvenes o bajos de peso tienen un bajo porcentaje de fertilidad.

Los machos reproductores se reemplazan a los dos años o cuando presente baja fertilidad. Estos cuyes deben ser vendidos o consumidos, ya que además de consumir alimento causan peleas entre sí (Castro 2002).

Perucuy (2010), señala que es importante realizar el sexado, es decir reconocer machos y hembras. Agrupamiento, luego del destete los animales se agrupan en lotes del mismo sexo y en lotes de entre 10 a 15 animales.

El período de recría o engorde, es el período comprendido desde el destete (15 días) hasta el momento en que los animales son beneficiados o son enviados a reproducción (70 – 90 días). En este período los lotes de animales, ya agrupados por sexos y tamaños van desarrollando en tamaño y peso, con la finalidad de alcanzar su peso óptimo de beneficio lo más rápido posible, en este período reciben una alimentación alta en proteína y el alimento debe estar en lo posible en forma constante en los comederos, a la vez deben consumir la ración correspondiente de forraje verde.

De otro lado, Muñoz *et al.* (2004), reporta que esta fase comprende desde el destete hasta la etapa final de engorde. La primera actividad es organizar en grupos de machos y hembras, en pozas diferentes con densidades entre 10 a 15 crías, una vez realizada la primera selección por tamaño de la camada y peso, los animales son seleccionados como pie de cría o destinados para carne. Las hembras seleccionadas, deben ser superiores a 900 g para ser colocadas en pozas de reproducción. Lo mismo los reproductores machos con pesos de 100 a 1200 g entran a su proceso de apareamiento con las hembras.

Jácome (2004), durante el crecimiento bajo el sistema de alimentación mixto (forraje más concentrado) reporta ganancias de peso de 0.009 a 0.011 Kg por día, consumos de alimento diario entre 0.050 a 0.060 Kg y conversión alimenticia entre 4.50 a 8.00.

### **c. Saca o beneficio**

Granja y Negocios (2002), señala que la saca es el momento óptimo de beneficio de los animales. Esto depende de tres factores: edad en que el cuy alcanza el peso mínimo aceptable en el mercado, costo del alimento consumido a esa edad y precio del producto en el mercado.

Perucuy (2010), reporta que una vez que los animales han cumplido con su período de engorde y han alcanzado el peso ideal, se procede a ir sacando los más grandes del lote, si se necesitan reproductores estos quedarán para reemplazo y el resto se irán para carne en todo caso, toda la producción, machos y hembras se destinan al mercado.

#### **2.2.1.9. Enfermedades y control sanitario**

Las enfermedades que afectan a los cuyes son causadas por razones como:

##### **a. Alimentos nocivos en mal estado**

Los alimentos que se encuentran podridos son causa de muerte inmediata en los cuyes. Puede matar a la totalidad de cuyes en el criadero. Por esta razón el alimento que se dé a los animales debe ser fresco y sin contaminación (Castro 2002).

##### **b. Infecciones por hongos y microorganismos**

La humedad, los cambios bruscos de temperatura y la falta de higiene en las pozas son bases para el desarrollo de un gran número de microorganismos que provocan alteraciones en la salud de los cuyes. Entre las enfermedades que se encuentran por estas causas están: Enfermedades respiratorias, abscesos internos en la piel, secreciones de pus, presencia de heridas y sarnas en la piel. Al detectar este tipo de enfermedades se debe separar a los animales enfermos para evitar que contagien al resto. El tratamiento se realiza en base a sulfas, penicilinas y antibióticos que se compran en los almacenes agro-veterinarios (Castro 2002).

### 2.3. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Casa (2008), realizó un estudio en: *“Efecto de la utilización del forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes”*, en el trabajo de investigación mencionado se evaluó el efecto de cinco dietas combinadas de: alfalfa-concentrado; FH de avena- concentrado; FH de cebada-concentrado; FH de maíz - concentrado; FH de trigo - concentrado, en la alimentación de cuyes. Al finalizar las etapas de crecimiento y engorde. En la variable rendimiento a la Canal, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo numéricamente el mejor rendimiento a la canal lo alcanzaron los animales alimentados a base del tratamiento FHA con promedio de 80.48 %, seguido por el tratamiento FHC con 79.6 %.

Gómez (2007), realizó un trabajo de investigación titulado como: *“Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes”*, en el cual evaluó la producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) de maíz y cebada en 3 densidades de siembra 0.50, 0.75 y 1 Kg Semilla por bandeja (0.250 m<sup>2</sup>). En las etapas de crecimiento y engorde. Las mayores ganancias de peso alcanzaron los cuyes de los tratamientos C0.75, C0.50 y C1.0, con 636.67, 605.0 y 605.0 g en su orden. Con los tratamientos, C0.5 y M1.0 se obtuvo un índice alto beneficio - costo de 1.27.

Tubón (2013), realizó un estudio titulado como: *“Utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad”*, con el propósito de evaluar el tipo de forraje verde hidropónico de más alto rendimiento, a más de evaluar económicamente los resultados. Los forrajes se suministraron en dos etapas: de los 15 a 45 días de edad se dotó 100 g/animal/día + 10 g de balanceado; de los 46 días a los tres meses de edad 200 g/animal/día + 20 g de

balanceado a 60 cuyes machos de 15 días de edad. Dentro de los forrajes verdes hidropónicos evaluados, los mejores resultados se alcanzaron con la utilización de forraje verde hidropónico de cebada más balanceado (F1), con la mejor ganancia en peso (731.67 g a la treceava semana).

Rea y Mora (2012), investigaron la *Evaluación de cuatro forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus), durante la fase de crecimiento y engorde en el criadero “el mirador”*, el objetivo de este trabajo fue evaluar cuatro forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes durante la fase de crecimiento y engorde. T0=alfalfa, T1=FVH cebada, T2=FVH trigo, T3=FVH maíz y T4=FVH avena. En cuanto a los resultados de la evaluación para la variable conversión alimenticia, obtuvieron resultados al suministrar FVH de cebada un índice de 2.02, FVH de maíz un índice de 1.96; FVH de trigo un índice de 1.80 y FVH de avena un índice de 1.68.

Cruz y Ortiz (2010), realizaron el estudio de: *“Evaluación de cebada hidropónica (hordeum vulgare), maíz hidropónico (zea mays), alfalfa y mezcla forrajera en la alimentación de cuyes”*. En lo referente a la variable rendimiento a la canal a los 90 días de edad, obtuvieron resultados de 71.01 % y 63.12 % utilizando forraje verde hidropónico maíz (T2) y cebada (T1) respectivamente.

Sinchiguano (2008), realizó estudio con referente a la *“Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes”*, se evaluó el efecto de cinco cereales de forraje hidropónico (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y el tratamiento control (alfalfa). Para la etapa de crecimiento – engorde. En cuanto a la conversión alimenticia, difirió estadísticamente, presentando mayores eficiencias los tratamientos de FVH de cebada y maíz, con 6.60 y 6.77 puntos respectivamente. El beneficio costo fue más eficiente con el tratamiento FVH cebada con 1.28 USD.

## **2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Si utilizamos el forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) línea Perú, entonces tendremos efectos significativos durante las etapas de crecimiento y engorde.

### **2.4.2. Hipótesis específicos**

- Si se usa el forraje verde hidropónico adecuado en la alimentación de cuyes entonces se tendrá efecto significativo en la ganancia de peso durante las etapas de crecimiento y engorde.
- Con un adecuado forraje verde hidropónico en la alimentación de cuyes se mejorará significativamente el índice de conversión alimenticia de los cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde.
- Con un adecuado forraje verde hidropónico en la alimentación de cuyes se mejorará significativamente el rendimiento de la carcasa.
- Si se usa el forraje verde hidropónico adecuado en la alimentación de cuyes entonces se tendrá efecto positivo en el índice de beneficio – costo.



## **2.5. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

### **2.5.1. Variables**

#### **2.5.1.1. Variables independientes**

- FVH Avena
- FVH Cebada
- FVH Trigo
- Forraje de la granja del CIFO (testigo)

#### **Indicadores**

- Suministro de forraje verde hidropónico en la dieta diaria.
- Suministro de forraje de la granja del CIFO en la dieta diaria.

#### **2.5.1.2. Variables dependientes**

- Ganancia de peso
- Conversión alimenticia
- Rendimiento de la carcasa
- Beneficio/Costo

#### **Indicadores**

- Ganancia de peso en la etapa de crecimiento
- Ganancia de peso en la etapa de engorde
- Ganancia de peso total
- Conversión alimenticia en la etapa de crecimiento
- Conversión alimenticia en la etapa de engorde
- Conversión alimenticia total
- Rendimiento de la carcasa
- Índice de Beneficio/Costo

## 2.5.2. Operacionalización de variables

Cuadro 11. Operacionalización de Variables

Definición de variables	Operación de variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems Unidades básicas
<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Forraje Verde Hidropónico: Es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de las plántulas a partir de semillas viables.</p>	<p>Con el uso del forraje verde hidropónico adecuado en la alimentación de cuyes se tiene mejores parámetros productivos durante las etapas de crecimiento y engorde.</p>	<p><b>FVH Avena</b> <b>FVH Cebada</b> <b>FVH Trigo</b> <b>Forraje de la granja del CIFO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suministro de forraje verde hidropónico en la dieta diaria (T1, T2 y T3)</li> <li>- Suministro de forraje de la granja del CIFO en la dieta diaria (T0)</li> </ul>	g
<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Ganancia de peso: Se da a través de suministro de forraje verde hidropónico en la dieta diaria de los cuyes.</p>		<p><b>Ganancia de peso</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ganancia de peso en la etapa de crecimiento</li> <li>- Ganancia de peso en la etapa de engorde</li> <li>- Ganancia de peso total</li> </ul>	g
<p>Conversión alimenticia: Consiste en convertir el alimento consumido en carne de los cuyes.</p>		<p><b>Conversión alimenticia</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- índice de conversión alimenticia en la etapa de crecimiento</li> <li>- índice de conversión alimenticia en la etapa de engorde</li> <li>- índice de conversión alimenticia total</li> </ul>	Puntos
<p>Rendimiento de la carcasa: Es la relación de la cantidad de carne en relación al peso vivo a la edad de beneficio, expresado en porcentaje.</p>		<p><b>Rendimiento de la carcasa</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendimiento de la carcasa</li> </ul>	%
<p>Beneficio/Costo: Es la relación de los ingresos por concepto de la venta de los cuyes frente a los egresos.</p>		<p><b>Beneficio/costo</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- índice de Beneficio/Costo</li> </ul>	S/.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

La investigación se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación Frutícola Olerícola (CIFO) – Cayhuayna ubicado en la región Huánuco, durante el periodo comprendido entre los meses de mayo – julio del 2017.

#### **3.2. UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA**

##### **3.2.1. Ubicación política**

Región : Huánuco  
Provincia : Huánuco  
Distrito : Pillko Marca  
Lugar : CIFO

##### **3.2.2. Ubicación geográfica**

Latitud Sur : 09°58'12"  
Latitud Oeste : 76°15'08"  
Altitud : 1947 msnm

#### **3.3. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.3.1. Tipo de investigación**

De acuerdo al tipo de investigación, pertenece a la investigación APLICADA.

##### **3.3.2. Nivel de investigación**

De acuerdo al nivel de la investigación, pertenece a la investigación EXPERIMENTAL.

### 3.4. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

#### 3.4.1. Población

La población estuvo constituida por todos los cuyes (*Cavia porcellus*) de la “Línea Perú”, alimentados con Forraje Verde Hidropónico tres especies forrajeras y con forraje del CIFO.

#### 3.4.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 40 cuyes (*Cavia porcellus*) de la “Línea Perú” destetados (21 días de edad), de ambos sexos (20 unidades de cada uno). Distribuidos en 03 tratamientos experimentales, más el testigo en grupos de 10 cuyes (5 machos y 5 hembras).

#### 3.4.3. Unidad de análisis

Estuvo conformada por cada uno de los cuyes (*Cavia porcellus*) de la “Línea Perú” alimentados con Forraje Verde Hidropónico de tres especies forrajeras y con forraje del CIFO, teniendo como unidad de análisis a los 05 cuyes por tratamiento en ambos sexos.

### 3.5. TRATAMIENTO EN ESTUDIO

En esta investigación se evaluó el efecto del uso de Forraje Verde Hidropónico de tres especies forrajeras, en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) de la “Línea Perú”, comparando con un tratamiento testigo a base de forraje del CIFO durante las etapas de crecimiento y engorde. Los tratamientos son 04 como se detalla en el cuadro 12.

Cuadro 12. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Descripción
T0	Forraje del CIFO
T1	Forraje Verde Hidropónico de avena
T2	Forraje Verde Hidropónico de cebada
T3	Forraje Verde Hidropónico de trigo

Fuente: elaboración propia

### 3.6. PRUEBAS DE HIPÓTESIS

Para evaluar el efecto del uso de forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras en la alimentación de cuyes, determinándose el óptimo a través de los parámetros productivos se plantearon las siguientes hipótesis.

#### 3.6.1. Hipótesis nula

$H_0$ : Los forrajes Verdes Hidropónicos en la alimentación de cuyes no presentan efectos significativos durante las etapas de crecimiento y engorde.

$$H_0: \mu_{t0} = \mu_{t1} = \mu_{t2} = \mu_{t3}$$

$$H_0: \mu_{ti} = 0$$

#### 3.6.2. Hipótesis alternativa

$H_a$ : Al menos uno de los forrajes Verdes Hidropónicos en la alimentación de cuyes presenta efecto significativo las etapas de crecimiento y engorde.

$$H_a: \mu_{t0} \neq \mu_{t1} \neq \mu_{t2} \neq \mu_{t3}$$

$$H_a: \mu_{ti} \neq 0$$

#### 3.6.3. Diseño de investigación

Para evaluar la ganancia de peso y conversión alimenticia de cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de tres especies forrajeras durante las etapas de crecimiento y engorde, se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) y el análisis de varianza (ANVA o ANDEVA) correspondiente a un Diseño Completamente al Azar (DCA), en el cuadro 13 se muestra el esquema del DCA y en el cuadro 14 se muestra el esquema del ANVA empleado en el estudio de la investigación.

Para determinar diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos y definir el mejor tratamiento se realizó la prueba de Duncan al nivel de significación del 5 % y 1 %.

El modelo aditivo lineal para un Diseño Completamente al Azar (DCA), se muestra en la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i= 1, 2,3, 4\dots t \\ j= 1, 2, 3, 4,5\dots r \end{array}$$

**Donde:**

- i : (4) Numero de tratamientos en estudio
- j : (5) Numero de repeticiones en el i – ésimo tratamiento
- Y<sub>ij</sub> : Ganancia de peso obtenida en el j – ésimo cuy alimentado con el i – ésimo forraje verde hidropónico.
- μ : Efecto de la media general de las ganancias de peso.
- T<sub>i</sub> : Efecto del i–ésimo forraje verde hidropónico.
- ε<sub>ij</sub> : Efecto del error experimental con el j – ésimo cuy alimentado con el i – ésimo forraje verde hidropónico.

Cuadro 13. Esquema del Diseño Completamente al Azar (DCA)

Repeticiones (j)	Tratamientos (i)				Total (r)
	1	2	3	4	
1	Y <sub>11</sub>	Y <sub>21</sub>	Y <sub>31</sub>	Y <sub>41</sub>	Y <sub>1</sub>
2	Y <sub>12</sub>	Y <sub>22</sub>	Y <sub>32</sub>	Y <sub>42</sub>	Y <sub>2</sub>
3	Y <sub>13</sub>	Y <sub>23</sub>	Y <sub>33</sub>	Y <sub>43</sub>	Y <sub>3</sub>
4	Y <sub>14</sub>	Y <sub>24</sub>	Y <sub>34</sub>	Y <sub>44</sub>	Y <sub>4</sub>
5	Y <sub>15</sub>	Y <sub>25</sub>	Y <sub>35</sub>	Y <sub>45</sub>	Y <sub>5</sub>
Total	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y
N° de observ.	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	n <sub>4</sub>	n
Promedio	ȳ <sub>1</sub>	ȳ <sub>2</sub>	ȳ <sub>3</sub>	ȳ <sub>4</sub>	Ȳ

Fuente: elaboración propia

Cuadro 14. Esquema del análisis de varianza (ANVA)

F.V	G.L	S.C	C.M	F. cal
Tratamiento	(t-1)	$\sum_i \frac{Y_{ij}^2}{r} - \frac{Y^2}{tr}$	$\frac{SC\ Trat}{t-1}$	$\frac{CM\ Trat}{CM\ Error}$
Error	t(r-1)	$\sum_i (\sum_{ij} Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{tr})$	$\frac{SC\ Error}{t(r-1)}$	
Total	rt - 1	$\sum_{ij} Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{tr}$		

Fuente: Steell y Torrie (1996)

### 3.6.3.1. Técnica estadística

ANVA al nivel de significancia al 5 % y 1 % entre tratamientos.

DUNCAN al nivel de significancia al 5 % y 1 %.

### 3.6.3.2. Regla de decisión

La hipótesis nula se rechaza con un nivel de significación cuando ( $P < \alpha$ ) en el Análisis de Varianza (ANVA) y se acepta la hipótesis alternativa.

La hipótesis nula se acepta cuando ( $P > \alpha$ ) en el Análisis de Varianza (ANVA) y se rechaza la hipótesis alternativa.

### 3.6.4. Datos a registrar

En el desarrollo del presente trabajo de investigación, los datos a registrar fueron los siguientes: peso inicial, peso al finalizar cada etapa, consumo diario de alimento (FVH), cantidad total de alimento consumido, peso vivo, peso de la carcasa, rendimiento de la carcasa, ingresos y egresos.

### 3.6.5. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

#### 3.6.5.1. Técnicas de investigación documental o bibliográfica

- **Análisis documental:** Nos permitió el análisis del material a estudiar y precisarlo desde un punto de vista formal y luego desde su contenido.
- **Análisis de contenido:** Nos sirvió para estudiar y analizar de una manera objetiva y sistemáticamente el documento leído.
- **Fichaje:** Nos sirvió para registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenadas sistemáticamente, fue valiosa fuente para elaborar el marco teórico.

#### 3.6.5.2. Técnicas de campo

- **Observación:** Esta técnica nos permitió recolectar los datos del peso inicial y peso en cada etapa de los cuyes, peso del consumo de alimento (diario) y peso de los cuyes faenados.

#### 3.6.5.3. Instrumento de investigación documental

Las fichas de investigación o documentación que se usó son:

- Resumen
- Bibliografías
- Artículos científicos
- Hemerotecas
- Internet
- Comentario
- Fichas de registro

#### 3.6.5.4. Instrumento de recolección de información en laboratorio

- **Libreta de apuntes:** Usamos este instrumento para anotar minuciosamente los datos y su método de aplicación sistemático a fin de no perder detalle del trabajo de investigación.



- **Formatos:** Usamos los formatos para registrar cada uno de los datos.

#### **3.6.5.5. Procesamiento y presentación de los resultados**

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados en la computadora utilizando el programa de acuerdo al diseño de investigación propuesto: *SPSS 23*

### **3.7. MATERIALES, EQUIPOS, INSUMOS, MATERIA PRIMA E INSTALACIONES**

#### **3.7.1. Materiales**

Bandejas plásticas de cultivo, baldes plásticos, polietileno negro, calendario, reloj, bolsas, carretilla, escoba, recogedor, malla galvanizado, tiras de madera, clavos, martillo, pala, cemento, guantes, comederos, bebederos, aretador, marcadores, aretes metálicos, cal viva, rótulos de identificación de la investigación, banner, etc.

#### **3.7.2. Equipos**

Balanza de 5 g de precisión, balanza de capacidad 10 Kg y mochila pulverizadora manual de 20 Litros.

#### **3.7.3. Materia prima e insumos**

Semilla de avena, semilla de cebada, semilla de trigo, afrecho de trigo, maíz molido, sales minerales, agua potable y solución de Hipoclorito de sodio.

#### **3.7.4. Material experimental**

40 cuyes "Línea Perú" de 21 días de edad, 20 hembras y 20 machos.

#### **3.7.5. Instalaciones**

Invernadero para la producción del forraje hidropónico, estanterías, galpón de crianza de cuyes y 8 pozas para cuyes.

### 3.7.6. Materiales de escritorio y otros

Laptop, impresora, cámara fotográfica digital, CDs, lapiceros, lápiz, libreta de apuntes, hojas de registro de datos, papel bond A-4, tablero, calculadora.

## 3.8. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El procedimiento del presente trabajo de investigación constó de 3 etapas de estudio:

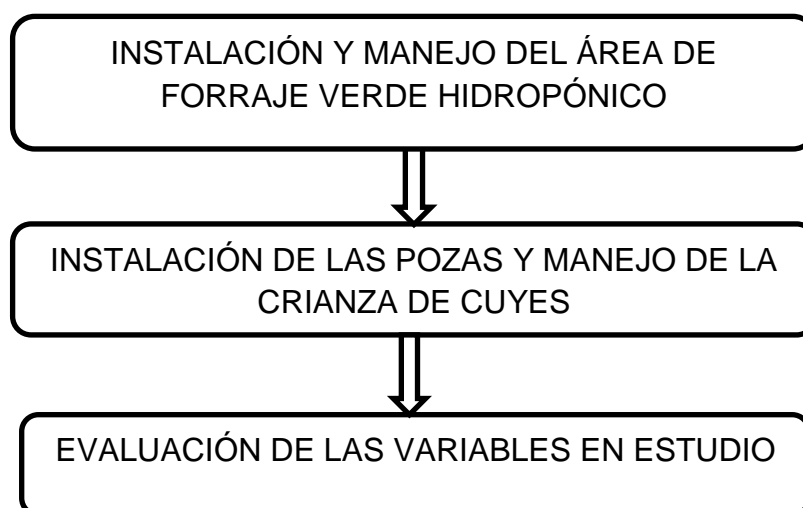


Figura 1. Esquema de conducción de la investigación

### 3.8.1. Instalación y manejo del área de forraje verde hidropónico

#### 3.8.1.1. Instalación

El área que se ocupó para el cultivo de forraje verde hidropónico fue de 7.5 m<sup>2</sup> y el invernadero con sus componentes tuvieron las siguientes medidas.

- Invernadero: 3m x 2.50m = 7.5m<sup>2</sup>
- Módulo: 2.0m x 2.0m = 4m<sup>2</sup>, 6 niveles, 0.15m al primer y sexto nivel, los demás cada 0.34m = 2.0m
- Bandeja: 0.38m x 0.52m = 0.20m<sup>2</sup>

El invernadero se cubrió con malla de sombra 65 % de protección para controlar el exceso de luz. Se construyó el módulo de forma artesanal utilizando tiras de madera. También se construyó un pre-germinador de 8 niveles cada uno a 20 cm del otro. A todo el pre-germinador se forró con plástico negro para evitar que la luz del ambiente llegue a la semilla.

### **3.8.1.2. Manejo del área de forraje verde hidropónico**

#### **a. Pre germinación de la semilla**

Para la pre-germinación se realizaron las siguientes actividades.

- Se realizó la selección de las semillas para evitar los granos rotos o con alguna presencia de plagas.
- Con una balanza electrónica se pesó las semillas.
- Se lavó las semillas con un desinfectante a base de hipoclorito de sodio al 4 % utilizando 1.5 ml / lt de agua.
- A la semilla desinfectada se la colocó en remojo por 12 horas luego se retiró para orear por una hora, nuevamente se remojó hasta completar las 24 horas dentro del pre-germinador.
- En el caso de las semillas de cebada y trigo luego del remojo se las pusieron en baldes desinfectadas que permanecieron 2 días más dentro del pre-germinador.
- En el caso de la semilla de avena luego del remojo se la puso en baldes desinfectadas que permanecieron 3 días más dentro del pre-germinador.

#### **b. Siembra**

Una vez que cumplió su tiempo en el pre-germinador se pasó las semillas a las bandejas que se ubicaron dentro del invernadero destinado para el forraje verde hidropónico.

**c. Riegos**

Se llevó a cabo el riego de forma manual con la ayuda de una mochila pulverizadora previamente lavada y desinfectada, en las mañanas de 6:00 – 7:00 am y en las tardes de 5:00 – 6:00 pm.

**d. Crecimiento**

A las bandejas se las movió de sitio con el paso de los días desde el nivel más bajo hasta llegar al nivel más alto y así se controló los requerimientos de luz en el forraje verde hidropónico.

**e. Cosecha**

La cosecha del forraje verde hidropónico de Trigo y Cebada, fue cuando el forraje recibió 10 días de siembra, y la planta alcanzó una altura de 15 cm, se cosechó en tortas. La Avena, se cosechó a los 12 días de siembra, cuando la planta alcanzó 15 cm de altura.

Se obtuvo 4.5 kg de forraje verde hidropónico de trigo por 1 kg de semilla. Se obtuvo 6 kg de forraje verde hidropónico de cebada por 1kg de semilla. Se obtuvo 4 kg de forraje verde hidropónico de avena por 1kg de semilla.

**3.8.2. Instalación de las pozas y manejo de la crianza de cuyes****3.8.2.1. Instalación de las pozas**

El área de la edificación del galpón para la crianza de cuyes del CIFO es de 50 m<sup>2</sup> la cual está compuesta por 45 pozas, de dicha área se tomó un espacio de 2.70 x 1.98 m para la instalación de Ocho pozas de 66 cm de ancho x 70 cm de largo y 0.50 cm de alto, que fueron identificadas con su respectivo tratamiento y sexo. Las pozas fueron divididas usando tiras de madera y malla galvanizado. A continuación se muestra el diseño de la instalación de las pozas experimentales.

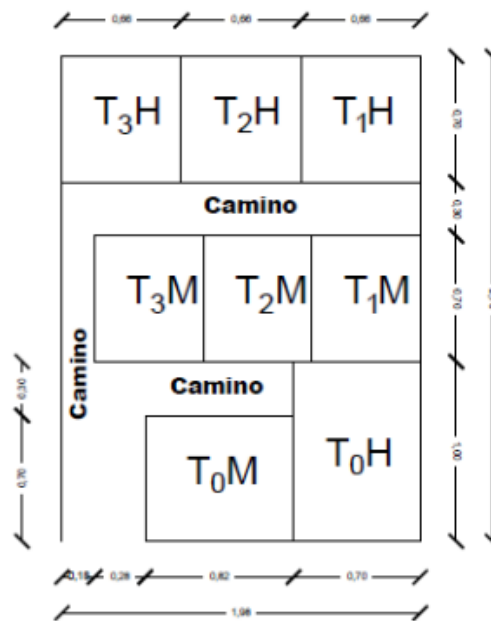


Figura 2. Plano de la distribución de tratamientos.

### 3.8.2.2. Manejo de la crianza de cuyes

#### a. Limpieza de pozas

Se procedió la limpieza de las pozas usando una escoba y un recogedor.

#### b. Desinfección de pozas

Se realizó una desinfección de todas las pozas espolvoreando cal viva.

#### c. Adquisición de animales

La adquisición de cuyes se realizó de la misma granja del CIFO – UNHEVAL – HUANUCO.

#### d. Selección de animales

Se seleccionó 20 cuyes machos y 20 cuyes hembras de “Línea Perú” de 21 días de edad con pesos similares y características semejantes.

#### e. Adaptación de los animales

Se procedió el aretado para diferenciar, pesaje y distribución de los cuyes de 21 días de edad, al momento de comenzar el ensayo.

**f. Alimentación**

En una balanza electrónica se pesó el alimento ofrecido y al siguiente día se recogió el alimento rechazado y se volvió a pesar.

Los forrajes se suministraron en dos etapas: de los 21 a 41 días de edad se proporcionó 150 g/animal/día de forraje verde hidropónico y 20 g de afrecho; de los 42 días hasta los tres meses de edad 250 g/animal/día de forraje verde hidropónico y 30 g de afrecho.

**g. Control de peso**

Con una balanza electrónica se pesaron los cuyes a los 21 días de edad, para obtener datos de peso inicial; a los 42 días de edad, peso correspondiente a la etapa de crecimiento; y a los 90 días de edad, correspondiente a la etapa de engorde.

**h. Control sanitario**

Se realizó un control sanitario por problema de micosis utilizando tintura de yodo al 7% y violeta.

**i. Faenamiento**

Se escogió al azar un cuy por poza a los 90 días de edad y ello se empleó para obtener la variable rendimiento de la carcasa. Primeramente, se los pesó para luego seguir los siguientes pasos: Aturdimiento, corte de yugular, desangrado del animal, inducción en agua caliente y pelado, lavado y eviscerado, lavado. Luego se los volvió a pesar.

**3.8.3. Evaluación de las variables en estudio**

En el desarrollo de la investigación, los datos a registrar la toma estuvieron en función a los siguientes parámetros:

**3.8.3.1. Ganancia de peso**

El control de los pesos de los cuyes en cada una de las unidades experimentales, se llevó a cabo al inicio del trabajo de campo (21 días de edad), posteriormente se les pesó a los 42 y 90 días de

edad, los pesos fueron tomados con la balanza de 5 Kg de capacidad y 1 g de precisión. Los cuyes se pesaron a las 8:00 am, en ayunas, es decir antes de la entrega del alimento del día.

Se determinó la ganancia de peso utilizando la siguiente fórmula:

$$\boxed{\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}}$$

### 3.8.3.2. Consumo de alimento

El control del consumo de alimento, se realizó diariamente a partir del pesaje del alimento en cada una de las pozas experimentales, utilizando para el efecto la balanza de 5 Kg de capacidad y 1 g de precisión. El control del alimento rechazado se realizó luego de 24 horas de la entrega, este alimento rechazado fue restado del alimento ofrecido en el día y de esta manera se estimó el consumo por día en cada una de las pozas experimentales del forraje verde hidropónico, respectivamente.

$$\boxed{Ac = Ao - Ar}$$

Donde:

Ac: Alimento consumido

Ao: Alimento ofrecido

Ar: Alimento rechazado

$$\boxed{\text{Consumo de alimento/cuy} = \frac{\text{Consumo del tratamiento (g)}}{\text{N}^\circ \text{ de cuyes}}}$$

### 3.8.3.3. La conversión alimenticia

La conversión alimenticia, fue determinada a partir de la relación matemática: consumo total de alimento en materia seca dividida por la ganancia de peso de los cuyes en cada uno de las unidades experimentales, utilizando la siguiente fórmula:

$$\boxed{CA = \frac{\text{Consumo total de alimento (Kg) MS.}}{\text{Ganancia total de peso (Kg)}}$$

#### 3.8.3.4. Rendimiento de la carcasa

Para determinar el rendimiento de la carcasa, se eligió un cuy al azar de cada poza experimental, se sacrificó mediante el método del aturdimiento, se desangró al animal, se escaldó para separar el pelo del animal y se evisceró, dejando la carcasa limpia compuesta de cabeza, patas, cuerpo y vísceras (hígado y riñones), y todas estas partes fueron pesadas para lograr el peso de carcasa y posteriormente mediante la aplicación de la fórmula matemática se logró el rendimiento de la carcasa.

$$\text{Rendimiento de la carcasa} = \frac{\text{Peso de la carcasa (g)}}{\text{Peso vivo (g)}} * 100$$

#### 3.8.3.5. Evaluación económica

La evaluación económica de la investigación, se estimó según el indicador económico beneficio /costo, el mismo que relaciona los ingresos por concepto de la venta de los cuyes frente a los egresos: compra de animales, alimentación, sanidad, mano de obra, depreciación del galpón y compras diversas. La fórmula que se utilizó para determinar el beneficio /costo, es la que se reporta a continuación:

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{Ingresos totales (S/.)}}{\text{Egresos totales (S/. )}}$$



## IV. RESULTADOS

Los resultados expresados en promedios se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con la técnica de Análisis de Varianza (ANVA) a los niveles de significación del 5 y 1 % ; a fin de establecer las diferencias significativas entre tratamientos, indicando como (ns) no significativo (\*) significativo y (\*\*) altamente significativo.

Para la comparación de los promedios, se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación del 5 y 1 % donde los tratamientos representados con la misma letra (aa) indican que no existe diferencias estadística significativa, mientras los tratamientos representados con diferentes letras (abc) indican diferencia estadística significativa.

### 4.1. GANANCIA DE PESO DE LOS CUYES

Los promedios obtenidos de la ganancia de peso en las etapas de crecimiento y engorde; y promedio de la ganancia de peso total durante las etapas de crecimiento y engorde para los cuyes machos y hembras se indican en el cuadro 15 del anexo.

#### 4.1.1. Ganancia de peso de los cuyes machos y hembras en la etapa de crecimiento, comprendidos (21 - 41 días de edad).

A continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan interpretados estadísticamente con la representación gráfica respectiva.

Cuadro 15. Análisis de Varianza para la ganancia de peso de los cuyes machos en la etapa de crecimiento.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	21872.950	7290.983	4.999*	3.24	5.29
Error	16	23337.600	1458.600			
TOTAL	19	45210.550				

\* = significativo

$\bar{Y} = 103.85$  g

CV= 3.75 %

Según el análisis de varianza (ANVA) que se muestra en el cuadro 15, presentó diferencias estadísticas significativas al 5 % entre los promedios de los tratamientos, correspondiente a la evaluación de ganancia de peso con respecto al peso inicial de los cuyes machos en la etapa de crecimiento. El coeficiente de variabilidad fue de 3.75 % y el promedio de los tratamientos 103.85 g.

Cuadro 16. Prueba de significación de Duncan al 5 % y 1 % para la ganancia de peso de los cuyes machos en la etapa de crecimiento.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN			
			GANANCIA DE PESO (g)		$\alpha = 0.01$	
		1	2	1	2	
1	T2	156.20	a		a	
2	T3	107.80	a	b	a	b
3	T0	79.80		b		b
4	T1	71.60		b		b

$S_x = \pm 24.15$

En el cuadro 16, aplicada la prueba de Duncan a los niveles de 5 % y 1 % en la etapa de crecimiento para la ganancia de peso de los cuyes machos, se presentan dos categorías, las mayores ganancias de peso promedio se aprecian en los tratamientos dos (T2) y tres (T3) de la categoría (a) con promedios 156.20 g y 107.80 g

respectivamente, estadísticamente son iguales entre sí, pero considerablemente superiores a los tratamientos uno (T1) y testigo (T0) de la categoría (b).

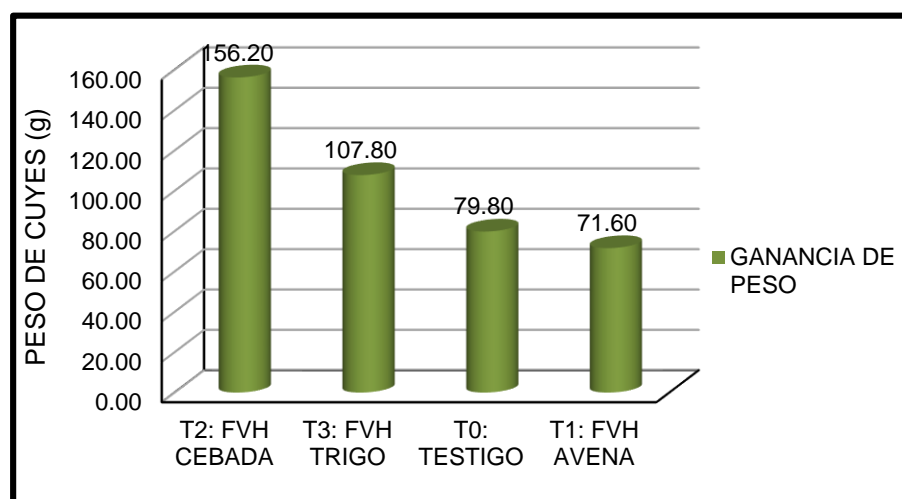


Gráfico 1. Promedio de la ganancia de peso de los cuyes machos.

En el gráfico 1, se observa que el mayor peso promedio ganado en la etapa de crecimiento de los cuyes machos, fue para el tratamiento dos (T2) con 156.20 g correspondiente al forraje verde hidropónico de cebada, presentado una diferencia de 84.60 g con respecto al tratamiento uno (T1).

Cuadro 17. Análisis de Varianza para la ganancia de peso de los cuyes hembras en la etapa de crecimiento.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	5818.550	1939.517	1.871 <sup>ns</sup>	3.24	5.29
Error	16	16584.400	1036.525			
TOTAL	19	22402.950				

ns = no significativo

$\bar{Y} = 85.55$  g

CV= 3.48 %

El análisis de varianza (ANVA) que se observa en el cuadro 17, indica que no hubo diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos. El coeficiente de variación fue 3.48 % y el promedio de los tratamientos 85.55 g.

Cuadro 18. Prueba de significación de Duncan para la ganancia de peso de los cuyes hembras en la etapa de crecimiento.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN		
			GANANCIA	$\alpha = 0.05$	
		DE PESO (g)	1	2	1
1	T2	110.80	a		a
2	T3	89.20	a	b	a
3	T1	78.00	a	b	a
4	T0	64.20		b	a

$$Sx = \pm 20.36$$

En el cuadro 18, la prueba de Duncan al 5 % aplicada en la etapa de crecimiento para la ganancia de peso de los cuyes hembras, presenta dos categorías: a y b donde las mayores ganancias de peso significativo se observan en los tratamientos T2, T3 y T1 de la categoría (a) con promedios de 110.80, 89.20 g y 78.00 g siendo estadísticamente mayor que el T0; mientras aplicando la prueba de Duncan al 1 %, presenta una sola categoría: a, siendo estadísticamente no significativo porque todos pertenecen a la categoría (a).

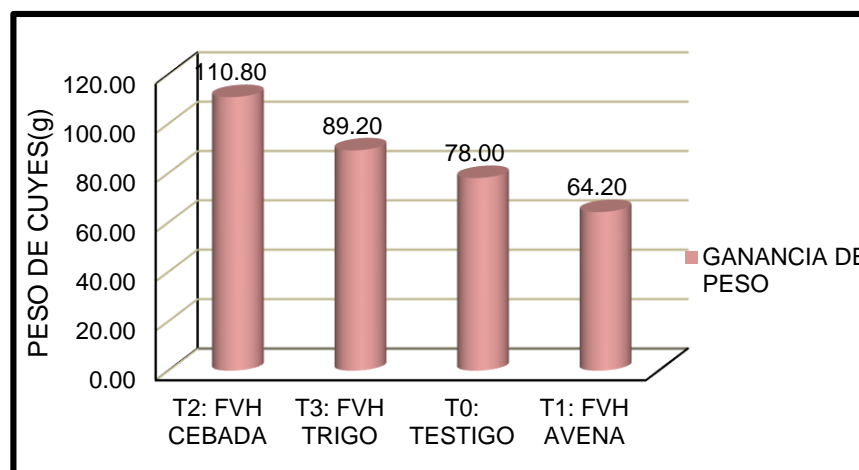


Gráfico 2. Promedio de la ganancia de peso de los cuyes hembras.

En el gráfico 2, se muestran las medias de la ganancia de peso de los cuyes hembras en la etapa de crecimiento, en donde se aprecia la mayor ganancia de peso al utilizar el forraje verde hidropónico de cebada correspondiente al tratamiento dos (T2) con un promedio de 110.80 g y la menor ganancia de peso lo obtuvo el tratamiento uno (T1) con un promedio de 64.20 g, registrándose una diferencia de 46.60 g de la relación entre el tratamiento de mayor y menor peso ganado.

#### 4.1.2. Ganancia de peso de los cuyes machos y hembras en la etapa de engorde, comprendidos (41 - 90 días de edad).

A continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan interpretados estadísticamente con la representación gráfica respectiva.

Cuadro 19. Análisis de Varianza para la ganancia de peso de los cuyes machos en la etapa de engorde.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	37396.000	12465.333	3.350 *	3.24	5.29
Error	16	59544.800	3721.550			
TOTAL	19	96940.800				

\* = significativo

$\bar{Y} = 447.40$  g

CV= 2.88 %

Se muestra en el cuadro 19, el Análisis de Varianza (ANVA) que corresponde a la etapa de engorde, que hubo diferencias estadísticas significativas al 5 % entre tratamientos con respecto a la evaluación de los cuyes machos. El coeficiente de variabilidad es de 2.88 % y el promedio de los tratamientos 447.40 g.

Cuadro 20. Prueba de significación de Duncan para la ganancia de peso de los cuyes machos en la etapa de engorde.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS GANANCIA DE PESO (g)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN		
			$\alpha = 0.05$		$\alpha = 0.01$
			1	2	1
1	T2	482.00	a		a
2	T3	472.80	a		a
3	T1	461.20	a		a
4	T0	373.60		b	a

Sx=  $\pm 38.58$

Según el cuadro 20, la prueba de Duncan al nivel de significación de 5 %, en la evaluación de ganancia de peso de los cuyes machos, se detectaron dos categorías de significación en la etapa de engorde. Los mayores promedios de ganancia de peso, muestran los tratamientos dos (T2), tres (T3) y uno (T1) con promedios de 482.00 g, 472.80 g y 461.20 g en su orden, al ubicarse en la categoría (a),

no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, pero son superiores estadísticamente al tratamiento testigo (T0) con promedio de 373.60 g de la categoría (b). Al 1 % no muestra significancia entre los tratamientos.

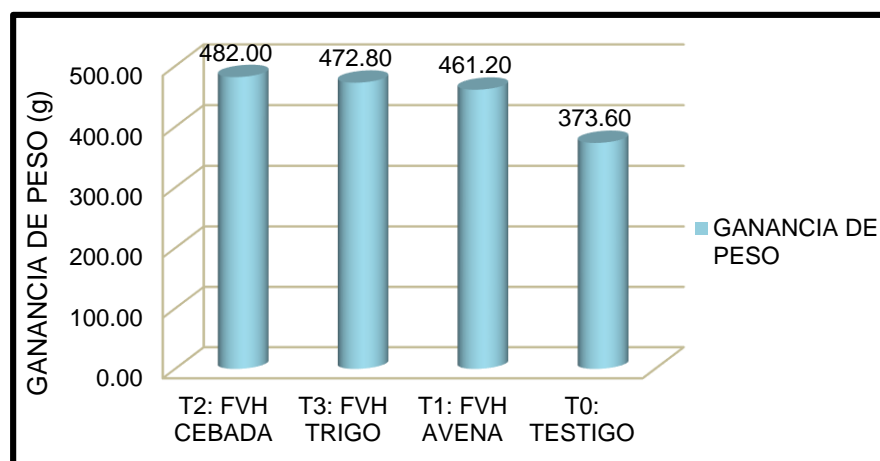


Gráfico 3. Promedio de la ganancia de peso de cuyes machos.

En el gráfico 3, se muestran las medias de la ganancia de peso de los cuyes machos en la etapa de engorde, en donde se aprecia la mayor ganancia de peso al utilizar el forraje verde hidropónico de cebada correspondiente al tratamiento dos (T2) con un promedio de 482.00 g y la menor ganancia de peso lo obtuvo el tratamiento testigo (T0) con un promedio de 373.60 g, registrándose una diferencia de 108.4 g de la relación entre el tratamiento de mayor y menor peso ganado.

Cuadro 21. Análisis de Varianza para la ganancia de peso de los cuyes hembras en la etapa de engorde.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	49299.400	16433.133	4.919 *	3.24	5.29
Error	16	53453.600	3340.850			
TOTAL	19	102753.000				

\* = significativo

$\bar{Y}$  = 429.50 g

CV= 2.79 %

Se muestra en el cuadro 21, el Análisis de Varianza (ANVA) que corresponde a la etapa de engorde, que hubo diferencias estadísticas significativas al 5 % entre tratamientos con respecto a la evaluación de los cuyes hembras. El coeficiente de variabilidad es de 2.79 % y el promedio de los tratamientos 429.50 g.

Cuadro 22. Prueba de significación de Duncan para la ganancia de peso de los cuyes hembras en la etapa de engorde.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS GANANCIA DE PESO (g)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN			
			$\alpha = 0.05$		$\alpha = 0.01$	
		1	2	1	2	
1	T2	489.80	a		a	
2	T3	458.00	a		a	b
3	T1	412.20	a	b	a	b
4	T0	358.00		b		b

$$S_x = \pm 36.56$$

En el cuadro 22, la prueba de Duncan a los niveles de significación de 5 % y 1 %, aplicada en la etapa de engorde en la evaluación de ganancia de peso de los cuyes hembras, se detectaron dos categorías, los mayores promedios se muestran en los tratamientos dos (T2), tres (T3) y uno (T1) con promedios de 489.80 g, 458.00 g y 412.20 g en su orden, al ubicarse en la categoría (a), no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí mismo, pero son superiores estadísticamente al tratamiento testigo (T0) con promedio de 358.00 g de la categoría (b).



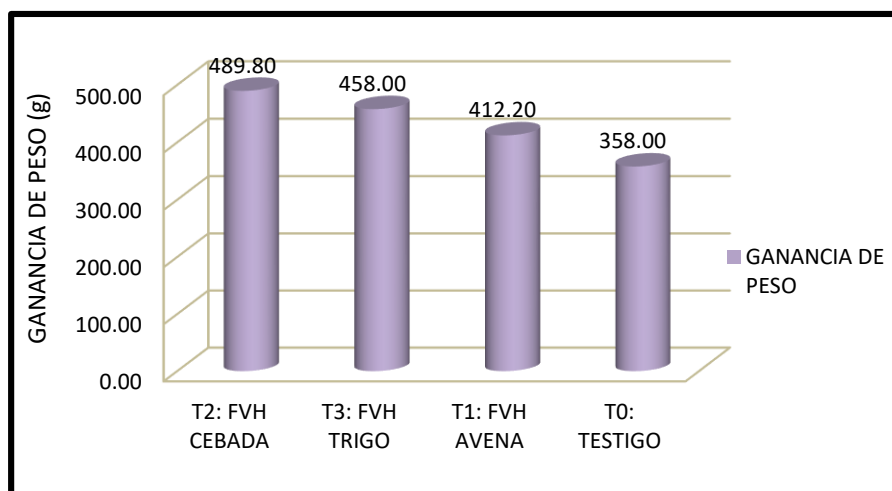


Gráfico 4. Promedio de la ganancia de peso de cuyes machos.

En el gráfico 4, se muestran las medias de la ganancia de peso de los cuyes machos en la etapa de engorde, en donde se aprecia la mayor ganancia de peso al utilizar el forraje verde hidropónico de cebada correspondiente al tratamiento dos (T2) con un promedio de 489.80 g y la menor ganancia de peso lo obtuvo el tratamiento testigo (T0) con un promedio de 358.00 g, registrándose una diferencia de 131.80 g de la relación entre el tratamiento de mayor y menor peso ganado.

#### 4.1.3. Ganancia de peso total de los cuyes machos y hembras durante las etapas de crecimiento y engorde, comprendidos (21 - 90 días de edad).

A continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan interpretados estadísticamente con la representación gráfica respectiva.

Cuadro 23. Análisis de Varianza para la ganancia de peso total de los cuyes machos durante las etapas de crecimiento y engorde.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	87484.550	29161.517	4.168 *	3.24	5.29
Error	16	111939.200	6996.200			
TOTAL	19	199423.750				

\* = significativo

$\bar{Y} = 551.25$  g

CV= 3.56 %

Se muestra en el cuadro 23, el Análisis de Varianza (ANVA) que corresponde a las etapas de crecimiento y engorde, que hubo diferencias estadísticas significativas al 5 % entre tratamientos con respecto a la evaluación de los cuyes machos. El coeficiente de variabilidad es de 3.56 % y el promedio de los tratamientos 551.25 g.

Cuadro 24. Prueba de significación de Duncan para la ganancia de peso total de los cuyes machos durante las etapas de crecimiento y engorde.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN			
			GANANCIA DE PESO (g)	$\alpha = 0.05$		$\alpha = 0.01$
		1		2	1	2
1	T2	638.20	a		a	
2	T3	569.00	a	b	a	b
3	T1	544.40	a	b	a	b
4	T0	453.40		b		b

$S_x = \pm 52.90$

En el cuadro 24, la prueba de Duncan a los niveles de significación de 5 % y 1 %, aplicada en las etapas de crecimiento y engorde en la evaluación de ganancia de peso total de los cuyes machos, presenta dos categorías y se observan los mayores ganancias de peso promedio en los tratamientos dos (T2), tres (T3) y uno (T1) con

promedios de 638.20 g, 569.00 g y 544.40 g en su orden, y se ubican en la categoría (a), son iguales estadísticamente, pero presentaron diferencias estadísticas significativas con respecto al tratamiento testigo (T0) con promedio de 453.40 g de la categoría (b).

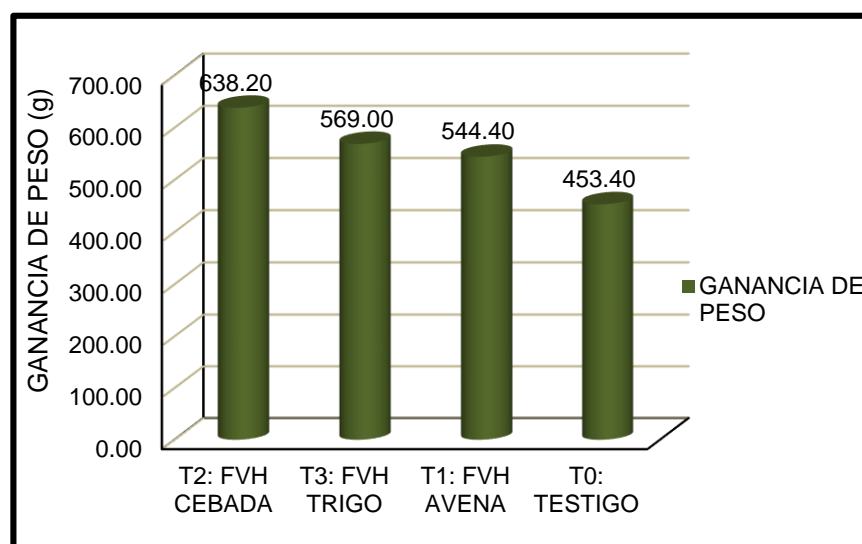


Gráfico 5. Promedio de la ganancia de peso total de los cuyes machos.

En el gráfico 5, se muestran los promedios de la ganancia de peso total de los cuyes machos en las etapas de crecimiento y engorde, en ello se observa la mayor ganancia de peso promedio en el tratamiento dos (T2) con un promedio de 638.2 g que corresponde al forraje verde hidropónico de cebada; y la menor ganancia de peso promedio en el tratamiento testigo (T0) con un promedio de 64.20 g, registrándose una diferencia de 184.80 g de la relación entre el tratamiento de mayor y menor peso.

Cuadro 25. Análisis de Varianza para la ganancia de peso total de los cuyes hembras durante las etapas de crecimiento y engorde.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	80475.750	26825.250	6.687**	3.24	5.29
Error	16	64183.200	4011.450			
TOTAL	19	144658.950				

\*\* = altamente significativo

$$\bar{Y} = 515.05 \text{ g}$$

$$CV = 2.79 \%$$

Según los valores del Análisis de Varianza (ANVA), que se muestran en el cuadro 25, presentan diferencias estadísticas altamente significativas al 1 % entre tratamientos en las etapas de crecimiento y engorde con respecto a la ganancia de peso total de los cuyes hembras. El coeficiente de variabilidad fue 2.79 % y el promedio de los tratamientos 515.05 g.

Cuadro 26. Prueba de significación de Duncan para la ganancia de peso total de los cuyes hembras durante las etapas de crecimiento y engorde.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS GANANCIA DE PESO (g)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN			
			$\alpha = 0.05$		$\alpha = 0.01$	
		1	2	3	1	2
1	T2	600.60	a			a
2	T3	547.20	a	b		a b
3	T1	476.40		b	c	b
4	T0	436.00			c	b

$$S_x = \pm 40.06$$

En el cuadro 26 se visualiza la prueba de Duncan al 5 % para la evaluación de ganancia de peso total de los cuyes hembras que corresponde a las etapas de crecimiento y engorde, se presentan tres categorías, donde los mayores promedios de ganancia de peso,

muestran los tratamiento dos (T2) y tres (T3) con 600.60 g y 547.20 g de la categoría (a), no presentaron diferencias significativas entre sí, pero siendo estadísticamente superiores que los tratamientos uno (T1) y testigo (T0), quedando en la categoría (c).

En la prueba de Duncan al 1 % para la ganancia de peso total de los cuyes hembras, presenta dos categorías, los mayores promedios de ganancia de peso se observan en los tratamientos dos (T2) y tres (T3) con promedios 600.60 g y 547.20 g, ubicados en la categoría (a) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre si, pero fueron superiores por alta diferencia estadística a los tratamientos uno (T1) y testigo (T0), que se ubican en la categoría (b).

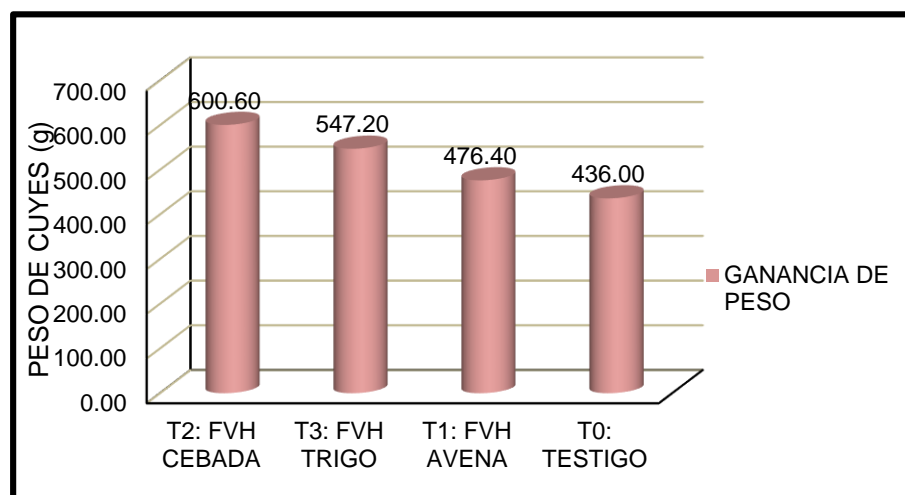


Grafico 6. Promedio de la ganancia de peso total de los cuyes hembras.

En el gráfico 6, se muestran los promedios de la ganancia de peso total de los cuyes hembras en las etapas de crecimiento y engorde, la mejor ganancia de peso fue al utilizar el forraje verde hidropónico de cebada correspondiente al tratamiento dos (T2) con un promedio de 600.60 g y la menor ganancia de peso lo obtuvo el tratamiento uno (T1) con un promedio de 436.00 g, registrándose una diferencia de 164.60 g de la relación entre el tratamiento de mayor y menor peso ganado.

## 4.2. ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS CUYES

Los promedios obtenidos de la conversión alimenticia en las etapas de crecimiento y engorde; y promedio de la conversión alimenticia total durante las etapas de crecimiento y engorde para los cuyes machos y hembras se indican en el cuadro 16 del anexo.

### 4.2.1. Conversión alimenticia de los cuyes machos y hembras durante la etapa de crecimiento comprendidos (21-41 días de edad).

A continuación el Análisis de Varianza (ANVA) para la conversión alimenticia de los cuyes durante la etapa de crecimiento bajo el efecto del uso de los forrajes verde hidropónico en la alimentación; y la prueba de significación de Duncan interpretados estadísticamente con la representación gráfica respectiva.

Cuadro 27. Análisis de Varianza (ANVA) para la conversión alimenticia de los cuyes machos en la etapa de crecimiento.

Fuente De Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	105.149	35.050	6,307**	3.24	5.29
Error	16	88.921	5.558			
TOTAL	19	194.70				

\*\* = altamente significativo

$\bar{Y} = 5.74$

CV= 0.98 %

Según el Análisis de Varianza (ANVA) que se reporta en el cuadro 27, la conversión alimenticia evaluada de los cuyes machos durante la etapa de crecimiento, registró diferencias estadísticas altamente significativas al 1 % entre las medias de los tratamientos. Resultados alcanzados con un coeficiente de variación de 0.98 % y el promedio de los tratamientos de 5.74.

Cuadro 28. Prueba de significación de Duncan al 5 % y 1% para la conversión alimenticia de los cuyes machos en la etapa de crecimiento.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS CONVERSIÓN ALIMENTICIA	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN			
			$\alpha = 0.05$		$\alpha = 0.01$	
		1	2	1	2	
1	T2	3.069	a		a	
2	T3	4.009	a		a	
3	T0	7.193		b		b
4	T1	8.705		b		b

$$S_x = \pm 1.491$$

En el cuadro 28, al efectuar la prueba de Duncan al 5 % y 1%, para la conversión alimenticia de los cuyes machos en la etapa de crecimiento, se distinguen dos rangos de significación estadística entre las medias de los tratamientos, se observan los mejores promedios de conversión alimenticia en los tratamientos (T2) y (T3) con índices de 3.069 y 4.009 puntos respectivamente, estadísticamente son iguales ya que ambos pertenecen al rango (a), pero superaron por alta diferencia de significación estadística a los tratamientos (T0) y (T1) del rango (b) con índices de 7.193 y 8.705 puntos respectivamente, quiere decir que para obtener un Kg de ganancia de peso en cuyes machos en la etapa de crecimiento se necesitan 3.069 y 4.009 Kg materia seca de FVH de cebada y trigo, siendo los mejores índices de conversión alimenticia.

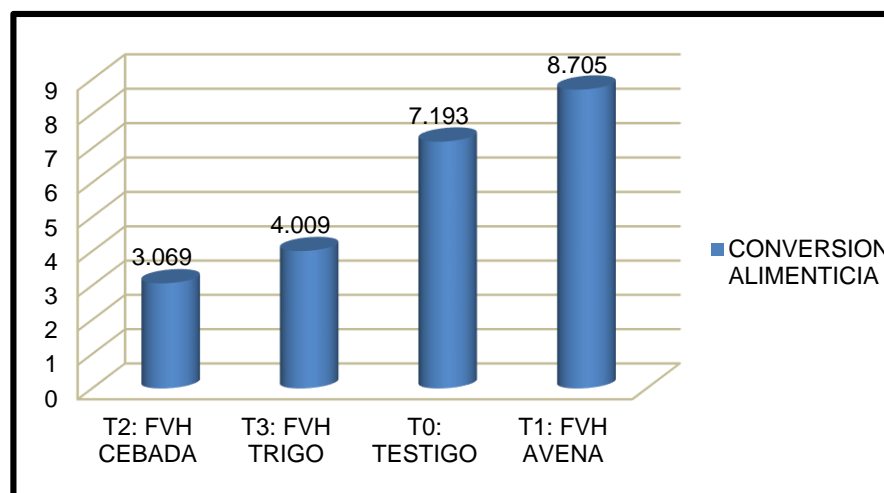


Grafico 7. Medias de la conversión alimenticia de los cuyes machos en la etapa de crecimiento.

En el gráfico 7 se observan las medias para cada uno de los tratamientos, la conversión alimenticia fue más eficaz en los animales que recibieron alimentación de forraje verde hidropónico de cebada (T2), destacándose del resto de tratamientos en estudio, por cuanto la disminución del índice de conversión alimenticia está relacionada con la mayor ganancia de peso.

Cuadro 29. Análisis de Varianza (ANVA) para la conversión alimenticia de los cuyes hembras en la etapa de crecimiento.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	65.090	21.697	4.515*	3.24	5.29
Error	16	76.882	4.805			
TOTAL	19	141.972				

\* = significativo

$$\bar{Y} = 5.73$$

$$CV = 0.91 \%$$

En el cuadro 29, se presenta el análisis de varianza (ANVA) para la conversión alimenticia de los cuyes hembras en la etapa de crecimiento, el mismo que registró diferencias estadísticas significativas al 5 % entre las medias de los tratamientos.



El coeficiente de variación fue 0.91 % y el promedio de los tratamientos 5.73.

Cuadro 30. Prueba de significación de Duncan para la conversión alimenticia de los cuyes hembras en la etapa de crecimiento.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS CONVERSIÓN ALIMENTICIA	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN			
			$\alpha = 0.05$			$\alpha = 0.01$
			1	2	3	1
1	T2	3.547	a			a
2	T3	4.381	a	b		a
3	T0	7.222		b	c	a
4	T1	7.781			c	a

$S_x = \pm 1.386$

En la prueba de Duncan al 5 %, que se señala en el cuadro 30, para la conversión alimenticia de los cuyes hembras en la etapa de crecimiento, se distinguen tres rangos de significación estadística entre las medias de los tratamientos: a, b y c, se observan que los tratamientos dos (T2) y tres (T3) del rango (a) con índices de 3.547 y 4.381 puntos respectivamente, no presentan diferencias estadísticas significativas, pero son superiores estadísticamente a los tratamientos (T0) y (T1) con índices de 7.222 y 7.781 puntos del rango (c); los menores valores presentaron los más eficientes índices de conversión alimenticia, quiere decir que para obtener un Kg de ganancia de peso en cuyes hembras en la etapa de crecimiento se necesitan 3.547 y 4.381 Kg materia seca de FVH de cebada y trigo.

Al nivel de 1 %, se distingue solo el rango (a) para los tratamientos uno (T1), testigo (T0), tres (T3) y dos (T2), no mostraron diferencias estadísticas significativas y se deduce que estadísticamente son iguales.

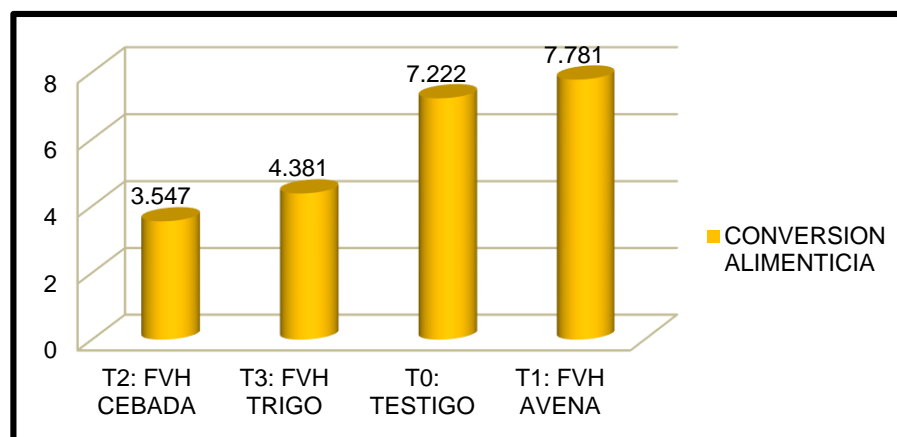


Gráfico 8. Medias de la conversión alimenticia de los cuyes hembras en la etapa de crecimiento.

A manera de referencia se presenta en el gráfico 8, las medias de la conversión alimenticia de los cuyes hembras en la etapa de crecimiento, en donde se aprecia que obtuvo el mejor índice frente a los demás tratamientos, fueron los animales que recibieron en su dieta diaria el forraje verde hidropónico de cebada correspondiente al tratamiento (T2) con 3.547 puntos con una diferencia de 4.234 puntos con respecto al tratamiento uno (T1).

#### 4.2.2. Conversión alimenticia de los cuyes machos y hembras en la etapa de engorde comprendidos (41 - 90 días de edad).

A continuación el ANVA y la prueba de Duncan interpretados estadísticamente con la representación gráfica respectiva.

Cuadro 31. Análisis de Varianza para la conversión alimenticia de los cuyes machos en la etapa de engorde.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	39.821	13.274	11.791**	3.24	5.29
Error	16	18.011	1.126			
TOTAL	19	57.832				

\*\* = altamente significativo

$\bar{Y} = 6.238$

CV= 0.42 %

Se muestra en el cuadro 31, el análisis de varianza (ANVA) que corresponde a la etapa de engorde, que se presentó diferencias estadísticas altamente significativas al 1 % entre tratamientos con respecto a la evaluación de conversión alimenticia de los cuyes machos. El coeficiente de variación fue 0.42 % y el promedio de los tratamientos 6.238.

Cuadro 32. Prueba de significación de Duncan para la conversión alimenticia de los cuyes machos en la etapa de engorde.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS CONVERSIÓN ALIMENTICIA	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN				
			$\alpha = 0.05$		$\alpha = 0.01$		
		1	2	3	1	2	
1	T2	4.861	a			a	
2	T3	5.144	a	b		a	
3	T1	6.521		b		a	b
4	T0	8.427			c		b

$$S_x = \pm 0.671$$

Según el cuadro 32, la prueba de Duncan al 5 %, para la conversión alimenticia de los cuyes machos en la etapa de engorde, se distinguen tres rangos, donde mostraron el nivel de significancia los tratamientos dos (T2) y tres (T3) con medias de 4.861 y 5.144 puntos, pertenecientes al rango (a), frente al tratamiento uno (T1) con media de 6.521 puntos del rango (b) y al tratamiento testigo (T0) con medias de 8.427 puntos del rango (c).

La prueba al 1 %, las medias de los tratamientos dos (T2), tres (T3) y uno (T1) con medias de 4.861, 5.144 y 6.521 puntos, pertenecientes al rango (a) estadísticamente son iguales, pero mostraron una alta diferencia de significación estadística frente al tratamiento testigo (T0) del rango (b), los valores más bajos son los más eficientes índices de conversión alimenticia, quiere decir que para obtener un Kg de ganancia de peso en cuyes machos en la

etapa de engorde se necesitan 4.861 y 5.144 Kg materia seca de FVH de cebada y trigo.

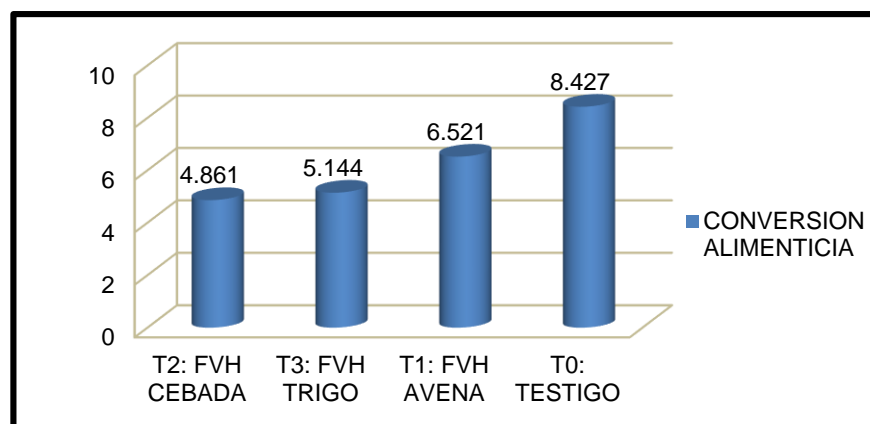


Gráfico 9. Promedio de la conversión alimenticia de los cuyes machos.

En el gráfico 9, se muestra que, la conversión alimenticia más eficiente alcanzado en la etapa de engorde fue para el tratamiento dos (T2) con 4.861 puntos, en donde se necesitó menor cantidad de forraje para producir mayor cantidad de carne en el animal, por lo que el menor valor está dado por la mejor ganancia de peso del animal.

Cuadro 33. Análisis de Varianza para la conversión alimenticia de los cuyes hembras en la etapa de engorde.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	40.194	13.398	25.880*	3.24	5.29
Error	16	8.283	0.518			
TOTAL	19	48.477				

\*\* = altamente significativo

$\bar{Y} = 6.090$

CV= 0.29 %

En el Análisis de Varianza (ANVA) que se muestran en el cuadro 33, se registran que hubo diferencias estadísticas altamente

significativas al 1 % entre tratamientos en cuanto a la evaluación de conversión alimenticia de la etapa de engorde de los cuyes hembras. El coeficiente de variación fue 0.29 % y el promedio de los tratamientos 6.090.

Cuadro 34. Prueba de significación de Duncan para la conversión alimenticia de los cuyes hembras en la etapa de engorde.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS CONVERSIÓN ALIMENTICIA	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN			
			$\alpha = 0.05$		$\alpha = 0.01$	
		1	2	3	1	2
1	T2	4.552	a			a
2	T3	4.956	a			a
3	T1	6.785		b		b
4	T0	8.066			c	b

$$S_x = \pm 0.455$$

En el cuadro 34, al realizar la prueba de Duncan al 5 %, para la conversión alimenticia de los cuyes hembras en la etapa de engorde, se distinguen tres rangos de significación estadística entre las medias de los tratamiento: a, b y c, se observan los mejores índices de conversión alimenticia en los tratamientos dos (T2) y tres (T3) del rango (a) con índices de 4.552 y 4.956 puntos, mostraron diferencia de significación estadística frente a los tratamientos uno (T1) con 6.785 puntos del rango (b); y testigo (T0) del rango (c) con índices de 6.785 y 8.066 puntos respectivamente, quiere decir que para obtener un Kg de ganancia de peso en los cuyes machos en la etapa de engorde se necesitan 4.552 y 4.956 Kg materia seca de FVH cebada y trigo, siendo los mejores índices de conversión alimenticia en el presente estudio de la investigación.

En la prueba de Duncan al 1 %, se distinguen dos rangos de significación estadística entre las medias de los tratamiento: a y b, se observa los mayores índices de conversión alimenticia en los tratamientos tres (T3) y dos (T2) del rango (a) con índices de 4.552 y

4.956 puntos respectivamente, superaron por alta diferencia de significación estadística a los tratamientos uno (T1) y testigo (T0) del rango (b) con índices de 6.785 y 8.066 puntos respectivamente.

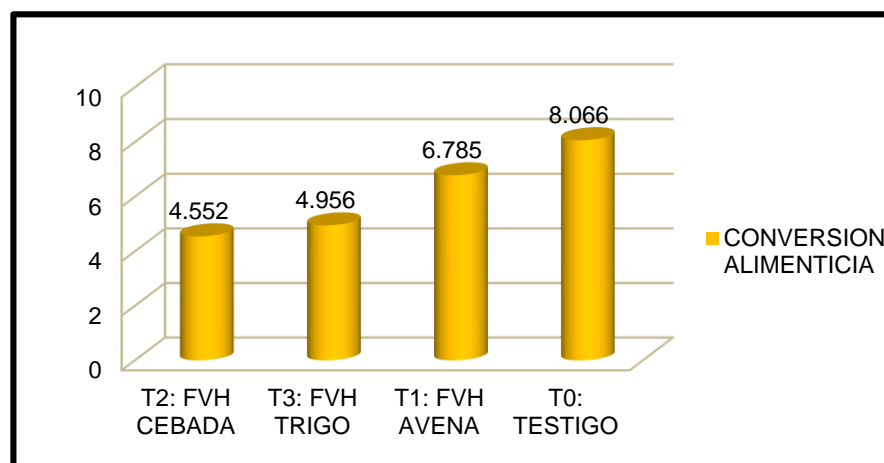


Gráfico 10. Promedio de la conversión alimenticia de los cuyes hembras.

A manera referencia se presenta en el gráfico 10 las medias de la conversión alimenticia de los cuyes hembras en la etapa de engorde, en donde se aprecia que obtuvo el mejor índice fue el tratamiento dos (T2) con 4.552 puntos con una diferencia de 3.514 puntos con respecto al tratamiento testigo (T0).

#### 4.2.3. Conversión alimenticia total de los cuyes machos y hembras durante las etapas de crecimiento y engorde (21 - 90 días de edad).

A continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan interpretados estadísticamente con la representación gráfica respectiva.

Cuadro 35. Análisis de Varianza para la conversión alimenticia total de los cuyes machos durante las etapas de crecimiento y engorde.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	44.170	14.723	13.450**	3.24	5.29
Error	16	17.514	1.095			
TOTAL	19	61.684				

\*\* = altamente significativo

$$\bar{Y} = 6.630$$

$$CV = 0.41 \%$$

Se muestra en el cuadro 35, el análisis de varianza (ANVA) que corresponde a las etapas de crecimiento y engorde, que se presentó diferencias estadísticas altamente significativas al 1 % entre tratamientos con respecto a la evaluación de conversión alimenticia total de los cuyes machos. El coeficiente de variación fue 0.41 % y el promedio de los tratamientos 6.630.

Cuadro 36. Prueba de significación de Duncan para la conversión alimenticia total de los cuyes machos en las etapas de crecimiento y engorde.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS CONVERSIÓN ALIMENTICIA	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN					
			$\alpha = 0.05$			$\alpha = 0.05$		
		1	2	3	1	2	3	
1	T2	5.044	a			a		
2	T3	5.460	a			a	b	
3	T1	7.247		b			b	c
4	T0	8.767			c			c

$$S_x = \pm 0.662$$

Según el cuadro 36, la prueba de Duncan al 5 %, para la conversión alimenticia total de los cuyes machos, presenta tres rangos, donde mostraron nivel de significancia los tratamientos dos (T2) y tres (T3) con medias de 5.044 y 5.460 puntos, pertenecientes al rango (a),

frente al tratamiento uno (T1) con media de 7.247 del rango (b); testigo (T0) con media de 8,767 puntos, del rango (c).

La prueba al 1 %, presenta tres rangos de significancia, las medias de los tratamientos tres (T3) y (T2) con medias de 5.044 y 5.460 puntos, pertenecientes al rango (a) estadísticamente son iguales, pero mostraron una alta diferencia de significación estadística frente a los tratamientos uno (T1) y testigo (T0) del rango (c), quiere decir que para obtener un Kg de ganancia de peso en cuyes machos durante las etapas de crecimiento y engorde se necesitan 5.460 y 5.044 Kg materia seca de FVH de trigo y cebada, siendo los mejores índices de conversión alimenticia.

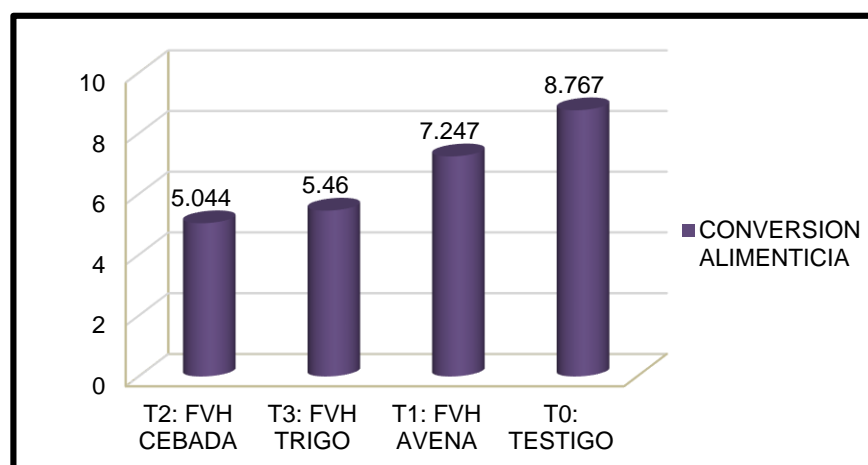


Gráfico 11. Promedio de la conversión alimenticia total de los cuyes machos.

En el gráfico 11, se muestra el mejor índice de conversión alimenticia en el tratamiento dos (T2) con 5.044, en donde se necesitó menor cantidad de forraje para producir mayor cantidad de carne en el animal, durante las etapas de crecimiento y engorde.



Cuadro 37. Análisis de Varianza para la conversión alimenticia total de los cuyes hembras durante las etapas de crecimiento y engorde.

Fuente de Variabilidad	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculado	Fisher Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	46.867	15.622	23.709**	3.24	5.29
Error	16	10.543	0.659			
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>57.410</b>				

\*\* = altamente significativo

$$\bar{Y} = 6.485$$

$$CV = 0.32 \%$$

En el Análisis de Varianza (ANVA) que se muestran en el cuadro 37, se registran que hubo diferencias estadísticas altamente significativas al 1 % entre tratamientos en cuanto a la evaluación de conversión alimenticia total en las etapas de crecimiento y engorde de los cuyes hembras. El coeficiente de variación fue 0.32 % y el promedio de los tratamientos 6.485.

Cuadro 38. Prueba de significación de Duncan para la conversión alimenticia total de los cuyes hembras durante las etapas de crecimiento y engorde.

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO	PROMEDIOS	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN			
		CONVERSIÓN ALIMENTICIA	$\alpha = 0.05$		$\alpha = 0.01$	
			1	2	1	2
1	T2	4.733	a		a	
2	T3	5.291	a		a	
3	T1	7.436		b		b
4	T0	8.479		b		b

$$S_x = \pm 0.513$$

En el cuadro 38, al realizar las prueba de Duncan al 5 % y 1 %, para la conversión alimenticia total de los cuyes hembras en las etapas de crecimiento y engorde, se distinguen dos rangos de significación estadística entre las medias de los tratamiento: a y b, se observan los mejores índices de conversión alimenticia en los tratamientos dos

(T2) y tres (T3) del rango (a) con índices de y 4.733 y 5.291 puntos, mostraron una alta diferencia de significación estadística frente a los tratamientos uno (T1) y testigo (T0) con índices de 7.436 y 8.479 puntos, respectivamente del rango (b); quiere decir que para obtener un Kg de ganancia de peso en los cuyes machos en la etapa de crecimiento se necesitan 4.733 y 5.291 Kg materia seca de FVH de cebada y trigo, siendo los mejores índices de conversión alimenticia en la presente investigación.

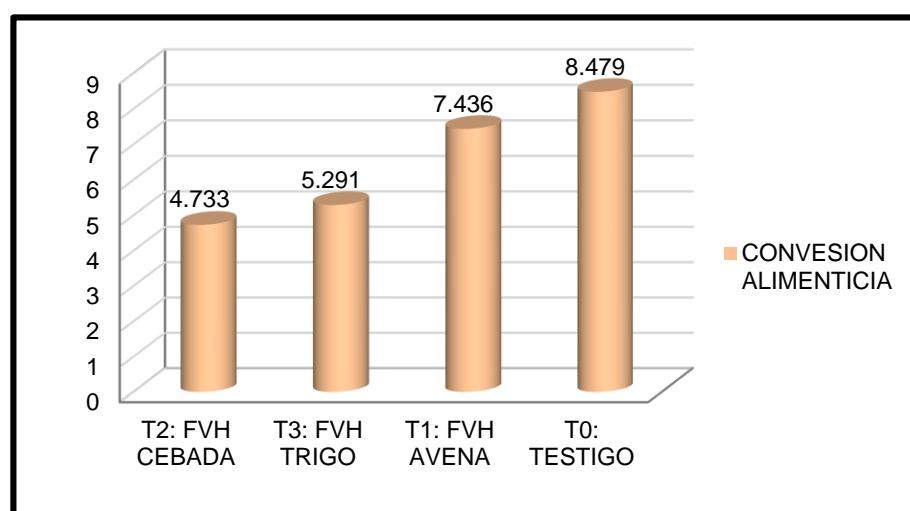


Gráfico 12. Promedio de la conversión alimenticia total de los cuyes hembras.

A manera de referencia se presenta en el gráfico 12 las medias de la conversión alimenticia total de los cuyes hembras durante las etapas de crecimiento y engorde, en donde se aprecia que logró mayor eficiencia de conversión alimenticia a los cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de cebada (T2) con índice de 4.733 puntos con una diferencia de 3.746 puntos con respecto al tratamiento testigo (T0).

### 4.3. RENDIMIENTO DE LA CARCASA DE LOS CUYES

El rendimiento de la carcasa se determinó mediante el uso de la fórmula mostrada anteriormente.

#### 4.3.1. Rendimiento de la carcasa de los cuyes machos

Los datos de los pesos de la carcasa de los cuyes machos se muestran en el cuadro 17 del anexo.

Cuadro 39. Porcentaje de rendimiento de la carcasa de los cuyes machos.

TRATAMIENTO	R. DE LA CARCASA
T2	70.93 %
T3	68.46 %
T1	64.23 %
T0	61.34 %

En el cuadro 39, se observa el rendimiento de la carcasa de los cuyes machos a los 3 meses de edad, donde se muestra el mayor porcentaje de rendimiento a la canal en el tratamiento dos (T2) con 70.93 % para los cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de cebada, por lo tanto se asigna al que obtuvo menor porcentaje de rendimiento a la canal al tratamiento testigo (T0) con 61.34 %, correspondiente a los cuyes alimentados con forraje de la granja del CIFO, existiendo una diferencia de 8.95 % entre el mayor y menor porcentaje de rendimiento de los tratamientos. Grafico 13.

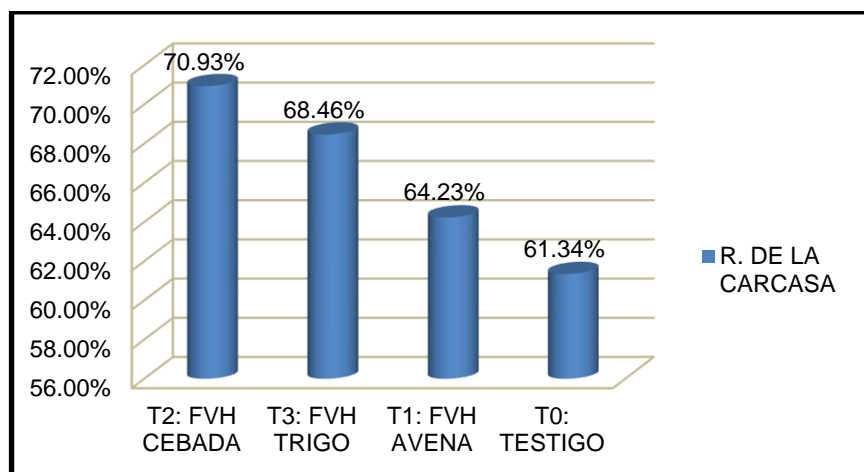


Gráfico 13. Rendimiento de la carcasa de los cuyes hembras.

#### 4.3.2. Rendimiento de la carcasa de los cuyes hembras

Los datos de los pesos de la carcasa de los cuyes hembras se muestran en el cuadro 18 del anexo.

Cuadro 40. Porcentaje de rendimiento de la carcasa de los cuyes hembras.

TRATAMIENTO	R. DE LA CARCASA
T2	69.06 %
T3	67.32 %
T1	63.67 %
T0	60.11 %

El mejor porcentaje de rendimiento de la carcasa de cuyes hembras al finalizar los 70 días de experimentación y con una edad de 3 meses, presentaron los cuyes alimentados con forraje verde hidropónico que corresponden al tratamiento dos (T2) con 69.06 %, el cual superó al Tratamiento testigo (T0) que obtuvo 60.11 %, existiendo una diferencia entre ello de 9.59 %. Cuadro 37, Grafico 14.

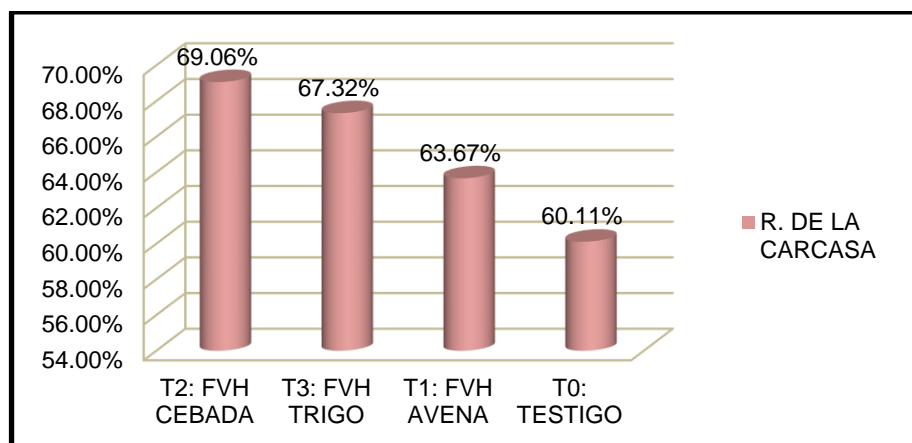


Gráfico 14. Rendimiento de la carcasa de los cuyes hembras.

#### 4.4. ÍNDICE DE BENEFICIO - COSTO DE LOS CUYES

Los ingresos se estimaron considerando que el precio de venta en el mercado de los animales en pie, con un peso promedio de 1000 g es de S/. 25.00. Los pesos promedios obtenidos de los cuyes machos y hembras con respecto al valor mencionado se calculó el precio de venta por animal de cada tratamiento y para calcular el ingreso total por tratamiento se multiplicó el precio de venta por la cantidad de animales.

Luego de determinar los costos totales de inversión y los ingresos totales de la producción de los cuyes machos y hembras como se muestran en los cuadros 30 al 35 del anexo, se determinaron los índices de Beneficio/Costo para cada tratamiento en estudio.

##### 4.4.1. Beneficio/Costo para los cuyes machos

Cuadro 41. Resumen del Beneficio/Costo para los cuyes machos.

TRATAMIENTO	BENEFICIO/COSTO
T2	1.28
T0	1.19
T3	1.06
T1	1.01

Mediante un análisis económico realizado a través de un indicador Beneficio/Costo, se determinó que la mayor rentabilidad en los cuyes machos se consiguió en el tratamiento (T2) mediante la utilización del forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de los cuyes, con un beneficio costo de 1.28 que determina que por cada sol invertido se tiene una utilidad de 28 centavos (28 % de rentabilidad), seguido los tratamientos tres (T0) y testigo (T3) con índices de beneficio/costo de 1.19 y 1.06 respectivamente, mientras que la menor rentabilidad se registró en el tratamiento uno (T1) cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de avena, cuyo costo/ beneficio fue de 1.01, por lo que se establece que al utilizar forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de los cuyes machos se alcanza una rentabilidad superior en 27.00 puntos porcentuales a comparación con el tratamiento de menor rentabilidad. A continuación se muestra el grafico correspondiente.

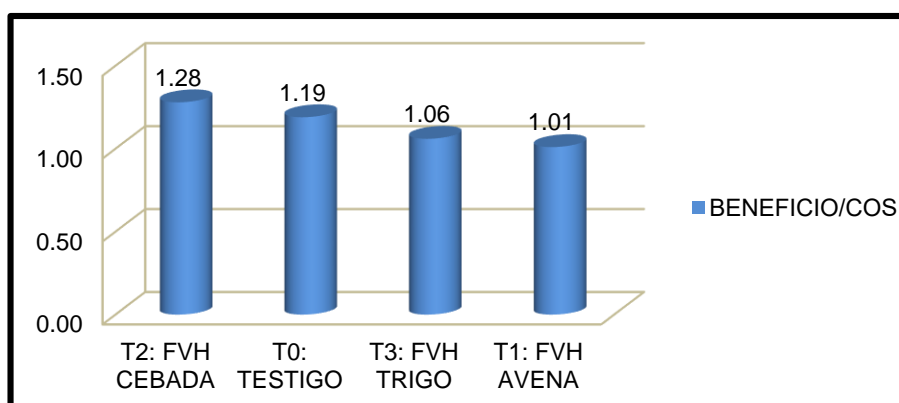


Gráfico 15. Índices de Beneficio/Costo de los cuyes machos.

#### 4.4.2. Beneficio/Costo para los cuyes hembras.

Cuadro 42. Resumen del Beneficio/Costo para los cuyes hembras.

TRATAMIENTO	BENEFICIO/COSTO
T2	1.28
T0	1.21
T3	1.09
T1	0.99

Para los cuyes hembras también se logró la mayor rentabilidad en el tratamiento (T2) con la utilización del forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes, con un beneficio/costo de 1.28, este indicador quiere decir que por cada sol invertido se tiene una utilidad de 28 centavos (28 % de rentabilidad), seguido los tratamientos (T0) y (T3) con índices de beneficio/costo de 1.21 y 1.09 respectivamente, mientras que la menor rentabilidad se registró en el tratamiento uno (T1) cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de avena, cuyo costo/ beneficio fue de 1.09, por lo que se establece que al utilizar forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de los cuyes hembras se alcanza una rentabilidad superior en 29.00 puntos porcentuales a comparación con el tratamiento de menor rentabilidad. A continuación se muestra el grafico correspondiente.

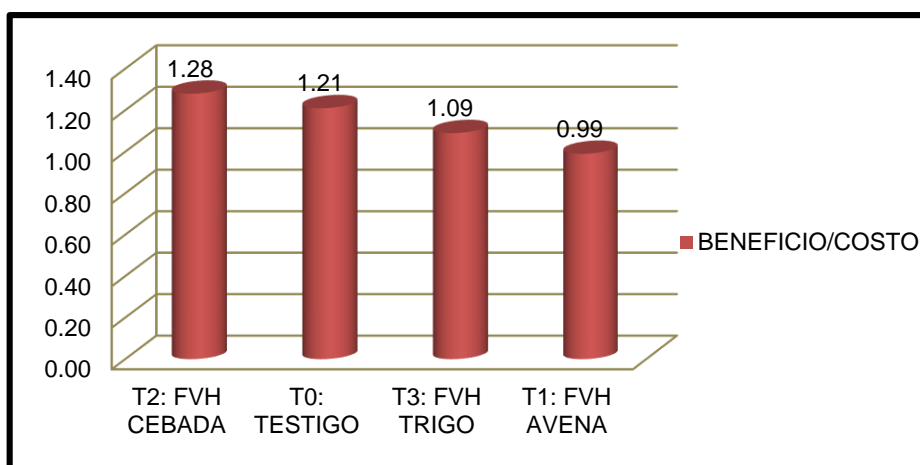


Gráfico 16. Índices de Beneficio/Costo de los cuyes hembras

Con los resultados obtenidos de la relación Costo/Beneficio (cuadros 41 y 42), se deduce que con la utilización de forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de los cuyes se tiene la mayor rentabilidad.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. GANANCIA DE PESO DE LOS CUYES

Los resultados obtenidos en la ganancia de peso total de los cuyes machos durante las etapas de crecimiento y engorde, demuestran la ganancia de peso significativo en los tratamientos T2 (FVH cebada), T3 (FVH trigo) y T1 (FVH avena), mostrando los mayores promedios de 638.20 g, 569.00 g y 544.40 g en su orden. La respuesta en cuanto a la ganancia de peso total de los cuyes hembras, también presentan diferencias estadísticas; registrando los mayores promedios en los tratamientos T2 y T3 con 600.60 g y 547.20 g, respetivamente. Al respecto Gómez (2007), en su estudio, durante las etapas de crecimiento y engorde, logró las mayores ganancias de peso en los tratamientos C0.75, C0.50 y C1.0 con promedios de 636.67, 605.0 y 605.0 g respectivamente. Valores que son similares a los encontrados en la presente investigación y la leve variabilidad se puede decir que está dado por su buena alimentación y a la individualidad genética de los animales.

Por otro lado los promedios obtenidos para la ganancia de peso total en la presente investigación son inferiores a los reportados por Tubón (2013), quien en su investigación durante las etapas de crecimiento y engorde en los cuyes machos registró ganancias de peso promedio de 731.67 g y 677.40 g utilizando como alimento al FVH de cebada y avena respectivamente, muestra diferencia debido al uso de concentrado y al tiempo de evaluación que duró hasta la semana 13 y la presente investigación, solo duró 10 semanas.

Los valores encontrados por diversos investigadores probando este tipo de alimento, demuestran ser valores relativamente altos en comparación a la dieta de otros tipos de FVH, en cuya variable tiene mucho que ver el índice de transformación de alimento que realizan los animales, el valor nutritivo que muestran los alimentos y por la individualidad genética que presenten los semovientes.



## 5.2. ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LOS CUYES

La conversión alimenticia total en los cuyes machos, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas, resaltando los mejores índices de conversión alimenticia en los tratamientos (T2) y (T3) con índice de 5.044 y 5.460 puntos respectivamente. De la misma manera en la determinación de conversión alimenticia total de cuyes hembras en esta etapa, muestran diferencias estadísticas altamente significativas, presentando los índices más eficientes, los tratamientos (T2) y (T3) con promedios de 4.733 y 5.291 puntos, en su orden. Al respecto Rea y Mora (2012), en los estudios realizados con la alimentación de los cuyes a base de diferentes forrajes en cuanto a la variable conversión alimenticia total; reportan resultados en los tratamientos T2 (trigo) con 1.80 y T1 (cebada) con 2.02. Siendo los más eficientes, a los resultados obtenidos en la presente investigación, diferencias que están en función directa al consumo del alimento y ganancia de peso.

Así mismo Shinchiguano (2008), reporta en su estudio sobre la evaluación del efecto de FVH de diferentes cereales en la alimentación de cuyes en lo relacionado a la conversión alimenticia durante las etapas de crecimiento y engorde entre los cuyes machos y hembras, que difirió estadísticamente, presentando los índices más eficientes en los animales alimentados con FVH de cebada y avena, con promedios de CA de 6.60 y 6.77 puntos respectivamente, posteriormente los tratamientos FVH de trigo y vicia con índices de 6.82 y 6.85 puntos.

De acuerdo a los resultados obtenidos por los diferentes autores, como también en nuestros resultados, la conversión alimenticia fue más eficaz en los animales que recibieron alimentación de forraje verde hidropónico de cebada, destacándose del resto de tratamientos de forrajes hidropónicos, por cuanto la disminución del índice de

conversión alimenticia está relacionada con la mayor ganancia de peso.

### **5.3. RENDIMIENTO DE LA CARCASA DE LOS CUYES**

Los resultados del rendimiento de la carcasa en los cuyes machos a los 3 meses de edad, el mayor porcentaje muestra el tratamiento dos (T2) con 70.93 % para los cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de cebada, por lo tanto se asigna al que obtuvo menor porcentaje de rendimiento a la canal al tratamiento testigo (T0) con 61.34 %, correspondiente a los cuyes alimentados con forraje de la granja del CIFO. El mejor porcentaje de rendimiento de la carcasa en cuyes hembras, también lo presentó los cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de cebada que corresponde T2 con 69.06 %, superó al Tratamiento testigo (T0) que obtuvo 60.11 %. Al respecto Cruz y Ortiz (2010), en su estudio con lo referente a la variable rendimiento a la canal o carcasa a los 90 días de edad, obtuvieron resultados de 63.12 % utilizando forraje verde hidropónico cebada (T1) respectivamente. Siendo muy inferior al resultado obtenido en la presente investigación, la diferencia se debe a la individualidad genética que tienen los cuyes para la asimilación de los nutrientes y por el manejo que ha sido sometido a los semovientes en lo que respecta al suministro del alimento.

Por su parte Casa (2008), en cuanto al rendimiento a la Canal o carcasa, al final de las etapas de crecimiento y engorde entre cuyes machos y hembras, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo numéricamente el mejor rendimiento a la canal lo alcanzaron los animales alimentados a base del tratamiento FHA con promedio de 80.48%, seguido por el tratamiento FHC con promedio de 79.6 %. Valores superiores en comparación con la presente investigación y que están determinados por los pesos que obtienen los animales al final del periodo de la investigación y el tiempo que pasaron en la etapa de crecimiento y engorde.

#### 5.4. ÍNDICE DE BENEFICIO - COSTO DE LOS CUYES

Para los cuyes machos y hembras mediante el análisis beneficio - costo se determinó, que la mayor rentabilidad se obtuvo con el suministro de forraje verde hidropónico de cebada en la dieta diaria de los cuyes, correspondiente al tratamiento T2; con un índice beneficio - costo de 1.28, que mostró mayor eficiencia frente a otros tratamientos en estudio. Al respecto Sinchiguano (2008), en su estudio sobre la evaluación de forrajes hidropónicos de diferentes cereales en la alimentación de cuyes, determinó un índice de beneficio - costo de 1.28 para los animales tratados con forrajes verde hidropónicos de cebada, a su vez fue el más eficiente en relación a los demás tratamientos. De la misma manera Gómez (2008), al evaluar la producción de cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, determinó un índice de beneficio costo de 1.27, para los animales alimentados con el Forraje Verde Hidropónico de los tratamientos, C0.50 y M1.0, que resultaron ser los más eficientes. El resultado obtenido por dicho autor es muy cercano al valor obtenido en nuestra investigación, pero cabe resaltar que según nuestro resultado obtenido y en comparación con otros autores que la mejor productividad en estas etapas se obtiene al utilizar Forraje Hidropónico de Cebada, esto puede deberse al mejor al menor costo que tiene la semilla de cebada y a su buena producción (6 kg de FH por kg de siembra) lo que disminuye los costos por alimentación, siendo una buena alternativa para la alimentación de cuyes en estas etapas productivas.

## VI. CONCLUSIONES

De los resultados del presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- La utilización de forraje hidropónico de cebada, trigo y avena en la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde, presentaron los mejores promedios de ganancia de peso total en cuyes machos con 638,20, 569.00 y 544,00 g respectivamente; mientras en los cuyes hembras los mayores ganancias de peso promedio registraron los tratamientos T2 y T3 correspondientes a los forrajes verdes hidropónicos de cebada y trigo con 600.60 y 547.20 g, en su orden.
- En los cuyes machos, los mejores índices de conversión alimenticia se alcanzaron con los tratamientos T3 y T2 con índices de 5.460 y 5.044 puntos en su orden, que resultaron ser eficientes durante las dos etapas; y en los cuyes hembras también los tratamientos T3 y T2 obtuvieron los mejores índices de 5.291 y 4.733.
- En cuanto al rendimiento de la carcasa a los 90 días de edad, el uso del forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de los cuyes machos y hembras presentaron los mejores porcentajes de 70,93 % y 69.06 % respectivamente.
- Económicamente es más rentable utilizar el Forraje Hidropónico de Cebada para la alimentación de cuyes machos y hembras, durante las etapas de crecimiento y engorde, ya que se obtuvo el mayor índice de beneficio/costo con 1.28, que resulta muy significativo, por lo que resulta una alternativa para la dotación de alimento para los cuyes, especialmente cuando se presenta una escasez de forrajes y cuando no se disponga de recursos agrícolas para el cultivo de forrajes tradicionales como la chala.

## VII. RECOMENDACIONES

- Utilizar el forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde en las condiciones de Galpón del Centro de investigación Frutícola – Olerícola, UHEVAL – Huánuco, ya que presenta grandes beneficios especialmente en la ganancia de peso, conversión alimenticia y rentabilidad ya que contribuyen a optimizar la producción de cuyes.
- Realizar nuevas investigaciones, con el uso del Forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en otras etapas.
- Realizar nuevas investigaciones, para la validación del Forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de otras especies de animales, rumiantes y no rumiantes.
- Siendo los cuyes animales de costumbres se recomienda utilizar forraje verde hidropónico desde las primeras etapas de vida, para otras investigaciones en futuro.
- Validar esta tecnología en otras zonas de la región de Huánuco especialmente en aquellas donde el productor presencia escasez de forrajes durante los cambios climáticos adversos (sequia, heladas y nevadas); como también donde no se disponen de suficiente agua para regadío del cultivo de forraje utilizado en la alimentación de los cuyes y así estandarizar resultados y poder disponer de una base de información general.
- Realizar otras investigaciones con la instalación automatizada para determinar beneficio/costo en la producción de forraje verde hidropónico para la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde.

## VIII. LITERATURA CITADA

1. Aliaga, L. 1995. Selección y Mejoramiento de los cuyes. sn. Universidad Nacional del Centro del Perú. Lima. Perú. se. pp. 20,21,22,40.
2. CARE Perú, 2010. Informe de talleres de socialización sobre técnicas de manejo de cuyes, experimentadas en el ámbito del proyecto. Equipo zonal del distrito de San Marcos, Huari – Ancash.
3. Castro, HP. 2002. Sistema de crianza de cuyes a nivel familiar – comercial en el sector rural. Utah, USA.
4. Casa Hernández, CR. 2008. Efecto de la utilización del forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes. Tesis Ing. Zootecnista. Riobamba – Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.115 p.
5. Chauca L. Depósito de documentos de la FAO. Producción y Sanidad de cuyes (*Cavia porcellus*). 1997.
6. Charles, L. 1995. Rendimientos de los cultivos hidropónicos bajo el sistema de invernadero. Barcelona, España. pp. 23,24.
7. Caicedo, A. 1993. Aspectos técnicos e investigación en la explotación de cuyes. pp 110.
8. Cruz Anrrango, JA; Ortiz Lomas, HA. 2010. Evaluación de cebada hidropónica (*Hordeum vulgare*), maíz hidropónico (*Zea mays*), alfalfa (*Medicago sativa*) y mezcla forrajera en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), en Antonio Ante, provincia Imbabura. Tesis Ing. Agropecuario. Ibarra – Ecuador, Universidad Técnica del Norte. 98 p.
9. Enrique B María; Rojas V. 2009. Normas legales para la crianza de cuyes Volumen I. Perú. Huancayo.
10. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Manual Técnico de Forraje Verde Hidropónico. sn. Santiago de Chile.

11. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. El forraje verde hidropónico (FVH) como tecnología apta para pequeños productores agropecuarios.
12. Flores MA de Jesús. 2012. Industrias de cereales y derivados. Ed. Mundi Prensa. 55pp
13. Guerra, L. 2009. Manual técnico de crianza de cuyes. En línea. Disponible en: [www.cedepas.org.pe](http://www.cedepas.org.pe).
14. Gómez Hidalgo, MI. 2007. Evaluación del Forraje Verde Hidropónico de Maíz y Cebada, con Diferentes Dosis de Siembra para las Etapas de Crecimiento y Engorde de Cuyes. Tesis. Ing. Zootecnista. Riobamba – Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 75 p.
15. Granja y Negocios (2002). Crianza y comercialización de cuyes. Edit. Ripalme. Lima, Perú. Pág. 53.
16. Gutiérrez, I. et. al. 2000. Cultivos Hidropónicos. Fascículo 9. Bogotá, Colombia. Edit. Géminis. pp. 1,2,3,4,6,7,9.
17. Hidalgo, L. 1985. Producción de Forrajes en Condiciones de Hidroponía. Evaluaciones preliminares en Avena y Triticale. sn. Chile. se. pp. 35,43.
18. Howard, Resh. 2001. “Cultivos Hidropónicos”. editorial Mundiprensa. pp 149 – 160. Bogotá – Colombia.
19. INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2005. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Fecha de consulta 20 de abril del 2017. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe>. Pág. 2, 4.
20. INFOAGRO. 2007. El cultivo de la cebada. Documento en línea disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.asp>
21. Izquierdo, Juan. 2001. Manual Técnico “Forraje Verde Hidropónico” de FAO para América Latina y el Caribe. Ediciones FAO. pp 16 – 20. Santiago – Chile.

22. Jácome, V. 2004, Cría y mejora de cuyes, un modelo familiar tecnificado. Instituto Tecnológico Agropecuario Luis A. Martínez. Ambato, Ecuador. Pág. 25, 28.
23. Manual Técnico para la Crianza de Cuyes (2009). Asociación de Productores de cuyes. Coordinadora Rural Región Centro Huancayo, Perú.
24. Muñoz, L. et al (2004). El Cuy Historia, Cultura y Futuro Regional. Alcaldía de Pasto. Secretaria de Agricultura y Mercadeo. Pasto, Colombia. Pág. 45.
25. OAEPS (Oficina Académica de Extensión y Proyección Social). 2012. Guía técnica. "Asistencia técnica dirigida en crianza de cuyes". 4 – 5 pp
26. Olmos, BG. 2010 (sin fecha). "La calidad de la cebada maltera" Editorial Impulsora Agrícola, S.A. México. 45-49 pp
27. Palomino, K. 2008. Producción de forraje hidropónico. Perú. Primera Edición. Editorial MACRO. 95p
28. Perucuy. 2010. Manejo de cuyes. Lima, Perú. Pág. 22, 32.
29. Rico, E. 2003. Manual sobre el manejo de cuyes. En línea. Disponible en <http://www.bensoninstitute.org/Publication/Manuals/SP/manejodecuyes>.
30. Rea Alarcón, HP.; Mora De Mora, MG. 2012. Evaluación de cuatro forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), durante la fase de crecimiento y engorde en el criadero "El Mirador" barrio Langos San Alfonso del cantón Guano, provincia de Chimborazo. Tesis Medicina Veterinaria y Zootecnia. Guaranda – Ecuador, Universidad Estatal de Bolívar. 211 p.
31. Rodríguez, A. 2001 Manual Práctico de Hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. pp. 56,57.58.



32. Samperio, G. 1997. Hidroponía Básica. 1ra ed. México. Edit. Diana. pp.13, 14, 21,25.
33. Sánchez, J. 1982. Cultivos Hidropónicos. SENA. Medellín, Colombia. pp. 2,3
34. Santander, F. 2006. Forraje verde hidropónico. En línea. Consultado 18 abril 2012. Disponible en C:\users\user\desktop\forrajeverde hidropónico6.htm.
35. Saravia, D. 1993. Consumo voluntario y Digestibilidad en cuyes por forrajes producidos en la costa central del Perú. Resúmenes de la XV Reunión Asociación Peruana de Producción Animal. sn. Lima, Perú. se. pp. 25,32
36. Sierra, M. 2010. Módulo de Especies menores, recopilación, UEB. Ecuador. 42pp
37. Sinchiguano, MM. 2008. Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Tesis Ing. Zootecnista. Riobamba – Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.108 p.
38. Tarrillo H. 2007. Producción de forraje verde hidropónico. En línea. Arequipa, Perú. Disponible en <http://www.forrajehidropo-nico.com/art001.htm>.
39. Tubón Siza, MA. 2013. Utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad. Tesis Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ambato – Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. 79 p.
40. Vargas, A. 2008. El forraje verde hidropónico y su uso en la crianza de cuyes. En línea. Disponible en <http://ricardo.bizhat.com/rmr-prigeds/forraje-verde-hidroponico.htm>.

# **ANEXOS**

Cuadro 1. Registro de peso semanal de los cuyes machos durante el experimento.

TRATAMIENTO	N° CUYES	ETAPA DE CRECIMIENTO (g)				ETAPA DE ENGORDE (g)						
		19/05/2017 P.1	26/05/2017 S1	02/06/2017 S2	09/06/2017 S3	16/06/2017 S4	23/06/2017 S5	30/06/2017 S6	07/07/2017 S7	14/07/2017 S8	21/07/2017 S9	28/07/2017 S10
T0	1	366	376	405	427	477	538	593	648	714	748	820
	2	383	396	412	456	517	577	622	690	758	809	883
	3	376	414	423	457	524	549	615	672	714	765	820
	4	416	451	492	539	608	663	748	806	883	939	985
	5	390	410	429	451	460	505	525	543	575	608	690
T1	1	398	419	451	465	546	672	724	807	852	900	966
	2	373	385	390	419	485	581	605	690	735	802	879
	3	391	400	415	428	479	557	611	676	718	751	815
	4	393	427	464	491	563	640	728	803	847	940	1012
	5	368	392	423	478	547	618	676	749	798	886	973
T2	1	393	422	487	574	590	652	698	731	813	884	975
	2	457	482	518	535	572	600	680	719	795	890	987
	3	408	430	490	583	673	725	802	864	926	983	1056
	4	416	435	506	590	672	728	828	912	1001	1052	1112
	5	398	416	504	571	635	726	818	900	970	1065	1133
T3	1	374	390	405	426	483	529	606	658	726	785	856
	2	419	431	443	489	535	633	692	749	802	863	952
	3	443	476	510	553	619	690	755	809	885	946	1010
	4	372	389	426	537	578	650	729	785	834	900	967
	5	410	439	458	552	634	720	804	856	939	987	1078

Cuadro 2. Registro de peso semanal de los cuyes hembras durante el experimento.

TRATAMIENTO	N° CUYES	ETAPA DE CRECIMIENTO (g)				ETAPA DE ENGORDE (g)						
		19/05/2017 P.I	26/05/2017 S1	02/06/2017 S2	09/06/2017 S3	16/06/2017 S4	23/06/2017 S5	30/06/2017 S6	07/07/2017 S7	14/07/2017 S8	21/07/2017 S9	28/07/2017 S10
T0	1	363	398	411	456	520	586	649	700	749	813	841
	2	374	387	399	450	463	514	582	636	677	735	806
	3	448	474	495	523	575	628	670	740	786	850	900
	4	432	454	506	539	606	670	715	780	835	892	946
	5	386	393	401	425	437	477	500	528	570	615	690
T1	1	390	402	425	440	499	581	632	648	685	752	825
	2	387	400	416	433	502	545	614	682	740	796	868
	3	441	450	474	518	586	678	737	769	804	845	910
	4	373	391	419	451	518	613	697	714	777	819	873
	5	370	408	420	440	487	565	617	650	735	784	867
T2	1	438	449	501	549	635	701	758	803	857	926	990
	2	390	430	451	494	546	598	666	726	805	895	982
	3	425	436	502	596	691	787	885	914	963	1020	1086
	4	435	453	473	498	554	621	684	752	814	899	987
	5	378	399	420	483	575	638	708	803	891	958	1024
T3	1	398	428	467	547	600	657	689	755	791	882	918
	2	451	465	488	533	592	690	808	870	956	1040	1120
	3	425	442	447	495	533	624	719	790	852	924	1008
	4	382	403	436	490	544	576	635	694	753	788	865
	5	451	464	471	488	557	626	655	717	778	850	932

Cuadro 3. Ganancia de peso de los cuyes machos y hembras en la etapa de crecimiento.

TRATAMIENTO	N° CUYES	CUYES MACHOS (g)			CUYES HEMBRAS (g)		
		PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	GANANCIA DE PESO (g)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	GANANCIA DE PESO (g)
T0	1	366	427	61	363	456	93
	2	383	456	73	374	450	76
	3	376	457	81	448	523	75
	4	416	539	123	432	539	107
	5	390	451	61	386	425	39
T1	1	398	465	67	390	440	50
	2	373	419	46	387	433	46
	3	391	428	37	441	518	77
	4	393	491	98	373	451	78
	5	368	478	110	370	440	70
T2	1	393	574	181	438	549	111
	2	457	535	78	390	494	104
	3	408	583	175	425	596	171
	4	416	590	174	435	498	63
	5	398	571	173	378	483	105
T3	1	374	426	52	398	547	149
	2	419	489	70	451	533	82
	3	443	553	110	425	495	70
	4	372	537	165	382	490	108
	5	410	552	142	451	488	37

Cuadro 4. Ganancia de peso de los cuyes machos y hembras en la etapa de engorde.

TRATAMIENTO	N° CUYES	MACHOS (g)			HEMBRAS (g)		
		PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	GANANCIA DE PESO (g)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	GANANCIA DE PESO (g)
T0	1	427	820	393	456	841	385
	2	456	883	427	450	806	356
	3	457	820	363	523	900	377
	4	539	985	446	539	946	407
	5	451	690	239	425	690	265
T1	1	465	966	501	440	825	385
	2	419	879	460	433	868	435
	3	428	815	387	518	910	392
	4	491	1012	521	451	873	422
	5	478	973	495	440	867	427
T2	1	574	975	401	549	990	441
	2	535	987	452	494	982	488
	3	583	1056	473	596	1086	490
	4	590	1112	522	498	987	489
	5	571	1133	562	483	1024	541
T3	1	426	856	430	547	918	371
	2	489	952	463	533	1120	587
	3	553	1010	457	495	1008	513
	4	537	967	430	490	865	375
	5	552	1078	526	488	932	444

Cuadro 5. Ganancia de peso total de los cuyes machos y hembras durante las etapas de crecimiento y engorde.

TRATAMIENTO	N° CUYES	CUYES MACHOS (g)			CUYES HEMBRAS (g)		
		PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	GANANCIA DE PESO (g)	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	GANANCIA DE PESO (g)
T0	1	366	820	454	363	841	478
	2	383	883	500	374	806	432
	3	376	820	444	448	900	452
	4	416	985	569	432	946	514
	5	390	690	300	386	690	304
T1	1	398	966	568	390	825	435
	2	373	879	506	387	868	481
	3	391	815	424	441	910	469
	4	393	1012	619	373	873	500
	5	368	973	605	370	867	497
T2	1	393	975	582	438	990	552
	2	457	987	530	390	982	592
	3	408	1056	648	425	1086	661
	4	416	1112	696	435	987	552
	5	398	1133	735	378	1024	646
T3	1	374	856	482	398	918	520
	2	419	952	533	451	1120	669
	3	443	1010	567	425	1008	583
	4	372	967	595	382	865	483
	5	410	1078	668	451	932	481

Cuadro 6. Consumo de alimento (kg) de los cuyes machos en la etapa de crecimiento.

N° CUYES	TRATAMIENTO							
	T0		T1		T2		T3	
	A.B	FORRAJE	A.B	FVH	A.B	FVH	A.B	FVH
1	0.420	2.107	0.420	1.905	0.420	1.861	0.420	1.851
2	0.420	2.107	0.420	1.905	0.420	1.861	0.420	1.851
3	0.420	2.107	0.420	1.905	0.420	1.861	0.420	1.851
4	0.420	2.107	0.420	1.905	0.420	1.861	0.420	1.851
5	0.420	2.107	0.420	1.905	0.420	1.861	0.420	1.851
Total	<b>2.100</b>	<b>10.535</b>	<b>2.100</b>	<b>9.525</b>	<b>2.100</b>	<b>9.305</b>	<b>2.100</b>	<b>9.255</b>
M.S (chala)= 24 %		<b>2.528</b>						
M.S (FVH avena)= 26.2 %				<b>2.495</b>				
M.S (FVH cebada)= 20 %					<b>1.861</b>			
M.S (FVH trigo)= 17.4 %								<b>1.610</b>
<b>CONSUMO TOTAL</b>	<b>4.628</b>		<b>4.595</b>		<b>3.961</b>		<b>3.710</b>	

Cuadro 7. Consumo de alimento (kg) de los cuyes hembras en la etapa de crecimiento.

N° CUYES	TRATAMIENTO							
	T0		T1		T2		T3	
	A.B	FORRAJE	A.B	FVH	A.B	FVH	A.B	FVH
1	0.420	1.962	0.420	1.717	0.420	1.568	0.420	1.638
2	0.420	1.962	0.420	1.717	0.420	1.568	0.420	1.638
3	0.420	1.962	0.420	1.717	0.420	1.568	0.420	1.638
4	0.420	1.962	0.420	1.717	0.420	1.568	0.420	1.638
5	0.420	1.962	0.420	1.717	0.420	1.568	0.420	1.638
Total	<b>2.100</b>	<b>9.810</b>	<b>2.100</b>	<b>8.585</b>	<b>2.100</b>	<b>7.840</b>	<b>2.100</b>	<b>8.190</b>
M.S (chala)= 24 %		<b>2.354</b>						
M.S (FVH avena)= 26.2 %				<b>2.249</b>				
M.S (FVH cebada)= 20 %					<b>1.568</b>			
M.S (FVH trigo)= 17.4 %								<b>1.425</b>
<b>CONSUMO TOTAL</b>	<b>4.454</b>		<b>3.349</b>		<b>3.668</b>		<b>3.525</b>	

Cuadro 8. Consumo de alimento (kg) de los cuyes machos en la etapa de engorde.

N° CUYES	TRATAMIENTO							
	T0		T1		T2		T3	
	A.B	FORRAJE	A.B	FVH	A.B	FVH	A.B	FVH
1	1.470	10.303	1.470	9.014	1.470	8.063	1.470	9.685
2	1.470	10.303	1.470	9.014	1.470	8.063	1.470	9.685
3	1.470	10.303	1.470	9.014	1.470	8.063	1.470	9.685
4	1.470	10.303	1.470	9.014	1.470	8.063	1.470	9.685
5	1.470	10.303	1.470	9.014	1.470	8.063	1.470	9.685
Total	<b>7.350</b>	<b>51.515</b>	<b>7.350</b>	<b>45.070</b>	<b>7.350</b>	<b>40.315</b>	<b>7.350</b>	<b>48.425</b>
M.S (chala)= 24 %		<b>12.364</b>						
M.S (FVH avena)= 26.2 %				<b>11.808</b>				
M.S (FVH cebada)= 20 %					<b>8.063</b>			
M.S (FVH trigo)= 17.4 %								<b>8.426</b>
<b>CONSUMO TOTAL</b>	<b>19.714</b>		<b>18.279</b>		<b>14.867</b>		<b>15.085</b>	



Cuadro 9. Consumo de alimento (kg) de los cuyes hembras en la etapa de engorde.

N° CUYES	TRATAMIENTO							
	T0		T1		T2		T3	
	A.B	FORRAJE	A.B	FVH	A.B	FVH	A.B	FVH
1	1.470	9.617	1.470	8.342	1.470	7.517	1.470	8.891
2	1.470	9.617	1.470	8.342	1.470	7.517	1.470	8.891
3	1.470	9.617	1.470	8.342	1.470	7.517	1.470	8.891
4	1.470	9.617	1.470	8.342	1.470	7.517	1.470	8.891
5	1.470	9.617	1.470	8.342	1.470	7.517	1.470	8.891
Total	<b>7.350</b>	<b>48.085</b>	<b>7.350</b>	<b>41.710</b>	<b>7.350</b>	<b>37.585</b>	<b>7.350</b>	<b>44.455</b>
M.S (chala)= 24 %		<b>11.541</b>						
M.S (FVH avena)= 26.2 %				<b>10.929</b>				
M.S (FVH cebada)= 20 %					<b>7.517</b>			
M.S (FVH trigo)= 17.4 %								<b>7.735</b>
<b>CONSUMO TOTAL</b>	<b>18.891</b>		<b>18.279</b>		<b>14.867</b>		<b>15.085</b>	

Cuadro 10. Consumo total de alimento (kg) de los cuyes machos durante las etapas de crecimiento y engorde.

N° CUYES	TRATAMIENTO							
	T0		T1		T2		T3	
	A.B	FORRAJE	A.B	FVH	A.B	FVH	A.B	FVH
1	1.890	12.410	1.890	10.919	1.890	9.924	1.890	11.537
2	1.890	12.410	1.890	10.919	1.890	9.924	1.890	11.537
3	1.890	12.410	1.890	10.919	1.890	9.924	1.890	11.537
4	1.890	12.410	1.890	10.919	1.890	9.924	1.890	11.537
5	1.890	12.410	1.890	10.919	1.890	9.924	1.890	11.537
Total	<b>9.450</b>	<b>62.050</b>	<b>9.450</b>	<b>54.595</b>	<b>9.450</b>	<b>49.620</b>	<b>9.450</b>	<b>57.685</b>
M.S (chala)= 24 %		<b>14.892</b>						
M.S (FVH avena)= 26.2 %				<b>14.304</b>				
M.S (FVH cebada)= 20 %					<b>9.924</b>			
M.S (FVH trigo)= 17.4 %								<b>10.037</b>
<b>CONSUMO TOTAL</b>	<b>24.342</b>		<b>23.754</b>		<b>19.374</b>		<b>19.487</b>	

Cuadro 11. Consumo total de alimento (kg) de los cuyes hembras durante las etapas de crecimiento y engorde.

N° CUYES	TRATAMIENTO							
	T0		T1		T2		T3	
	A.B	FORRAJE	A.B	FVH	A.B	FVH	A.B	FVH
1	1.890	11.579	1.890	10.059	1.890	9.085	1.890	10.529
2	1.890	11.579	1.890	10.059	1.890	9.085	1.890	10.529
3	1.890	11.579	1.890	10.059	1.890	9.085	1.890	10.529
4	1.890	11.579	1.890	10.059	1.890	9.085	1.890	10.529
5	1.890	11.579	1.890	10.059	1.890	9.085	1.890	10.529
Total	<b>9.450</b>	<b>57.895</b>	<b>9.450</b>	<b>50.295</b>	<b>9.450</b>	<b>45.425</b>	<b>9.450</b>	<b>52.645</b>
M.S (chala)= 24 %		<b>13.895</b>						
M.S (FVH avena)= 26.2 %				<b>13.177</b>				
M.S (FVH cebada)= 20 %					<b>9.085</b>			
M.S (FVH trigo)= 17.4 %								<b>9.161</b>
<b>CONSUMO TOTAL</b>	<b>23.345</b>		<b>22.627</b>		<b>18.535</b>		<b>18.610</b>	

Cuadro 12. Conversión alimenticia de los cuyes machos y hembras en la etapa de crecimiento.

TRATAMIENTO	N° CUYES	MACHOS				HEMBRAS			
		C	F. MS	G.P	C.A	C	F.MS	G.P	C.A
T0	1	0.420	0.506	0.061	8.711	0.420	0.471	0.093	5.483
	2	0.420	0.506	0.073	7.348	0.420	0.471	0.076	6.616
	3	0.420	0.506	0.081	6.664	0.420	0.471	0.075	6.698
	4	0.420	0.506	0.123	4.532	0.420	0.471	0.107	4.821
	5	0.420	0.506	0.061	8.711	0.420	0.471	0.039	12.494
T1	1	0.420	0.499	0.067	7.870	0.420	0.450	0.05	9.415
	2	0.420	0.499	0.046	11.271	0.420	0.450	0.046	10.197
	3	0.420	0.499	0.037	13.911	0.420	0.450	0.077	6.261
	4	0.420	0.499	0.098	5.513	0.420	0.450	0.078	6.186
	5	0.420	0.499	0.11	4.958	0.420	0.450	0.07	6.845
T2	1	0.420	0.372	0.181	2.476	0.420	0.314	0.111	3.245
	2	0.420	0.372	0.078	5.192	0.420	0.314	0.104	3.435
	3	0.420	0.372	0.175	2.547	0.420	0.314	0.171	2.253
	4	0.420	0.372	0.174	2.559	0.420	0.314	0.063	5.397
	5	0.420	0.372	0.173	2.571	0.420	0.314	0.105	3.406
T3	1	0.420	0.322	0.052	6.615	0.420	0.285	0.149	2.333
	2	0.420	0.322	0.070	5.022	0.420	0.285	0.082	3.896
	3	0.420	0.322	0.110	3.349	0.420	0.285	0.07	4.492
	4	0.420	0.322	0.165	2.372	0.420	0.285	0.108	3.059
	5	0.420	0.322	0.142	2.689	0.420	0.285	0.037	8.124

Cuadro 13. Conversión alimenticia de los cuyes machos y hembras en la etapa de engorde.

TRATAMIENTO	N° CUYES	MACHOS				HEMBRAS			
		C	F. MS	G.P	C.A	C	F.MS	G.P	C.A
<b>T0</b>	1	1.470	2.473	0.393	7.762	1.470	2.308	0.385	7.465
	2	1.470	2.473	0.427	7.261	1.470	2.308	0.356	7.954
	3	1.470	2.473	0.363	8.282	1.470	2.308	0.377	7.592
	4	1.470	2.473	0.446	7.014	1.470	2.308	0.407	7.141
	5	1.470	2.473	0.239	11.816	1.470	2.308	0.265	10.180
<b>T1</b>	1	1.470	2.362	0.501	6.184	1.470	2.186	0.385	7.147
	2	1.470	2.362	0.46	6.604	1.470	2.186	0.435	6.495
	3	1.470	2.362	0.387	7.572	1.470	2.186	0.392	7.046
	4	1.470	2.362	0.521	6.003	1.470	2.186	0.422	6.649
	5	1.470	2.362	0.495	6.241	1.470	2.186	0.427	6.589
<b>T2</b>	1	1.470	1.613	0.401	5.491	1.470	1.503	0.441	4.879
	2	1.470	1.613	0.452	5.038	1.470	1.503	0.488	4.551
	3	1.470	1.613	0.473	4.879	1.470	1.503	0.49	4.538
	4	1.470	1.613	0.522	4.559	1.470	1.503	0.489	4.545
	5	1.470	1.613	0.562	4.339	1.470	1.503	0.541	4.249
<b>T3</b>	1	1.470	1.685	0.43	5.389	1.470	1.547	0.371	5.640
	2	1.470	1.685	0.463	5.110	1.470	1.547	0.587	4.106
	3	1.470	1.685	0.457	5.158	1.470	1.547	0.513	4.486
	4	1.470	1.685	0.43	5.389	1.470	1.547	0.375	5.596
	5	1.470	1.685	0.526	4.674	1.470	1.547	0.444	4.954

Cuadro 14. Conversión alimenticia total de los cuyes machos y hembras durante las etapas de crecimiento y engorde.

TRATAMIENTO	N° CUYES	MACHOS				HEMBRAS			
		C	F. MS	G.P	C.A	C	F.MS	G.P	C.A
<b>T0</b>	1	1.890	2.978	0.454	8.450	1.890	2.779	0.478	7.704
	2	1.890	2.978	0.5	7.847	1.890	2.779	0.432	8.323
	3	1.890	2.978	0.444	8.598	1.890	2.779	0.452	8.038
	4	1.890	2.978	0.569	7.124	1.890	2.779	0.514	7.297
	5	1.890	2.978	0.3	11.818	1.890	2.779	0.304	11.031
<b>T1</b>	1	1.890	2.861	0.568	6.926	1.890	2.635	0.435	7.949
	2	1.890	2.861	0.506	7.544	1.890	2.635	0.481	7.369
	3	1.890	2.861	0.424	8.637	1.890	2.635	0.469	7.509
	4	1.890	2.861	0.619	6.512	1.890	2.635	0.5	7.161
	5	1.890	2.861	0.605	6.618	1.890	2.635	0.497	7.193
<b>T2</b>	1	1.890	1.985	0.582	5.300	1.890	1.817	0.552	5.182
	2	1.890	1.985	0.53	5.635	1.890	1.817	0.592	4.959
	3	1.890	1.985	0.648	4.953	1.890	1.817	0.661	4.639
	4	1.890	1.985	0.696	4.742	1.890	1.817	0.552	5.182
	5	1.890	1.985	0.735	4.590	1.890	1.817	0.646	4.703
<b>T3</b>	1	1.890	2.007	0.482	6.055	1.890	1.832	0.52	5.413
	2	1.890	2.007	0.533	5.656	1.890	1.832	0.669	4.629
	3	1.890	2.007	0.567	5.430	1.890	1.832	0.583	5.033
	4	1.890	2.007	0.595	5.264	1.890	1.832	0.483	5.683
	5	1.890	2.007	0.668	4.895	1.890	1.832	0.481	5.699

Cuadro 15. Promedios de la ganancia de peso en las etapas de crecimiento y engorde; y promedio de la ganancia total durante las etapas de crecimiento y engorde para los cuyes machos y hembras.

ETAPAS	N° CUYES	TRATAMIENTOS (MACHOS)				TRATAMIENTOS (HEMBRAS)			
		T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
CRECIMIENTO	1	61	67	181	52	93	50	111	149
	2	73	46	78	70	76	46	104	82
	3	81	37	175	110	75	77	171	70
	4	123	98	174	165	107	78	63	108
	5	61	110	173	142	39	70	105	37
	<b>TOTAL</b>	399	358	781	539	390	321	554	446
	<b>PROMEDIO</b>	<b>79.8</b>	<b>71.6</b>	<b>156.2</b>	<b>107.8</b>	<b>78</b>	<b>64.2</b>	<b>110.8</b>	<b>89.2</b>
ENGORDE	1	393	501	401	430	385	385	441	371
	2	427	460	452	463	356	435	488	587
	3	363	387	473	457	377	392	490	513
	4	446	521	522	430	407	422	489	375
	5	239	495	562	526	265	427	541	444
	<b>TOTAL</b>	373.6	472.8	482	461.2	358	412.2	489.8	458
	<b>PROMEDIO</b>	<b>373.6</b>	<b>472.8</b>	<b>482</b>	<b>461.2</b>	<b>358</b>	<b>412.2</b>	<b>489.8</b>	<b>458</b>
CRECIMIENTO - ENGORDE	1	454	568	582	482	478	435	552	520
	2	500	506	530	533	432	481	592	669
	3	444	424	648	567	452	469	661	583
	4	569	619	696	595	514	500	552	483
	5	300	605	735	668	304	497	646	481
	<b>TOTAL</b>	2267	2722	3191	2845	2180	2382	3003	2736
	<b>PROMEDIO</b>	<b>453.4</b>	<b>544.4</b>	<b>638.2</b>	<b>569</b>	<b>436</b>	<b>476.4</b>	<b>600.6</b>	<b>547.2</b>

Cuadro 16. Promedios de la conversión alimenticia en las etapas de crecimiento y engorde; y promedio de la conversión alimenticia total durante las etapas de crecimiento y engorde para los cuyes machos y hembras.

ETAPAS	N° CUYES	TRATAMIENTOS (MACHOS)				TRATAMIENTOS (HEMBRAS)			
		T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
CRECIMIENTO	1	8.711	7.870	2.476	6.615	5.483	9.415	3.245	2.333
	2	7.348	11.271	5.192	5.022	6.616	10.197	3.435	3.896
	3	6.664	13.911	2.547	3.349	6.698	6.261	2.253	4.492
	4	4.532	5.513	2.559	2.372	4.821	6.186	5.397	3.059
	5	8.711	4.958	2.571	2.689	12.494	6.845	3.406	8.124
	<b>TOTAL</b>	35.967	43.524	15.346	20.047	36.112	38.904	17.735	21.905
	<b>PROMEDIO</b>	<b>7.193</b>	<b>8.705</b>	<b>3.069</b>	<b>4.009</b>	<b>7.222</b>	<b>7.781</b>	<b>3.547</b>	<b>4.381</b>
ENGORDE	1	7.762	6.184	5.491	5.389	7.465	7.147	4.879	5.640
	2	7.261	6.604	5.038	5.110	7.954	6.495	4.551	4.106
	3	8.282	7.572	4.879	5.158	7.592	7.046	4.538	4.486
	4	7.014	6.003	4.559	5.389	7.141	6.649	4.545	5.596
	5	11.816	6.241	4.339	4.674	10.180	6.589	4.249	4.954
	<b>TOTAL</b>	42.134	32.603	24.307	25.719	40.332	33.926	22.762	24.781
	<b>PROMEDIO</b>	<b>8.427</b>	<b>6.521</b>	<b>4.861</b>	<b>5.144</b>	<b>8.066</b>	<b>6.785</b>	<b>4.552</b>	<b>4.956</b>
CRECIMIENTO - ENGORDE	1	8.450	6.926	5.300	6.055	7.704	7.949	5.182	5.413
	2	7.847	7.544	5.635	5.656	8.323	7.369	4.959	4.629
	3	8.598	8.637	4.953	5.430	8.038	7.509	4.639	5.033
	4	7.124	6.512	4.742	5.264	7.297	7.161	5.182	5.683
	5	11.818	6.618	4.590	4.895	11.031	7.193	4.703	5.699
	<b>TOTAL</b>	43.838	36.237	25.220	27.300	42.393	37.181	24.664	26.457
	<b>PROMEDIO</b>	<b>8.768</b>	<b>7.247</b>	<b>5.044</b>	<b>5.460</b>	<b>8.479</b>	<b>7.436</b>	<b>4.933</b>	<b>5.291</b>

Cuadro 17. Rendimiento de la carcasa de cuyes machos.

TRATAMIENTO	N° CUY	PESO VIVO (g)	PESO DE LA CARCASA (g)	R. A LA CANAL %
T0	3	820	503	61.341
T1	4	1012	650	64.229
T2	3	1056	749	70.928
T3	5	1078	738	68.460

Cuadro 18. Rendimiento de la carcasa de cuyes hembras.

TRATAMIENTO	N° CUY	PESO VIVO (g)	PESO DE LA CARCASA (g)	R. A LA CANAL %
T0	3	900	541	60.111
T1	5	867	552	63.668
T2	3	1086	750	69.061
T3	1	918	618	67.320

Cuadro 19. Costos de la construcción de los módulos para producción de forraje verde hidropónico.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Tiras de madera de 2x1.5cm	unidad	20	1.5	30
Tiras de madera de 2x0.2cm	unidad	42	0.8	33.6
Polietileno negro	m	5	3	15
clavos de 1pg	kg	0.25	3	0.75
clavos de 2pg	kg	1	3.5	3.5
Mano de obra	Obra	1	60	60
<b>TOTAL</b>				<b>142.85</b>

### Costos fijos de inversión

Cuadro 20. Costos fijos de inversión para forraje verde hidropónico de avena, cebada y trigo.

Descripción	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor total (S/.)	Vida Útil en días	Tiempo de uso en días	TOTAL (S/.)
Malla de sombra 65 % de protección	4	5.000	20.000	365	70	3.836
Estanterías Modulares		142.850	142.850	730	70	13.698
Bandejas	80	1.500	120.000	1095	70	7.671
Mochila (Pulverizadora Manual de 20 L.)	1	130.000	130.000	1460	70	6.233
<b>TOTAL</b>						<b>31.438</b>

El total de costos fijos se dividieron entre los tipos de forrajes verdes hidropónicos (Avena, Cebada y Trigo) y resultó **S/. 10.479** para cada uno.

### Costos variables de inversión

Cuadro 21. Costos variables de inversión para forraje verde hidropónico de avena.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	TOTAL (S/.)
Alquiler de Espacio		26	0.3	7.800
Semilla	kg	26.000	1.800	46.800
Cloro	ml	76.000	0.003	0.228
Servicio de Agua			1.670	1.670
Mano de Obra	jornal	1.251	20.000	25.020
<b>TOTAL</b>				<b>81.518</b>

Cuadro 22. Costos variables de inversión para forraje verde hidropónico de cebada.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	TOTAL (S/.)
Alquiler de Espacio		16	0.3	4.800
Semilla	kg	16.000	1.800	28.800
Cloro	ml	76.000	0.003	0.228
Servicio de Agua			1.670	1.670
Mano de Obra	jornal	1.188	20.000	23.750
<b>TOTAL</b>				<b>59.248</b>

Cuadro 23. Costos variables de inversión para forraje verde hidropónico de trigo.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	TOTAL (S/.)
Alquiler de Espacio		25	0.3	7.500
Semilla	kg	25.000	2.000	50.000
Cloro	ml	76.000	0.003	0.228
Servicio de Agua			1.670	1.670
Mano de Obra	jornal	1.168	20.000	23.360
<b>TOTAL</b>				<b>82.758</b>

### Costos totales

Cuadro 24. Total general de costo para forraje verde hidropónico de avena.

Total de Costos Fijos	S/. 10.479
Total de Costos Variables	S/. 81.518
<b>Total General de costo</b>	<b>S/. 91.997</b>

Para calcular el costo de producción por kg de FVH fresco, se dividieron el total general de costo (**S/. 91.997**) entre la cantidad de forraje verde hidropónico de avena consumido por





S/. 0.439 para cada cuy y el alquiler de galpón S/. 0.10/cuy, la suma de **S/. 0.539** costos por cuy

Cuadro 29. COSTOS DE SANIDAD EN LA CRIANZA DE CUYES.

Nombre Del Producto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	TOTAL (S/.)
Tintura de yodo	ml	20.000	0.100	2.000
Cal viva	unidad	1.000	4.000	4.000
<b>TOTAL</b>				<b>6.000</b>

S/. 0.150 para cada cuy.

### Costos de la crianza de cuyes utilizando como alimento forraje del CIFO y forraje Verde Hidropónico de avena, cebada y trigo.

Cuadro 30. Costos de inversión para la crianza de cuyes machos y hembras con forraje del CIFO.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario S/.	Costo total-Machos (S/.)	Costo total-Hembras (S/.)
Granja equipada	unidad	5.000	0.539	2.695	2.695
Cuyes	unidad	5.000	10.000	50.000	50.000
Sanidad	unidad	5.000	0.150	0.750	0.750
Alimento Balanceado	kg	9.450	0.780	7.371	7.371
Alimento Forraje M	kg	62.000	0.350	21.700	
Alimento Forraje H	kg	58.000	0.350		20.300
Agua	soles	5.000	0.100	0.500	0.500
Personal	soles	5.000	1.000	5.000	5.000
<b>TOTAL</b>				<b>88.016</b>	<b>86.616</b>

Cuadro 31. Costos de inversión para la crianza de cuyes machos y hembras con forraje verde hidropónico de avena.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario S/.	Costo total-Machos (S/.)	Costo total-Hembras (S/.)
Granja equipada	unidad	5.000	0.539	2.695	2.695
Cuyes	unidad	5.000	10.000	50.000	50.000
Sanidad	unidad	5.000	0.150	0.750	0.750
Alimento Balanceado	kg	9.450	0.780	7.371	7.371
FVH avena M	kg	55.000	0.876	48.180	
FVH avena H	kg	50.000	0.876		43.800
Agua	soles	5.000	0.100	0.500	0.500
Personal	soles	5.000	1.000	5.000	5.000
<b>TOTAL</b>				<b>114.496</b>	<b>110.116</b>

Cuadro 32. Costos de inversión para la crianza de cuyes machos y hembras con forraje verde hidropónico de cebada.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario S/.	Costo total-Machos (S/.)	Costo total-Hembras (S/.)
Granja equipada	unidad	5.000	0.539	2.695	2.695
Cuyes	unidad	5.000	10.000	50.000	50.000
Sanidad	unidad	5.000	0.150	0.750	0.750
Alimento Balanceado	kg	9.450	0.780	7.371	7.371
FVH cebada M	kg	50.000	0.734	36.700	
FVH cebada H	kg	45.000	0.734		33.030
Agua	soles	5.000	0.100	0.500	0.500
Personal	soles	5.000	1.000	5.000	5.000
<b>TOTAL</b>				<b>103.016</b>	<b>99.346</b>

Cuadro 33. Costos de inversión para la crianza de cuyes con forraje verde hidropónico de trigo.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario S/.	Costo total-Machos (S/.)	Costo total-Hembras (S/.)
Granja equipada	unidad	5.000	0.539	2.695	2.695
Cuyes	unidad	5.000	10.000	50.000	50.000
Sanidad	unidad	5.000	0.150	0.750	0.750
Alimento Balanceado	kg	9.450	0.780	7.371	7.371
FVH trigo Machos	kg	57.600	0.848	48.845	
FVH trigo Hembras	kg	52.400	0.848		44.435
Agua	soles	5.000	0.100	0.500	0.500
Personal	soles	5.000	1.000	5.000	5.000
<b>TOTAL</b>				<b>115.161</b>	<b>110.751</b>

Cuadro 34. Análisis económico de los cuyes machos.

Tratamiento	Cantidad	Precio de venta	Ingreso total	Costo total	Ingreso neto	Costo/beneficio	Rentabilidad
T0	5	20.990	104.950	94.126	16.934	1.19	19.24
T1	5	23.225	116.125	109.346	1.629	1.01	1.42
T2	5	26.315	131.575	99.426	28.559	1.28	27.72
T3	5	24.315	121.575	110.117	6.414	1.06	5.57

Precio de venta 1000g =S/. 25.00

Cuadro 35. Análisis económico de los cuyes hembras.

Tratamiento	Cantidad	Precio de venta	Ingreso total	Costo total	Ingreso neto	Costo/Beneficio	Rentabilidad
T0	5	20.915	104.575	92.326	17.959	1.21	20.73
T1	5	21.715	108.575	105.426	-1.541	0.99	-1.40
T2	5	25.345	126.725	96.106	27.379	1.28	27.56
T3	5	24.215	121.075	106.155	10.324	1.09	9.32

Precio de venta 1000g =S/. 25.00

## PANEL FOTOGRÁFICO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS MÓDULOS Y MANEJO DE PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO



Foto 1. Construcción de los módulos



Foto 2. Clavado de listones por niveles



Foto 3. Forrado de cabina con plastico negro



Foto 4. Cabina para ser usado



Foto 5. Semillas de avena, cebada y trigo



Foto 6. Pesado de semillas



Foto 7. Lavado de semillas



Foto 8. Remojado de semillas



Foto 9. Oreado de materia prima



Foto 10. Pre-germinación de las semillas



Foto 11. Semillas germinadas



Foto 12. Siembra de las semillas germinadas



Foto 13. Riego después de la siembra



Foto 14. Colocación de bandejas en la cabina



Foto 15. Avena germinada



Foto 16. Cebada germinada



Foto 17. Riego en las horas de la mañana



Foto 18. Riego en las horas de la tarde



Foto 19. FVH de trigo en periodo de producción Foto 20. Cosecha del FVH de cebada



Foto 21. Medición del FVH de avena

Foto 22. Pesado del FVH de trigo



Foto 23. Pesado del FVH de cebada

Foto 24. Oreado del FVH

## PANEL FOTOGRÁFICO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS POZAS Y MANEJO DE LA CRIANZA DEL CUY



Foto 25. Limpieza



Foto 26. Medición de madera para cortado



Foto 27. Cortado de mallas



Foto 28. Preparación de bastidores



Foto 29. Preparación de bastidores



Foto 30. Pintado de bastidores





Foto 31. Desinfección de las pozas



Foto 32. Adquisición de los cuyes



Foto 33. Aretado de los cuyes



Foto 34. Pesado de los cuyes



Foto 35. Distribución de los cuyes en las pozas



Foto 36. Entrega de la ración diaria



Foto 37. Pesado de FVH Avena



Foto 38. Pesado de FVH Cebada



Foto 39. Pesado de FVH Trigo



Foto 40. Pesado de chala



Foto 41. Tratamiento de micosis



Foto 42. Pesado FVH Avena rechazado



Foto 43. Pesado de Chala rechazado



Foto 44. Pesado de FVH Cebada rechazado



Foto 45. Pesado de FVH Trigo rechazado



Foto 46. Limpieza de las pozas



Foto 47. Poza experimental



Foto 48. Registro de peso final de los cuyes



Foto 49. Peso final del cuy



Foto 50. Desangrando del cuy



Foto 51. Escaldado del cuy



Foto 52. Eviscerado de los cuyes



FOTO 53. Carcasa de los cuyes



FOTO 54. pesado de la Carcasa de cuyes

## PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS VISITAS DEL ASESOR Y JURADOS



Foto 55. Visita del asesor a la hidroponia



Foto 56. Visita del asesor a la granja



Foto 57. Visita N° 1 del primer jurado



Foto 58. Visita N° 1 del segundo jurado



Foto 59. Visita del asesor y jurado a la producción de FVH



Foto 60. Segunda visita de los jurados