

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Reemplazo de la alfalfa en verde por forraje hidropónico de
cebada en alimentación de cuyes mejorados en crecimiento a
2750 m.s.n.m. - INIA Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Guillermo Viterbo Robles Kajatt**

Ayacucho – Perú

2018

A mis padres: Yolanda y Florián que fueron mi mayor soporte emocional, quienes guiaron mis pasos siempre, para el logro de objetivos profesionales y ahora desde el cielo bendicen cada minuto de mi vida.

A mi esposa Leishiny mis hijos Samira y Alexis quienes son la razón de mi superación.

A mi hermano Carlos Enrique Robles Kajatt, quien ya se encuentra al lado del Divino Señor y que con su apoyo incondicional fue mi mejor ejemplo a seguir y desde la eternidad seguirá guiando mis pasos con sus consejos y siempre seguirá siendo parte importante en cada instante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Ala Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma Máter que me acogió en su seno y es la responsable de cada logro que uno viene consiguiendo en el trabajo cotidiano y que su vez sigue formando a muchos profesionales que en la actualidad triunfan en diferentes partes del Perú y del mundo.

A la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias; en especial a toda la plana docente, quienes son los responsables directos de mi formación profesional y ésta ponerla al servicio de la sociedad.

Al M.Sc. Ing. Wilber Samuel Quijano Pacheco, docente de la Escuela Formación Profesional de Agronomía por el asesoramiento y apoyo incondicional durante las diferentes etapas del presente trabajo.

Asimismo, expreso mi gratitud a todos mis amigos por los momentos gratos compartidos durante nuestra vida universitaria y a todas las personas que de alguna manera colaboraron al logro del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	viii
Resumen.....	1
Introducción	3
 CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	5
1.1. Hidroponía.....	5
1.2. Historia de la hidroponía	5
1.3. Características del cultivo del forraje hidropónico.....	7
1.4. Proceso de producción del forraje verde hidropónico.....	11
1.5. La alfalfa en la alimentación animal	13
1.6. Requerimientos nutritivos del cuy.....	15
1.7. Experiencias en la alimentación de cuyes con alfalfa y forraje verde hidropónico.....	20
 CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	23
2.1. Ubicación.....	23
2.2. Clima	23
2.3. Material experimental.....	23
2.4. Métodos experimentales.....	25
2.5. Tratamientos	28
2.6. Parámetros de evaluación	29
2.7. Diseño estadístico.....	29
2.8. Duración del experimento	30
 CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1. Composición y valor nutritivo de los alimentos.....	31
3.2. Peso vivo e incremento de peso vivo	33
3.3. Consumo de alimento	36

3.1. Conversión alimenticia.....	40
3.2. Rendimiento de carcasa.....	42
3.3. Costos de alimentación.....	44
Conclusiones.....	47
Recomendaciones	48
Referencia bibliográfica.....	49
Anexo.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Comparación del valor nutritivo de F.V.H. alfalfa y maíz chala.....	8
Tabla 1.2. Valor nutricional de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>).....	14
Tabla 1.3. Requerimientos nutritivos de los cuyes recomendados por el NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NCR).....	16
Tabla 2.1. Formula de la ración.....	24
Tabla 3.1. Valor nutritivo del forraje hidropónico, alfalfa y alimento balanceado.....	31
Tabla 3.2. Peso Vivo e Incremento de peso promedio por cuy, en gramos por tratamiento.....	33
Tabla 3.3. Consumo semanal y acumulado (g) de alimento por tratamientos...	37
Tabla 3.4. Índice de conversión alimenticia acumulado.....	40
Tabla 3.5. Rendimiento de carcasa.....	43
Tabla 3.6. Costos de los alimentos por tratamiento.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1. Efecto de los tratamientos en el peso vivo.....	35
Figura 3.2. Efecto del tratamiento en la ganancia de peso.....	36
Figura 3.3. Comparación de promedios en el consumo de alimento.....	38
Figura 3.4. Efecto del tratamiento en el consumo de alimento.....	39
Figura 3.5. Comparación de promedios del índice de conversión.....	41
Figura 3.6. Efecto del tratamiento sobre el índice de conversión.....	42
Figura 3.7. Comparación de promedios de rendimiento de carcasa.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Control de peso corporal semanal (gr) por tratamiento.....	53
Anexo 2. Consumo de alimento total en materia seca (g) por tratamiento.....	54
Anexo 3. Índice de conversión alimenticia por semana y acumulado para los cuatro tratamientos.....	55
Anexo 4. Rendimiento de carcasa por tratamiento.....	57
Anexo 5. Análisis de variancia del incremento final de peso del experimento. Canaán – INIA, 2750 m.s.n.m.; 2006.....	57
Anexo 6. Análisis de variancia del índice de conversión alimenticia al final de experimento. Canaán – INIA, 2750 m.s.n.m.; 2006.....	58
Anexo 7. Análisis de Variancia del Consumo de Alimento al final de experimento. Canaán – INIA, 2750 m.s.n.m.; 2006.....	58
Anexo 8. Costo de producción de alfalfa /Ha/año.....	59
Anexo 9. Costo de alimento balanceado local.....	60
Anexo 10. Costo de producción del forraje verde hidropónico de cebada.....	61
Anexo 11. Panel fotográfico.....	62

RESUMEN

El presente estudio se realizó en las instalaciones del INIA, ubicado en el distrito de Andrés Bello a 2750 msnm, con el objetivo de determinar el reemplazo de la alfalfa en verde por forraje verde hidropónico de cebada en alimentación de cuyes mejorados en crecimiento, empleando para ello 36 cuyes destetados de 18 días de edad con un peso inicial promedio de 296g, dispuestos en 4 tratamientos con 3 repeticiones: tratamiento 1 Alfalfa; tratamiento 2 forraje verde hidropónico de cebada; tratamiento 3 alimento balanceado más alfalfa 10% de su peso vivo y tratamiento 4 alimento balanceado más forraje verde hidropónico de cebada al 10% de su peso vivo. La duración del experimento fue de 70 días, para los resultados se usó el diseño estadístico DCR (Diseño Completamente Randomizado) con pruebas de contraste de Duncan. Se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) para pesos vivos, incrementos de peso, y para consumo de alimento balanceado y a la prueba de contraste de Duncan se encontró que los tratamientos 3 y 4 son superiores a los tratamientos 1 y 2, sin diferencia significativa y entre ellos, sin embargo para el índice de conversión y rendimiento de carcasa no se encontró diferencia significativa, por lo que se deduce que el reemplazo del forraje verde hidropónico es factible por su conversión del alimento en carne y por abaratar los costos de producción de los cuyes.

Palabras clave: Forraje verde hidropónico, cebada, alfalfa, *Cavia cobayo*.

INTRODUCCIÓN

La producción de cuyes en la actualidad está tomando gran auge y que tanto el mejoramiento genético, la nutrición y la gran demanda de consumo hacen que esta especie busque diferentes alimentos que permitan su desarrollo y que las comunidades que no posee agua de riego, tengan la oportunidad de desarrollar esta producción, siendo el forraje verde hidropónico una solución.

Como se sabe en nuestra región la escasez de agua en muchas de las comunidades alto andinas, es un factor limitante para la producción de forraje de calidad, además las tierras son poco productivas y las condiciones climatológicas son adversas, por lo que se hace difícil la producción de forraje verde en la cantidad y calidad deseada, sumado a esto la producción de alfalfa sea convertido en un forraje comercial y que su costo en el mercado es mayor, que usarlo como forraje en la alimentación de los cuyes.

Razón por la cual surge la producción de forraje verde hidropónico, que poseen grandes beneficios como la sustitución del uso de grandes espacios de terreno, ahorro en agua y evitando las condiciones atmosféricas adversas y por el contrario se usará semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo, donde el animal consume toda la planta desde las hojas tallos y raíces evitando desperdicios, además los nutrientes están totalmente digeribles.

Este forraje verde hidropónico en comparación a la alfalfa logra un gran valor agregado con implicancias ecológicas positivas donde este se produce sin sustancias químicas, lo que beneficiará a los cuyes y a los humanos que posteriormente los consuman, además se puede obtener en los volúmenes que se desee, en un espacio mínimo y con poca inversión todo el año.

Paralelo a esto, se tiene el aumento de la demanda de la carne de cuy, con exigencias del mercado de alta calidad, tierna y con buena composición cárnica y a bajo costo, es por ello que dentro de la búsqueda de insumos que permitan cubrir los requerimientos del cuy mejorados hacen que se plantee el presente trabajo con los siguientes objetivos:

General

Determinar el reemplazo de la alfalfa en verde por forraje hidropónico de cebada en alimentación de cuyes mejorados en crecimiento a 2750 msnm-INIA Ayacucho.

Específicos

- Evaluar los parámetros productivos en la alimentación de cuyes de engorde con alfalfa y forraje verde hidropónico
- Evaluar los parámetros productivos en el uso de forraje verde hidropónico de cebada con alimento balanceado en reemplazo de la alfalfa verde al 10% de su peso vivo.
- Evaluar los costos de alimentación de cuyes usando alimento balanceado con alfalfa y forraje verde hidropónico.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. HIDROPONÍA

La palabra hidroponía proviene de dos raíces griegas “Hydro” = agua y “Ponos” = trabajo que significa el trabajo en agua, menciona también que la Hidroponía es una técnica que permite cultivar y producir plantas sin emplear el suelo o tierra y de excelente calidad y sanidad (Rodríguez, 2002).

Así también se define la hidroponía como una ciencia de cultivo de plantas sin el uso de tierra, pero con uso de un medio inerte como: arena gruesa, cascarilla de arroz, grava, aserrín, entre otros, a los que se les agrega una solución nutritiva con todos los elementos esenciales requeridos por la planta para su crecimiento y desarrollo normal (Sánchez, 2004).

Además como muchos métodos hidropónicos, emplean algún tipo de medio que contiene material orgánico como turba o aserrín, son a menudo llamados “cultivos sin suelo”, mientras que aquellos de cultivo en el agua serían los verdaderamente hidropónicos, donde el germen se transforma en pocos días en una plántula con capacidad de captar energía luminosa y absorber elementos minerales de una solución nutritiva, en este estado la parte radicular, se encuentra en un crecimiento acelerado, con muy poca fibra y alto contenido de proteína en su composición.

1.2. HISTORIA DE LA HIDROPONÍA

El cultivo hidropónico es anterior al cultivo en tierra pero, como herramienta de cultivo, muchos creen que empezó en la antigua Babilonia, en los famosos Jardines Colgantes que se listan como una de las Siete Maravillas del Mundo Antiguo, en lo que probablemente fuera uno de los primeros intentos exitosos de cultivar plantas hidropónicamente (Sánchez, 2004).

Además menciona que, es un hecho poco difundido que la hidroponía tuvo un gran auge en la Segunda Guerra Mundial. Cuando Estados Unidos ocupó Japón, se hicieron grandes botes hidropónicos para abastecer a sus soldados. Los japoneses por falta de espacio y de agua, desarrollaron la tecnología norteamericana a niveles asombrosos. La NASA la ha utilizado desde hace aproximadamente 30 años para alimentar a los astronautas. Hoy en día las naves espaciales viajan seis meses o un año y los tripulantes durante ese tiempo comen productos vegetales cultivados en el espacio.

En 1860, el profesor Julios Von Sachs publicó la primera fórmula estándar para una solución de nutrientes que podrían disolverse en agua y en la que podían crecer plantas con éxito. Esto marcó el fin de la larga búsqueda del origen de los nutrientes vitales para las plantas, dando origen a la “Nutricultura”. Las primeras investigaciones en nutrición de plantas demostraron que el crecimiento normal de estas puede ser logrado sumergiendo sus raíces en una solución de agua que contenga sales de nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca), y magnesio (Mg), que se define actualmente como macro elementos o macro nutrientes (los elementos requeridos en cantidades relativamente grandes). Con técnicas de laboratorio y química, descubrieron siete elementos requeridos por las plantas relativamente pequeñas, los micro elementos o elementos residuales: hierro (Fe), cloro (Cl), manganeso (MN), boro (B), zinc (Zn), cobre (Cu) y molibdeno (Mo) (Sánchez, 2004).

También, en estudios recientes han indicado que hay más de un millón de unidades hidropónicas caseras que operan exclusivamente en Estados Unidos para la producción de alimentos. En Rusia, Francia, Canadá, Sudáfrica, Holanda, Japón, Australia, y Alemania, la hidroponía está recibiendo la atención que merece. Los investigadores determinaron que los granos de cereales podrían cultivarse muy rápidamente de esta manera. Usando granos como cebada, ellos demostraron que 2 kilogramos de semilla pueden convertirse en 17 kilogramos de alimento verde en 7 días y ser usado en alimentación de ganado y aves (Sánchez, 2004).

Cuando se utilizó como suplemento a las raciones normales, este alimento verde era extremadamente beneficioso para todo tipo de animales y pájaros. En animales productores de leche, aumentó el flujo de ella. En las proporciones de alimento, la conversión fue mejor y se lograron ganancias a menos costo por kilogramo de grano. La

potencia de machos para engendrado y la concepción en hembras aumentó mientras el canibalismo, un problema constante para el avicultor, cesó (Sánchez, 2004).

1.3. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DEL FORRAJE HIDROPÓNICO

Es el proceso de germinación de granos de cereales y destinadas para alimentos de animales. El forraje hidropónico es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 20 días), dependiendo las especies a la que queramos alimentar en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología FVH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, maíz, cebada, etc.) para cultivo forrajero convencional captando energía del sol y asimilando los minerales de la solución nutritiva (Tarrillo, 1999).

Resultado de la germinación de los granos de cebada, maíz, sorgo, avena, en condiciones óptimas de temperatura iluminación y riego. En el proceso de geminación de una semilla se producen una serie de transformaciones cualitativas y cuantitativas muy importantes (Valdivia, 1993).

Este forraje será utilizado como tal para alimentar animales como bovinos de carne y leche, ovinos, caprinos, conejos, camélidos, cuyes, caballos, etc., también es usado para otras especies como las aves pero primero debe ser picado, triturado y/o secado, etc., para la producción de aves. El termino hidropónico, significa que el cultivo de estas plantas se basa en el agua (cultivo en agua), en contraposición de geopónico, cultivo que tiene lugar en la tierra (Tarrillo, 1999).

Además, menciona que se produce en bandejas de plástico, colocados en estantes de fierro, en cada bandeja se coloca 1 kilo de semilla de cebada (también se puede trabajar con avena, trigo y maíz) al cabo de 10 a 12 días cada kilo de semilla se habrá convertido en una masa forrajera de 6 a 8 kilos, consumible en su totalidad (raíces, tallos, hojas y restos de semillas) lo que constituye una completa formula de proteína, energía, vitaminas y minerales. Este cultivo se produce dentro de invernaderos rústicos, que permite una protección del cultivo contra las bajas temperaturas, además de la exposición directa de los rayos del sol y de las lluvias

La producción de germinados está considerado como un sistema hidropónico, debido a que se practica sin suelo, lo que permite producir a partir de semillas colocadas en bandejas, una masa forrajera de alto nivel nutritivo, consumible al 100%, con una digestibilidad de 80%, limpio y libre de contaminaciones (Chang, 1995).

Tanto Sholto (1990) como Resh (1987) coinciden en que es importante cultivar cereales en el sistema hidropónico, para su uso como forrajes, empleando una solución de nutrientes. El grano germinado alcanza una altura de 15 a 29 cm. (Resh, 1987), una vez que el germinado llega a la altura antes mencionada, es cosechado y suministrado con la totalidad de la planta, es decir, raíz, semilla y hojas (Resh, 1987; Lees, 1983).

1.3.1. Ventajas del forraje verde hidropónico

Según Tarrillo, (1999) menciona las siguientes ventajas:

a) De alto valor nutritivo superior a otros forrajes

El F.V.H. es un forraje de alta calidad superior a otros forrajes (ver tabla 1.1), el cual se suministra al cuy en forma total (hojas, tallos, semillas y raíces) constituyendo una completa formula 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.

Tabla 1.1. Comparación del valor nutritivo de F.V.H. alfalfa y maíz chala

	F.V.H.	Alfalfa	Maíz Chala
Proteína (%)	19.40	18.40	8.8
Energía NDT (%)	75.00	60.00	70.0
Grasa (%)	3.15	2.14	1.9
Digestibilidad (%)	90.00	65.00	60.0

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la U.N.A.L.M.

En la tabla 1.1 muestra la comparación del valor nutritivo en comparación a la alfalfa y maíz chala donde se observa mejor disposición de nutrientes en el Forraje Verde Hidropónico.

b) Se produce en reducido espacio

El sistema permite una siembra de alta densidad: 5 k de semilla/m². Esta producción se realiza en bandejas colocadas en estantes, por ejemplo en un invernadero con 480

bandejas, donde se logra producciones de 500 k/día, requiere un área total de 75 m², esto equivale a 182 500 k de forraje fresco al año, si comparamos esta área a la requerida para producir alfalfa; en un campo agrícola; y considerando un rendimiento de 60 000 k/has de alfalfa al año. Entonces un invernadero de 75 m² para la producción de F.V.H. equivaldrá a 3 hectáreas de terreno agrícola para la producción de alfalfa (30 000 m²) (Tarrillo, 1999).

c) Requiere poca agua

En un sistema de producción de F.V.H. el agua utilizada es recirculada bajo un sistema de riego automatizado, realizando riegos de solo 3 minutos diarios. Se estima que para producir, 1 kilo de alfalfa, en campo abierto, se requiere de 300 litros de agua, y de 150 litros de agua para producir 1 kilo de maíz forrajero, ya que las pérdidas se dan por percolación, escorrentía, evaporación y evapotranspiración. Mientras que para producir 1 kilo de forraje verde hidropónico, se requiere solo 2 litros de agua (Tarrillo, 1999).

d) De menor inversión

Si requerimos; por ejemplo; de 180 toneladas de alfalfa al año, entonces tenemos que invertir en la compra de 3 hectáreas de terreno agrícola. En la Irrigación Majes, Arequipa (donde se instaló más de 20 módulos de producción de F.V.H.) el monto de inversión de 3 hectáreas, actualmente es de 30 000 dólares, mientras que, la inversión de un módulo de 480 bandejas (producción equivalente a las 3 has/año) es de 3000 dólares, 10 veces menor, a comprar terreno agrícola para la producción de forrajes (Tarrillo, 1999).

e) Logra mejoras significativas en alimentación, reproducción y sanidad animal

Las mejores que obtenemos con el uso del F.V.H. son: aumento en la producción de leche y mayor contenido de grasa y sólidos totales, rápida ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, reducción de días vacíos en vacas, menor incidencia de mastitis, menor retención de placenta, etc. “Todas la mejoras logradas por el F.V.H. se deben básicamente al alto contenido nutricional que posee”, Además SAGI (1976) menciona que: “este forraje contiene una cantidad de enzimas que lo hacen doblemente aprovechable, ya que evita un trabajo en el tracto digestivo del animal, además de estimular el sistema endocrino y aumentar la actividad metabólica, observándose un aumento en la fertilidad y de autodefensa contra enfermedades”, en Vacunos lecheros

con F.V.H, el forraje verde hidropónico está siendo utilizado ampliamente en diversos establos lecheros ubicados en el departamento de Arequipa (principal cuenca lechera del país) donde erróneamente se considera que existe una producción sobrante de forraje y de bajo costo.

Las ventajas obtenidas con este forraje se mencionan a continuación:

1. Aumento de la producción leche, hasta niveles del 20 %.
2. Aumento del porcentaje de grasa y sólidos totales en la leche.
3. Mejora la condición corporal del animal.
4. Reducción de los días vacíos.
5. Menor incidencia de mastitis.
6. Menor presencia de retención de placenta.
7. Reducción del estrés calórico (Tarrillo, 1999).

f) Alternativa de solución en época de friaje

Cada cierto tiempo en la sierra sur del Perú, se presenta un fenómeno conocido como friaje, donde las bajas temperaturas y la nieve cubren los pastos naturales, haciendo imposible la alimentación de los animales, provocando su muerte. Como ocurrió el año 2002, donde murieron 60,000 alpacas en Puno, 8,000 alpacas y 4,000 ovinos en Apurímac y más de 17,000 camélidos sudamericanos en Arequipa. El forraje verde hidropónico en estas condiciones podrá producirse dentro de invernaderos y constituir el único alimento para los animales en esta época (Tarrillo, 1999).

1.3.2. Ventajas del uso del forraje verde hidropónico en cuyes

El forraje verde hidropónico, a diferencia de otros forrajes, no es fumigado contra ninguna plaga, por lo tanto es libre de cualquier contaminación de productos tóxicos, constituyéndose como requisito para la producción de cuyes ecológicos para exportación, además el uso de este forraje permite las siguientes ventajas:

1. Mayor número de crías logradas al año.
2. Menor mortalidad de crías.
3. Reducción en los costos de alimentación.
4. Cubre los requerimientos de agua.
5. Cubre los requerimientos de vitamina C (Tarrillo, 1999).

1.4. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

A continuación describiremos los pasos necesarios para la producción del forraje verde hidropónico, desarrollados por diferentes investigadores:

a) Selección de semilla

Se recomienda utilizar semillas de cereales o leguminosas provenientes de lotes limpios de impurezas y que procedan de plantas que estén libres de plagas y enfermedades, no debiendo usarse semillas tratadas con fungicidas o preservantes (Resh, 1987).

Las semillas tienen que ser idóneas, igual que las necesarias para la siembra en el campo. La semilla debe ser entera, seca y tener por lo menos un 85% de poder germinativo (Sagi, 1976).

b) Lavado y remojo

Las semillas son sumergidas totalmente en una solución de agua con lejía (hipoclorito de sodio) al 1%, por espacio de 30 minutos, para luego ser enjuagadas y puestas en remojo con agua, por espacio de 24 horas, dicho proceso tiene tres objetivos, el primero es la eliminación de esporas de hongos (Chang, 1995).

El segundo objetivo es activar la vida latente en el grano, al iniciar su actividad enzimática; el tercer objetivo es ablandar la cutícula que recubre al grano y facilitar la salida de la raíz y el tallo (Sagi, 1976).

c) Reposo

Terminado el lavado y remojo de la semilla, estas son colocadas en un depósito para su oreo, de modo que aparezca el punto de brote en la semilla (Valdivia, 1993).

d) Germinación

Para esta etapa las semillas son colocadas en bandejas y puestas en estanterías, pajo penumbra (Valdivia, 1993).

En este período se produce una serie de transformaciones químicas y enzimáticas que experimenta la semilla en determinadas condiciones de humedad (65 – 70%), aireación y temperatura (21 – 25°C) (Resh, 1987; Sholto, 1990).

e) Crecimiento

En el proceso de crecimiento intervienen varios factores que actúan interrelacionadamente, como son, movilización de nutrientes, luminosidad, humedad y temperatura. Para el sistema hidropónico, se recomienda el riego por aspersión en forma manual o artificial ya que proporciona un riego muy fino, permitiendo así una buena distribución del agua. Este riego debe realizarse incluyendo una solución nutritiva, la cual proveerá los elementos necesarios que la planta requiere y utilizará eficientemente por absorción. Otro elemento muy importante en el crecimiento de las plantas lo constituye la luz, que puede ser artificial o natural, ya que ella le suministra la energía necesaria para transformar y utilizar los compuestos orgánicos que absorben y utilizan para su crecimiento. El uso de invernaderos con luz artificial o estructuras cubiertas que otorguen una buena luminosidad proveniente de la luz solar, permitirán manejos y resultados óptimos, ya que se podrá mantener en forma uniforme las condiciones ambientales que se requieren para producir forrajes. El período de crecimiento del germinado dura entre seis y quince días alcanzando una altura promedio en dicho período de 20 a 25 cm, la cual dependerá de las condiciones ambientales como: temperatura, humedad, ventilación, frecuencia de riego y sobre todo la luz (Sholto, 1990 y Resh, 1987).

f) Cosecha

Cuando la plántula llega a la altura de 20 – 25 cm, ya se encuentra listo para ser cosechado. La cosecha es diaria y se realiza levantando la alfombrilla alimenticia formada por las raíces entrecruzadas debido a la alta densidad de siembra, semillas que están germinando o que no alcanzaron a germinar, y la parte aérea que corresponde a las hojas verdes. La programación de la cosecha deberá efectuarse de forma tal que se pueda cosechar cada día el mismo número de bandejas que sean sembradas. De esta forma podrá ser posible una producción continua durante todo el año (Sholto, 1990).

1.4.1. Uso del forraje verde hidropónico en la alimentación animal

Con el uso del forraje verde hidropónico se han tenido excelentes resultados en la alimentación de vacunos, porcinos, caprinos y conejos. El forraje verde hidropónico es totalmente diferente a los alimentos tradicionales (pastos, alfalfas, tréboles, henos) ya que el animal consume las primeras hojas verdes (parte aérea), los restos de la semilla y la zona radicular, constituyendo una completa fórmula de carbohidratos, azúcares, y

proteínas. Su aspecto, sabor, color, textura le confieren gran palatabilidad, a la vez que aumentan la asimilación de otros alimentos por parte del animal. El forraje verde hidropónico es sumamente palatable, y que presenta niveles óptimos de energía, vitaminas y minerales su calidad en general es muy alta (Lees, 1983).

Además, todos los rumiantes comen ávidamente el pasto fresco: los vacunos de leche o de carne en particular responden bien a la digestibilidad y valor nutritivo mayores que del pasto fresco. La preparación de raciones en las que el pasto producido hidropónicamente reemplaza parte o todo el alimento, el ensilaje u otros productos comprados depende de cada ganadero, pero como guía general la ingestión mínima de pasto fresco no debe ser menos de 1.5 kg/100 kg de peso del animal, ni debe exceder 50% de la ingestión de materia seca. Menciona además que no hay duda que el uso adecuado de la cebada hidropónica puede ayudar a controlar los costos de la alimentación de hatos lecheros de carne (Lees, 1983).

1.5. LA ALFALFA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

La alfalfa, por su calidad como forrajera, su alta productividad y los aportes a la conservación del suelo, es una especie que el productor puede considerar en su planteo productivo.

Los cultivares existentes en el mercado, ofrecen una amplia versatilidad en producción, longevidad, reposo invernal, resistencia a enfermedades y plagas.

En el mercado existen actualmente un gran número de variedades lo que dificulta su elección. Los cultivares se clasifican por el grado de reposo invernal que poseen y esto se maneja a través de una escala en donde los números más bajos corresponden a los grupos de mayor reposo o latencia invernal.

No obstante, los factores que llevan a un mayor rédito económico son:

- El rendimiento potencial.
- La persistencia o longevidad.
- Resistencia a plagas y enfermedades.

Todos estos factores deberán ser tenidos en cuenta a la hora de tomar una decisión y lo más aconsejable es buscar la información local disponible. (Sánchez, 2012).

1.5.1. Importancia económica

Se trata de un cultivo muy extendido en los países de clima templado. La importancia del cultivo de la alfalfa va desde su interés como fuente natural de proteínas, fibras, vitaminas y minerales; así como su contribución paisajística y su utilidad como cultivo conservacionista.

Además de la importante reducción energética que supone la fijación simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo y para los siguientes en las rotaciones de las que forma parte.

Por ser una especie perenne, su cultivo aporta elementos de interés como limitador y reductor de la erosión y de ciertas plagas y enfermedades de los cultivos que le siguen en la rotación. Actualmente está distribuida en todo el mundo y cada vez que crean nuevas variedades adaptables a diferentes ecosistemas (Sánchez, 2012).

1.5.2. Valor nutricional

La alfalfa es una excelente planta forrajera que proporciona elevados niveles de proteínas, minerales y vitaminas de calidad. Su valor energético también es muy alto estando relacionado con el valor nitrogenado del forraje. Además es una fuente de minerales como: calcio, fósforo, potasio, magnesio, azufre, etc. Los elevados niveles de beta carotenos (precursores de la vitamina A) influyen en la reproducción de especies animales como los bovinos (Sánchez, 2012).

Tabla 1.2. Valor nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa*)

%	Hojas	Tallos
Proteína bruta	24	10.7
Grasa bruta	3.1	1.3
Extracto No nitrogenados	45.8	37.3
Fibra Bruta	16.4	44.4
Cenizas	10.7	6.3

Fuente: Sánchez (2012)

1.6. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL CUY

1.6.1. Necesidades de proteína

Las proteínas son importantes porque forman los músculos del cuerpo, los pelos y las vísceras. Los forrajes más ricos en proteínas son las leguminosas: alfalfa (*Medicago sativa*), vicia, tréboles, etc. Las gramíneas son buenas fuentes de energía y tienen un bajo contenido de proteínas entre ellas las que más se utilizan para la alimentación de cuyes son el maíz forrajero, el rye grass y el pasto elefante (Rivas, 2003).

Los niveles de proteína de 14 – 16% complementarias a forrajes, han permitido obtener una buena producción de cuyes, lo cual se comprueba con trabajos de investigación que se usaron raciones que contenían 14 a 23% de proteína total, donde se demuestra que las raciones con 14% de proteína total fueron más eficientes que las raciones que tenían 23% de proteína total (Maldonado 1998).

Cuyes de 1 día hasta los 20 días post destete obtuvieron mayor ganancia, de peso con 18% de proteína en el concentrado y de los 21 hasta los 45 días post destete sólo se requiere de 14% de proteína ya que la mayor cantidad de proteína no induce mayor ganancia de peso (Maldonado, 1998).

1.6.2. Necesidades de energía

Afirma que la energía es otro factor esencial para los procesos vitales necesarios de los cuyes. Una vez que estos requerimientos han sido satisfechos, el exceso de energía se almacenará como grasa dentro de cuerpo (Aliaga, 1979).

Las principales fuentes de calor y energía en las raciones son los hidratos de carbonos y las grasas de los alimentos. Los hidratos de carbono forman el 75% de la materia seca en la mayoría de las plantas, son los principales nutrientes más abundantes de todos los alimentos comunes y se halla en gran proporción en los granos cereales y subproductos. (Aliaga, 1979).

La adición del 10% de azúcar refinada a un concentrado promueve mayores ganancias de peso y aumentan la eficiencia de utilización. Zaldivar 1976).

Tabla 1.3. Requerimientos nutritivos de los cuyes recomendados por el NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NCR)

NUTRIENTES	%
Proteína total	18 - 20%
Extracto no nitrogenado	45 - 48%
N.D.T	65.70%
Fibra	9.18%
Grasa	1%
Calcio	1.2%
Potasio	1.4%
Magnesio	0.35%
Fósforo	0.6%
VITAMINAS	CANTIDAD
Vit. A	2 mg de peso vivo
Vit. E	1.5 mg / Kg / día
Vit. K	80 mg / Kg de alimento
Vit. C	10 mg / de peso vivo
Tianina	46.5 mg / Kg de alimento
Riboflavina	3 mg / Kg de alimento
Piridoxina	16 mg / Kg de alimento
Niacina	20 - 30 mg / Kg de alimento
Ácido pantoténico	15 - 20 mg / Kg de alimento

Fuente: National Research Council (NCR)

Las necesidades cualitativas y cuantitativas para los diferentes carbohidratos de los forrajes contienen una combinación de azúcar, dextrina, almidón, hemicelulosa y lignina. Recomienda que el contenido de carbohidratos en raciones balanceadas varíe entre 38 y 55%, tratando siempre de que los NDT sean de 62 a 67% (Zevallos, 1978).

Chávez, citado por Aliaga (1979), comparó tres raciones de 68.4, 79.4, y de 63.3% de NDT, logrando similar respuesta al alimentar cuyes destetados a los 14 días durante experimento. Los incrementos de peso total para las tres raciones fueron de 333.8, 321.3 y 342 gr. respectivamente, en el que se nota que un mayor nivel energético con un mayor nivel de proteína no promueve mayor ganancia de peso.

1.6.3. Necesidades de fibra

En un estudio de alimentación con raciones de 12.75, 14.99 y 6% de fibra, los cuyes lograron incrementos de peso similares, habiendo utilizado en las dos primeras raciones de 30 a 40% de harina de retama respectivamente. Es decir los cuyes utilizan muy bien insumos de alto contenido de fibra, merced a su fisiología digestiva propia que le permite digerir materia orgánica y fibra con cierta eficiencia. Chávez, citado por Aliaga (1979).

Mediante pruebas de digestibilidad en cuyes de tres meses de edad determinó que los coeficientes de digestibilidad aparente para la fibra del afrechillo, heno de alfalfa, maíz y harina de pescado fueron de 60.11, 40.71, 59.06 y 57.15 respectivamente, lo que indica que los cuyes tienen una alta utilización de la fibra principalmente por la digestión microbiana realizada a nivel del ciego y colon, produciendo ácidos grasos volátiles que podrían contribuir significativamente a satisfacer los requerimientos energéticos de esta especie. (Ninaya, 1991).

La fisiología y la anatomía del ciego del cuy, soporta una ración conteniendo un material inerte abultado y permite que la celulosa almacenada fermenta por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de la fibra. REID, mencionado por Aliaga (1979),

1.6.4. Necesidades de grasa

La deficiencia o carencia de grasa en la ración del ganado ocasiona retardo en el crecimiento, caída de pelo inflamaciones en la piel y muchas veces ulceraciones mencionado por Aliaga (1979).

El requerimiento de grasa es muy bien definido. La deficiencia de este nutriente presenta síntomas característicos como: retardo en el crecimiento, tendencia a anemia, dermatitis y pobre crecimiento de pelos. Estas anomalías se corrigen con la inclusión de los ácidos grasos no saturados (NAS – NRC 1962).

Se afirma que niveles de grasa de 3.0% es suficiente para lograr una buena tasa de crecimiento y prevenir la dermatitis, así mismo reportan que los cuyes carecen de aptitud para un adecuado aprovechamiento de grasa (Aliaga, 1979)

1.6.5. Necesidades de minerales

Los minerales forman los huesos y dientes principalmente. Si los cuyes reciben cantidades adecuadas de pastos, no es necesario proporcionarles minerales en su alimentación. Algunos productores proporcionan sal a sus cuyes, pero no es indispensable si reciben forraje de buena calidad y en cantidad apropiada (Rivas, 2003).

Las necesidades nutricionales de minerales del cuy, como en todos los herbívoros son de calcio, potasio, sodio, fósforo, magnesio y cloro. El calcio y el fósforo contribuyen al sostenimiento de la fase sólida de los huesos. El Mg, Na y Zn son considerados esenciales, pero en menor cantidad que los anteriores. El hierro está en relación con la producción de la sangre (hematopoyesis). La deficiencia de cobalto en el cuy, influye en la síntesis de la vitamina B12 de la cual forma parte dicho mineral. La deficiencia de Mn. produce modificaciones en el tamaño y el estado de salud de las crías del cuy (Rivas, 2003).

El cuy como otros herbívoros están acostumbrados a una alta ingestión de minerales, dentro de ellos encontraremos, los esenciales como: calcio potasio, sodio, fósforo, magnesio y cloro; que se requieren en pequeñas cantidades, cuyo exceso o defecto podrían causar anomalías en el normal crecimiento del animal (Zevallos, 1978).

1.6.6. Necesidades de vitaminas

Las vitaminas activan las funciones del cuerpo. Ayudan a los animales a crecer rápido, mejoran su reproducción y los protegen de varias enfermedades. La vitamina más importante en la alimentación de los cuyes es la vitamina C. Su falta produce serios problemas en el crecimiento y en algunos casos puede producirles la muerte. El proporcionarles forraje fresco al animal asegura una suficiente cantidad de vitamina C (Rivas, 2003).

En la actualidad recobra gran importancia la alimentación de cobayos con dietas secas naturalmente con agua de bebida y suplementación de vitamina C en la que son deficientes estos animales ya que permitirá alimentar en la época seca, volúmenes semejantes de cuyes que en la época húmeda (Aliaga, 1979).

En la crianza práctica se indica que los cuyes necesariamente tienen que consumir alimentos verdes, pero esto no es verdad, ya que sin forraje pero suplementados con vitamina C viven normalmente (Aliaga, 1979).

1.6.7. Necesidades de agua

El agua es el principal componente del cuerpo; indispensable para un crecimiento y desarrollo normal. Las fuentes de agua para el animal son: el agua asociada con el alimento (forraje fresco) que no es suficiente y el agua ofrecida para bebida. Por esta razón se debe proporcionar agua de bebida a los cuyes, especialmente si se dispone de poco forraje, si está muy maduro y/o seco (Rivas 2003).

Los cuyes reproductores necesitan para vivir 100 cc de agua por día. La falta de agua en esta etapa puede ocasionar canibalismo. Los animales necesitan 80 cc de agua en la etapa de crecimiento y los cuyes lactantes requieren de 30 cc (Rivas 2003).

El cuy con un peso aproximado de 800gr. y que se le proporciona 50g. de alimento verde por día puede beber un promedio de 84 gramos de agua, concluyendo que el promedio de consumo de agua por kilogramo de peso vivo es de 105g (Rivas, 2003).

Evaluando niveles mínimos de alfalfa con adición de agua en el engorde de cuyes desde 10 días (edad de destete) hasta los cien días, concluye que el consumo de agua de bebida es inversamente proporcional al consumo de forraje, ya que a medida que se aumenta la cantidad para su consumo, la cantidad de agua ingerida disminuye (Sosa citado por Aliaga, 1979).

El agua está entre los elementos más importantes de la nutrición. El animal obtiene agua de tres fuentes: agua contenida en los alimentos, agua de bebida, y agua metabólica; esta última se forma durante el metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contiene hidrógeno (Chauca y Saravia 1978).

El agua en el organismo animal integra el líquido que baña los tejidos ya sea la sangre o líquidos intersticiales, ello indica desde luego la necesidad del suministro suficiente de agua limpia, libre de sustancias tóxicas y grasas con un PH óptimo, fresca, etc. que garanticen cumplir normalmente con las funciones fisiológicas del animal. Se cree que

comúnmente los cuyes y conejos cuando reciben agua para beber, desarrollan abdómenes prominentes, lo cual es falso (Palomino, 1993).

1.7. EXPERIENCIAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES CON ALFALFA Y FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

Cayllahua *et al*, (2015), al evaluar la utilización de 4 niveles (0, 25, 50 y 75%) de cebada hidropónica en sustitución de la alfalfa en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento en 42 días obtuvo pesos finales de los 633.70, 686.90, 604.97 y 565.37 y consumos de materia seca de 58.63, 55.38, 49.07 y 49.02 g y el índice de conversión alimenticia de 2.50, 2.19, 2.55 y 2.99 respectivamente, siendo la mejor sustitución con 25% de la cebada hidropónica.

Castillo *et al*, (2013), al evaluar la producción del forraje de cebada hidropónico producido con y sin suministro de nutrientes (minerales en el agua) y su uso en la alimentación de cuyes sobre el desempeño productivo y económico encontrando a los 8, 12 y 16 días de germinado en obteniendo mejores resultados a los 12 y 16 días de germinado y en los cuyes se obtuvo pesos de 910.63, 835.52, 692.92 y 747.19, consumo de alimento de alimento diario de 69.29, 57.76, 55.59 y 57.49 con conversiones alimenticias de 7.99, 8.26, 11.54 y 9.82 respectivamente.

En un estudio realizado en el distrito de San Juan Bautista sobre producción de forraje verde hidropónico de cebada en el cual se evaluaron diferentes niveles de nitrógeno más alimento balanceado a 0, 100 y 200 ppm de nitrógeno en alimentación de ovinos se obtuvo rendimientos de 29.63, 30.31 y 32.62 kg/m² con costos de producción del forraje hidropónico en materia seca de 0.78, 0.7 y S/. 0.6 (Vidal, 2012).

En investigación realizada con un total de 24 cuyes destetados de 18 días de edad, con 02 tratamientos y 3 repeticiones encontró que en el T1= F.V.H (20% de su peso vivo) solución nutritiva + concentrado y T2= FVH (20% de su peso vivo) sólo en agua + concentrado obtuvo los siguientes pesos vivos finales: 1056.92 y 956.17 g. para cada tratamiento respectivamente, con respecto al consumo de alimento en materia seca reporta valores de 2035.63 y 1991.03, cuyos índices de conversión alimenticia fueron 2.97 y 3.40 y rendimientos de carcasa de 64.95 y 61.25% donde los costos promedio por tratamiento por animal son 1.93 y 1.84 (Ruiz, 2006).

Utilizando un total de 36 cuyes, con 2 tratamientos y 6 repeticiones en 8 semanas encontró que el T1 = alfalfa 10% + Concentrado comercial “Cogorno”, T2 = forraje verde hidropónico de cebada 10% obtuvo los siguientes pesos vivos finales: 997.56 y 923 g para cada tratamiento respectivamente, el consumo de alimento fue de 2880.88 y 2520.73 g, índice de conversión alimenticia de 3.94 y 3.83 y rendimiento de carcasa de 65.41 y 68.45% con costos de 2.65 y 2.65 por animal (Quispe, 2005), superiores a los obtenidos en el presente trabajo.

Una investigación usando los tratamientos A = 100% forraje verde hidropónico de cebada, B = 75% de forraje verde hidropónico de cebada, más 25% de broza de cañihua, C = 50% de forraje verde hidropónico de cebada, más 50% de broza de cañihua, D = 25% de forraje verde hidropónico de cebada, más 75% de broza de cañihua, T = Testigo (residuos de cocina y heno de avena). Con una duración de 10 semanas, obteniendo mayor ganancia de peso vivo con el tratamiento A, con un promedio de 624 g, seguidos por los tratamientos B y C con 453.2 g. y 405.4 g. los que superaron largamente a los tratamientos D y T con 335.1 y 235.9, consumo de alimento de 2240.90, 2567.80, 2890.4 y 3140.50 g (Illpa, 2002).

Juscamayta (1996) utilizando alfalfa verde en diferentes cantidades (100, 125, 200 y 240 g) de acuerdo al alimento balanceado a base de contenido ruminal y la Cebada Germinada en las mismas cantidades, encontrado que para pesos vivos a las 12 semanas de 709, 960.92 y 769.2 el consumo de alimento en materia seca de 2975.83, 3210.23 y 1999.91 gr, el índice de conversión alimenticia 7.60, 5.0 y 3.94 respectivamente.

A las 9 semanas de experimento empleando 30 animales castrados y enteros cuyos con tratamientos, T1: cuyes castrados utilizando concentrado local + alfalfa al 10% de su peso vivo, T2: cuyes enteros alimentados con concentrado local + alfalfa 10% de su peso vivo, T3: cuyes castrados + concentrado comercial “Cogorno” y T4: cuyes enteros + concentrado comercial “Cogorno”, utilizando como insumos del concentrado local (cebada 50%, maíz amarillo 15%, pasta de algodón 10%, pasta de soya 15%, paja de cebada 0.9% y suplamín 0.1 reportando como pesos finales: 887.5, 877.5, 891.7 y 1035 g. para cada tratamiento respectivamente (Jara, 2002).

Callañaupa (2001) usando los tratamientos con alfalfa solo, alimento balanceado ad libitum más el 20 % de su peso vivo de alfalfa, alimento balanceado ad libitum más el 10 % de su peso vivo de alfalfa y alimento balanceado solo, obtuvo como resultado de consumo de 2564.6, 4113.8, 3611.0 y 2502.0 g e incrementos de pesos de 396.2, 800.6, 751.8 y 612.7 g/cuy respectivamente, conversión alimenticia de 6.47, 5.14, 4.80 y 4.08 y

Utilizando 48 animales (24 hembras y 24 machos), la alimentación consistió en alfalfa verde y maíz molido habiéndose obtenido los siguientes resultados: el consumo de materia seca osciló de 22 a 54 g/cuy/día (en machos) y 22 y 34 g/cuy/día (en hembras). El I.C.A. promedio fue de 6.7 y 7.3 para machos y hembras respectivamente. Los rendimientos de las partes trozadas al final del beneficio, resultaron: 100, 110, 160 y 220 g, en machos y 60,60, 100 y 140 g, en hembras; que corresponde a cabeza, brazos, costillar y piernas respectivamente. Con un % (sin considerar la cabeza); 22.4, 32.4 y 44.8% en machos y 20, 33.3 y 46.6% en hembras, para brazos, costillar y piernas respectivamente (Yauricasa y Escobar, 1993).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Estación Experimental de CANAAN-INIEA, ubicada al sur oeste de la ciudad de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho a una altitud de 2750 m.s.n.m. y a 13° 23' latitud sur y 17°12' longitud oeste.

2.2. CLIMA

El clima de Ayacucho se caracteriza entre otras particularidades por las variaciones o cambios relativamente bruscos de temperatura entre el día y la noche. La temperatura media anual fluctúa entre los 12.5 y 18.5 ° C. Los meses de (enero, febrero y marzo) corresponden a los meses de mayor precipitación y calor, en los cuales la temperatura máxima sobrepasa los 24 ° C y las mínimas fluctúan entre los 9 y 10 ° C. Los meses de temperaturas bajas corresponden a los meses de secano (mayo, junio y julio), produciéndose heladas esporádicas, la humedad relativa es bastante baja, con medias anuales que fluctúan entre 50 y 60%. Las precipitaciones se inician mayormente en la estación de primavera siendo al parecer producido por temperaturas orográficas, caracterizadas por su eventualidad, durante la estación de verano las precipitaciones son cíclicas y continuas (Rivera, 1974).

2.3. MATERIAL EXPERIMENTAL

2.3.1. De los animales

Se utilizaron 36 cuyes machos, de la línea Inti, post destetados de aproximadamente 15 días de nacido, cuyo peso osciló entre 296 a 306 gr.

2.3.2. De la dieta

El alimento balanceado se formuló usando el Software Mixit 2 plus y se preparó en forma manual en las instalaciones del INIA, (tabla 2.1) donde se muestra tanto el porcentaje como la cantidad usada de cada insumo que intervino en la ración.

La cantidad del alimento balanceado preparado para todo el trabajo de investigación fue de 80 kg. Tomando como base 50 gr. de alimento consumido por animal en promedio. El forraje que se usó fue alfalfa y Forraje verde hidropónico de acuerdo a los tratamientos establecidos.

Tabla 2.1. Formula de la ración

INSUMO	Cantidad en gr. para 1 Kg.	%
Cebada Grano	350.00	35.000
Maíz	185.00	18.676
Paja de cebada (pusri)	179.99	18.000
Harina integral de soya	86.17	8.617
Torta de Soya	70.00	7.000
Pasta de Algodón	60.00	6.000
Melaza	20.00	2.000
Harina de Sangre	20.00	2.000
Carbonato de Calcio	15.00	1.631
Fosfato di cálcico	10.00	1.000
Suplamín Yodo	0.076	0.076
TOTAL	1000.00	100.00
Valor nutritivo	Valor	
Materia seca (%)	89.52	
Proteína (%)	18.00	
Energía Digestible (Mcal/Kg)	2.10	
Calcio (%)	0.80	
Fosforo (%)	0.45	

2.3.3. De la sanidad

Dos días antes de la introducción de los animales se hizo la limpieza total del galpón, el mismo día de la recepción de los animales se aplicó un antiparasitario preventivo para

no tener problemas de ectoparásitos, el producto fue Bolfo plus 60, que fue aplicado a los cuyes espolvoreando en todo el cuerpo.

Adicionalmente para el control y prevención de piojos, pulgas y otros parásitos se aplicó ECTOLINE (fipronil) en la 3ra semana del experimento, aplicándose en la nuca y en la parte terminal del lomo, con lo cual se logró el total control de ectoparásitos.

2.3.4. Instalaciones y equipos

2.3.4.1. Pozas

Se utilizaron las pozas que posee el INIA, las que son a base de carrizo y madera con una dimensión de **1.5 x 1.0 x 0.45 m.** de largo, ancho y altura respectivamente, piso de concreto donde se depositó la cama de 1 cm. para la comodidad de los animales, para ello se utilizó viruta.

2.3.4.2. Comederos

Se empleó un comedero en cada poza y estos fueron a base de arcilla con capacidad de 200 gr.

2.3.4.3. Bebederos

De igual modo un bebedero de arcilla revestida con loza cuya capacidad fue de 800 ml.

2.3.4.4. Balanza

Se empleó una balanza de precisión marca Michel de plato con 5 gr. de precisión y 12.5 kg. de capacidad, tanto para el pesado de los alimentos suministrados y sus respectivos residuos, así como también para el control de peso vivo de los animales.

2.4. MÉTODOS EXPERIMENTALES

2.4.1. Fase pre – experimental

Etapa que se destinó a la adecuación del galpón y sus respectivos implementos de crianza, asimismo se hizo la adquisición de los insumos y la preparación del alimento balanceado, además de la siembra de la cebada hidropónica en bandejas. Cuyo proceso de producción fue de la siguiente manera:

- Se utilizó semilla de cebada a razón de 500 gr. Por bandeja la cual fue previamente seleccionada al momento de remojar la semilla en baldes de plástico.
- Seguidamente se separó para descartar las semillas flotantes ya que éstas no sirven para el propósito del trabajo de investigación por ser infértiles.
- Luego del lavado de las semillas se procedió a remojar por 30 minutos con hipoclorito de sodio al 10% para prevenir la presencia de hongos u otros microorganismos que perjudiquen el proceso de producción.
- Después del tratamiento con hipoclorito de sodio se realizó un enjuague con agua potable por 3 a 4 veces (hasta que el olor del hipoclorito de sodio desaparezca).
- Las semillas se dejaron remojar por 24 horas.
- Al día siguiente, se enjuagó las semillas con agua potable y se procedió a verter las semillas a las bandejas de plástico tratando en lo posible de que se distribuya uniformemente en la bandeja a una altura aproximada de 1.5 cm de espesor.
- A continuación se procedió a cubrir las semillas con una tela de yute para mantener la humedad.
- La frecuencia de riego fue diaria y se utilizó un aspersor manual cuidando de no exceder la cantidad de agua, para evitar el anegamiento de las semillas en las bandejas.
- El forraje quedó listo para ser consumido a los diez días de la siembra, un día antes de ser utilizado el forraje se procedió a quitar el riego.
- El rendimiento de cebada hidropónica por bandeja fue de 2.5 Kg por cada 0.5 kg. de semilla.

Evaluación económica de la producción de FVH

- En el anexo 10 de los anexos, se observa el costo de producción en soles/Kg para cada tratamiento experimental de forraje verde hidropónico, que está en función al rendimiento y a los costos de los insumos que intervinieron.
- De los resultados se observa que en el tratamiento 1 (0 ppm de N) se determinó S/. 0.73 por Kg de MS, para el tratamiento 2 (100ppm de N) de S/. 0.69 por Kg de MS y para el tratamiento 3 (200 ppm de N) de S/. 0.58 por Kg de MS (Vidal, 2012).
- Este resultado es inferior a los encontrados por Ruiz 2006), quien uso agua y solución nutritiva en la producción de FVH, obteniendo 0.78, 0.7 y S/. 0.6 soles/ kg de M.S de FVH.

- Se compara el costo por Kg. de forraje verde hidropónico, frente a forrajes de uso tradicional alfalfa y maíz forrajero; el costo de FVH resulta ser ligeramente elevado que la de la alfalfa y el maíz forrajero; situación que podría compensarse por:

a) Área y costo de terreno

1. Para producir FVH se necesita un área de 2 m² con una producción de 14.600 Kg/año y un costo de instalación de S/. 647.29.
2. Comparando la producción de FVH frente al alfalfa, se tiene que para producir 14 600 Kg./año de alfalfa se requiere 0.25 ha con un rendimiento de 280 Tn/ha/año y sabemos que (1ha – Ayacucho = \$ 15000) según el Alcabala determinado por la Municipalidad provincial de Huamanga y el costo de 0.25 ha = \$ 2500, es decir se requiere invertir 8 veces más que instalar una Unidad de Forraje Verde Hidropónico.

b) Consumo hídrico

En lo referente al consumo de agua, en el presente trabajo de investigación se determinó que para producir 1 kg de FVH se requiere 2.6 lt de agua, mientras que la alfalfa requiere 300 lts/kg y el maíz Forrajero 100 lts/kg, (Hugo Tarrillo 2002), situación que pone en gran ventaja a esta Unidad de Producción de forraje verde hidropónico, pudiendo ser una alternativa para las épocas de escasez de agua.

Los animales fueron sometidos a un período de adaptación ambiental y alimentaria de 3 días. Al tercer día de recepción de los animales se procedió a pesarlos y distribuirlos por bloques de acuerdo a los tratamientos en función a su peso vivo.

La alfalfa se obtuvo de la siembra que realizó la Estación experimental, que es lo mismo que se brinda a todos sus animales, se cortó a primera hora luego de un breve oreo se les brindó de acuerdo al tratamiento.

2.4.2. Fase experimental o de evaluación

Es la fase que se inició con el control estricto del peso vivo inicial de los animales y la homogenización de los lotes por cada unidad experimental.

La cantidad ofrecida de alfalfa verde y forraje hidropónico fue Ad libitum o la libre discreción semanalmente de acuerdo al peso controlado al inicio de semana de experimentación.

La ración diaria de forraje verde alfalfa al 10% del peso vivo del cuy, se dividió en dos partes iguales (mañanas a las 9 a.m. y tardes a las 3 p.m.), el alimento balanceado fue distribuido en los comederos de arcilla (según tratamiento) donde los animales tuvieron permanentemente para el libre consumo; a medida que estos fueron consumidos, previo control de peso, fue incrementándose con el pasar del tiempo.

Semanalmente se totalizó el consumo de alfalfa, cebada hidropónica y alimento balanceado para los cálculos posteriores. Los residuos de alimento, fueron recolectados y pesados, a efectos de permitir el cálculo efectivo de alimento.

La cantidad de alimento balanceado consumido por los animales se determinó por diferencia entre la cantidad suministrada durante una semana y la cantidad residual al final de la semana evaluada, para tal efecto, se les ofrecerá bajo peso una ración durante los días de consumo y antes de volver a proveerles más alimento balanceado para los siguientes días, el residuo fue pesado.

Tanto el forraje (alfalfa, cebada hidropónica) como el alimento balanceado consumido por los animales fueron controlados tal como se les ofreció, pero para los fines de cálculo fueron llevados a materia seca.

Los bebederos fueron lavados todos los días, donde se les ofreció agua limpia y fresca.

2.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos usados fueron los siguientes:

- T1 : Alfalfa** (Ad libitum)
- T2 : Forraje verde hidropónico** (Ad libitum)
- T3 : Alfalfa** (10% del peso vivo) + alimento balanceado
- T4 : Forraje verde hidropónico** (10% del peso vivo) + alimento balanceado.

2.6. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

2.6.1. Consumo de alimento

En la fase experimental la cantidad ofrecida de forraje fue del 10% de su peso vivo variando semanalmente de acuerdo al peso controlado del inicio de semana de experimentación. El consumo de alimento balanceado se determinó por diferencia entre lo consumido menos lo ofrecido semanalmente en los tratamientos con alimento balanceado y para los tratamientos con sólo forraje ofreciéndolos a libre discreción o ad libitum pesando diario así como el sobrante.

2.6.2. Incremento de peso

Para la determinación del incremento de peso vivo, todos los animales fueron pesados cada 7 días (semanal), en forma individual, este control se realizó en horas de la mañana a partir de las 9 a.m antes de ofrecerle el alimento balanceado.

2.6.3. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia fue semanal y acumulada, se determinó relacionando el consumo de alimentos (materia seca) con la ganancia de peso de los animales, lo cual reportó cada tratamiento y sus repeticiones.

2.6.4. Costos de Alimentación

Para los costos de alimentación se procedió al cálculo de los costos de producción de 1 kg. de materia seca de la alfalfa y forraje verde hidropónico que se cosechó en la última fecha en INIA en relación al consumo promedio de cada tratamiento, tanto del forraje como del alimento balanceado.

2.6.5. Rendimiento de carcasa

Al final de la etapa experimental los animales fueron beneficiados y se relacionó el peso de carcasa entre el peso vivo en porcentaje (%), separando las vísceras blancas y vísceras rojas.

2.7. DISEÑO ESTADÍSTICO

El diseño estadístico empleado fue el DCR (Diseño Completamente Randomizado) con 4 tratamientos, 3 repeticiones y 3 animales por poza, siendo la unidad experimental conformada por 3 animales cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Efecto del i-ésimo tratamiento de la j-esima repetición

μ : Media poblacional

t_i : Efecto del i – ésimo tratamiento

ϵ_{ij} : Error Experimental

Para evaluar las respuestas se hizo la prueba de significación de contrastes de Duncan.

2.8. DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo experimental se realizó desde el 16 de marzo del 2015 al 15 de mayo del 2015.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados encontrados del trabajo de investigación están presentados en forma ampliada en el anexo y los tratamientos que se desarrollaron fueron tratamiento 1: alfalfa, tratamiento 2: forraje verde hidropónico, tratamiento 3: Alfalfa al 10% del peso vivo más alimento balanceado y tratamiento 4: forraje verde hidropónico al 10% del peso vivo más alimento balanceado

3.1. COMPOSICIÓN Y VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS

Los resultados obtenidos en el análisis químico de los alimentos utilizados se muestran en la tabla 3.1. Los valores de materia seca (MS), proteína total (PT), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), y ceniza fueron obtenidos en el laboratorio de Nutrición Animal del Programa de Pastos y ganadería y están expresados en base seca.

Tabla 3.1: Valor nutritivo del forraje hidropónico, alfalfa y alimento balanceado

INSUMOS	Materia seca fresco (%)	Materia seca lab. (%)	Proteína total (%)	Grasa total (%)	Fibra cruda (%)	Ceniz a (%)	ELN (%)
Forraje verde							
Hidropónico	18.3	82.53	18.69	4.30	14.48	3.66	41.40
Alfalfa	17.5	81.72	19.29	1.66	8.46	5.36	46.95
Alimento balanceado		95.8	19.11	5.60	9.67	9.67	51.75

Fuente: Forraje hidropónico y Concentrado local determinado en laboratorio de nutrición Animal de Pastos y Ganadería – UNSCH.

En los análisis químicos nutricionales del FVH se obtuvo 18.69% de proteína (a los 10 días) como se indica en la tabla 3.1, Ruiz (2006) y Castillo *et al* (2015) reportaron en promedio 10.39 y 11.025; cifras inferiores a las reportadas por Quispe (2005) que reportó 18.56%, cifra muy parecida a la obtenida en el presente trabajo experimental,

pero el autor en mención realizó la cosecha 9 días. En cuanto a la fibra Ruiz obtuvo 17.515 y 16.320 para el FVH en solución hidropónica y FVH con agua respectivamente, Quispe (2005) obtuvo 16.50%, la cual presenta una diferencia con respecto al presente trabajo donde se obtuvo 14.48%, así reportó 4.18% de grasa total y 14.86% de materia seca, en comparación a lo determinado en nuestro trabajo que fue de 4.30% de grasa total y 17.47% de materia seca, la diferencia en el porcentaje de materia seca podría deberse al manejo en la cosecha frente a la frecuencia de riego, otro trabajo realizado por Illpa (2002), indica que obtuvo valores de 23% de materia seca, proteína total 25.73%, extracto etéreo 4.02%, fibra cruda 16.57 y ceniza 4.54%, además indica que las diferencias en cuanto a materia seca y el contenido proteico depende de la calidad de semilla y también de la metodología utilizada en la obtención del forraje hidropónico Juscamayta (1996) determinó valores inferiores al presente trabajo .

Estudios realizados en alfalfa para proteína en nuestra zona reportan 16.22% por Lazaro (2001) y 16.80 mencionado por Quispe (2005) ; sin embargo Juscamayta (1996) presenta valores de 21.40% de proteína mientras que en el presente trabajo se obtuvo 19.30%, estas diferencias podrían deberse al estado vegetativo en el cual se hizo el corte, además depende de los niveles de fibra, (mayor proteína y menor fibra, cuando el corte se realiza en una etapa tierna de la planta, mientras menor proteína y mayor fibra, cuando el corte se realiza en la etapa madura o de floración) siendo confirmado esto por el presente trabajo donde se obtuvo 20.22% de fibra, realizando el corte de la alfalfa a los 28 días de crecimiento (antes de botón floral);

El nivel de grasa obtenido de la alfalfa fue 1.66%, mientras que Palomino (1987) obtuvo 1.80% y 3.19%. El nivel de ceniza fue 5.36% similar resultado obtuvo palomino (1987) 5.57%, mientras que Guerra (1985) obtuvo 9.98%, estos cambios puede deberse probablemente por el tipo de suelo y época de corte (Juscamayta, 1996).

Sobre el alimento balanceado el análisis químico reportó 95.8% de materia seca, 19.11% de proteína, 5.60% de grasa total, 9.67% de fibra cruda y 51.75% de extracto Libre de Nitrógeno o carbohidratos solubles, valores que comprueba lo formulado y preparado del alimento.

3.2. PESO VIVO E INCREMENTO DE PESO VIVO

Los resultados de los pesos vivos y ganancia de pesos semanales para los tres tratamientos se presentan en la tabla 3.2 y los resultados detallados se encuentran en el anexo 1.

Tabla 3.2. Peso Vivo e incremento de peso promedio por cuy, en gramos por tratamiento.

Semanas	Tratamientos							
	T1 Alfalfa		T2 Hidropónico		T3 alfalfa 10% + AB		T4 hidroponía 10%+AB	
	Peso vivo x (g)	Increment. de peso (g)	Peso vivo (g)	Increment. de peso (g)	Peso vivo (g)	Increment. de peso (g)	Peso vivo (g)	Increment. de peso (g)
P.V.I.	297.9	0	290.8	0	298.2	0	298.1	0
1	352.6	54.7	333.7	42.9	351.4	53.2	336.9	38.8
2	402.3	104.5	370.1	79.3	406.3	108.1	404.2	106.1
3	440	142.1	380.1	127.9	472.7	174.5	462.8	181.2
4	467.9	170	448.7	157.9	560.9	262.7	549.7	251.6
5	527.9	230	504.1	213.2	651.3	353.1	611.8	313.7
6	553.9	256	529.7	238.9	734.8	434.6	680.3	382.2
7	610.3	312.4	584.7	293.9	805.3	507.1	729.3	431.2
8	685.3	387.5	622	334.2	879.3	581.1	788.7	490.6
9	724.3	426.5	688	396.9	961.5	663.3	848.2	550.1
10	792.3	494.5	784.3	493.6	1023.0	724.8	924.7	626.6

Como se observa en la tabla 3.2, los pesos que registraron al inicio del trabajo de investigación fueron homogéneos y en promedio de 297.9, 290.8, 298.2 y 298.1 g, luego a medida que fueron desarrollándose tuvieron un comportamiento normal hasta las 10 semanas que alcanzaron pesos finales promedio de 792.3, 784.3, 1023.0 y 924.7; así mismo el incremento de peso fue de 494.5, 493.6, 724.8 y 626.6 g., respectivamente al ser alimentados con los tratamientos 1, 2, 3 y 4. donde los tratamientos 3 y 4 obtuvieron mejores resultados, esto puede deberse a que tanto la alfalfa y el forraje verde hidropónico suplementados con el alimento balanceado tienen la mejor disponibilidad de nutrientes y estos pueden estar mejor disponibles para su absorción por el animal, porque estos tipos de forrajes constituyen una completa fórmula de carbohidratos, azúcares, proteínas y minerales en general, su calidad es muy alta

(Lees,1983) menciona a la vez que la calidad de la alfalfa se ve afectada por el crecimiento fisiológico o al tiempo de corte.

El comportamiento de los incrementos de peso así como los pesos vivos de los cuyes durante el periodo de engorde con los tratamientos aplicados mostraron diferencia significativa o al menos no son similares en el comportamiento de acuerdo al análisis de varianza (anexo 6), se puede afirmar que los tratamientos con la alfalfa y forraje verde hidropónico suministrados al 10% de su peso vivo más el alimento balanceado obtuvieron mejores resultados que los tratamientos con alfalfa y FVH solos, además se observa mejores resultados con los tratamientos con alfalfa pero numéricamente a los promedios con el Forraje verde hidropónico; esto se deba principalmente a que el animal consume las primeras hojas verdes (parte aérea), los restos de la semilla y la zona radicular, que es sumamente palatable en general su calidad es alta (Lees,1983).

Estos resultados sometidos a la prueba de Duncan (figura 3.1), muestran que los tratamientos 3 y 4 no muestran diferencia significativa entre ellos, pero si hay diferencia estadística con los tratamientos 1 y 2 y no significativos entre estos últimos, se puede inferir que la alfalfa como forraje para los cuyes son ricos en proteínas por ser leguminosa y que los componentes nutricionales son más estables y estos complementados con el alimento balanceado mejoran el rendimiento de los cuyes Rivas (2003), en comparación con los tratamientos con FVH solo y también complementado con alimento balanceado resultaron menores en el peso vivo.

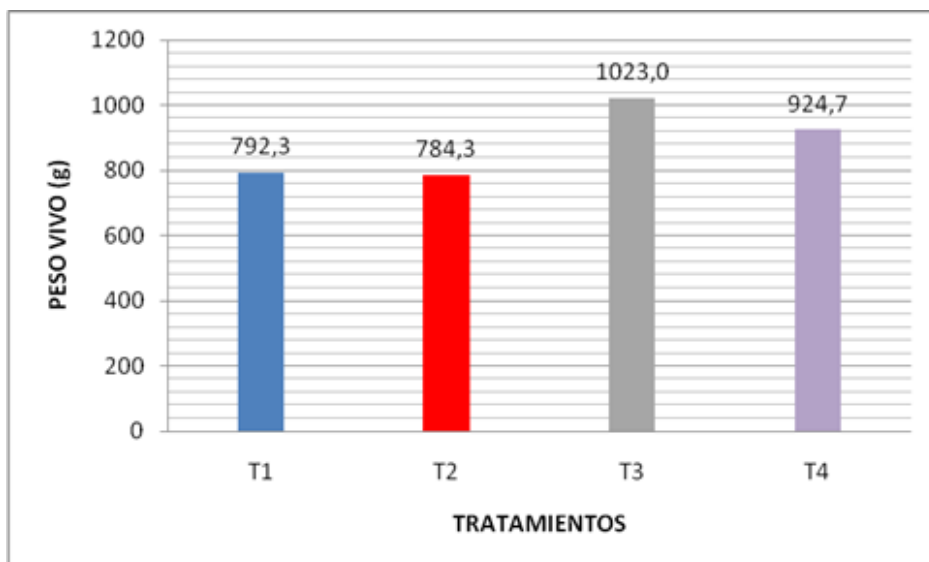


Figura 3.1. Efecto de los tratamientos en el peso vivo

Al comparar los resultados del trabajo de investigación con otros similares se observa que Illpa (2002) reporta resultados a las 10 semanas de los pesos vivos de 962.7, 795.4, 761.7, 690.1 y 586.1 g. valores menores a los obtenidos en el presente trabajo, debido a que en este experimento no usaron alimentos balanceados. Callañaupa (2001) en un trabajo similar logró incrementos de peso de 396.2, 800.6, 751.8 y 612.7 g/cuy (inferiores al trabajo) usando proporciones variadas de alfalfa y alimento balanceado comercial, las cuales tienen una diferencia marcada entre sí, observando que en el presente trabajo no se encontró tal situación, en otros trabajos en el engorde de cuyes como los realizados por Cayllahua *et al*, (2015), Castillo *et al* (2013), Jara (2002) con tratamientos similares estos pesos y la ganancia de peso diarios fueron menores en comparación a los encontrados por el presente trabajo, pero lo realizado por Ayala (1995) mencionado por Quispe (2005) fueron similares, usando los mismos niveles de forraje verde, y un alimento comercial, esto se daba principalmente al tipo y tiempo de corte de la alfalfa, además la forma de alimentar con el forraje verde hidropónico.

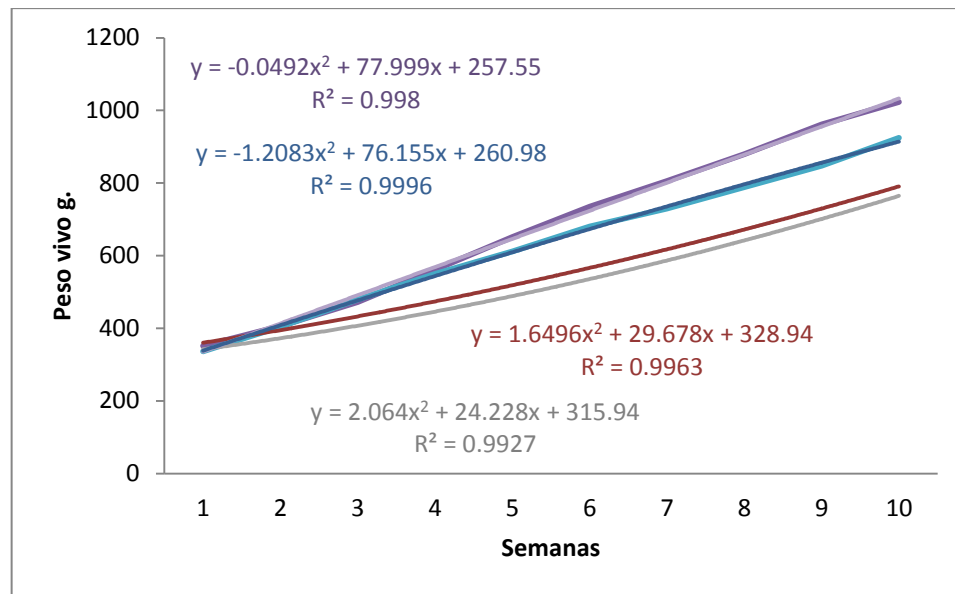


Figura 3.2. Efecto del tratamiento en la ganancia de peso

En la figura 3.2 se puede observar la relación muy estrecha que existe entre el tiempo y consumo de alimento ($r = 0.99$) y se puede apreciar que los tratamientos 3 y 4 son mayores que los tratamientos 1 y 2 y poseen las mismas curvas y se ajustan a una ecuación cuadrática fijada para cada tratamiento, las cuales tienen la misma tendencia a consumir alimento de acuerdo al tiempo.

3.3. CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo semanal y acumulado en materia seca (g) para cada tratamiento se presenta en la tabla 3.3 los datos detallados se encuentran en el anexo 3 y los análisis de variancia en el cuadro 7 del anexo

La materia seca se obtuvo a partir del reporte de los análisis de laboratorio de las muestras enviadas de la alfalfa y el forraje verde hidropónico y el alimento balanceado siendo 18.3, 17.5 y 95.8% respectivamente.

Tabla 3.3. Consumo semanal y acumulado (g) de alimento por tratamientos

Semanas	Tratamientos							
	T1		T2		T3		T4	
	Semanal	Acumulado	Semanal	Acumulado	Semanal	Acumulado	Semanal	Acumulado
1	127.3		118.7		189.2		154.7	
2	150.5	277.9	136.2	254.9	233.4	422.8	224.8	369.4
3	171.8	449.7	151.1	406	283	705.8	284.4	653.9
4	187.9	637.6	170.9	577	316.3	1022.1	278.4	932.3
5	199.8	837.4	183.2	760.2	311.2	1333.3	290.9	1223.2
6	222.1	1059.5	205.8	966	310.6	1643.9	275.9	1499.1
7	233.2	1292.6	218.8	1184.8	326.3	1970.2	303.9	1803.0
8	253.9	1546.6	238.7	1423.5	319.4	2289.7	297.8	2100.8
9	286	1832.5	255.2	1678.7	341.4	26.31.1	319.4	2420.2
10	302.6	2135.2	280.8	1959.5	362.0	2993.1	327.4	2747.7

De la tabla 3.3 se observa que el consumo fue normal en todos los tratamientos, desde la primera semana del trabajo los cuyes del primer tratamiento consumieron en promedio en la primera semana 127.2g de alfalfa y a la décima semana el consumo fue 2135.2 g. Los animales del segundo tratamiento alimentados con forraje verde hidropónico en la primera semana fue de 118.7g y a la décima semana el consumo fue de 1959.5 g. Para el tercer tratamiento consumieron en promedio en la primera semana 189.2 g. de alfalfa más alimento balanceado y a la décima semana el consumo fue de 2993.1 g para el cuarto tratamiento podemos observar que en la primera semana el consumo fue de 154.7 g. de forraje hidropónico más alimento balanceado y a la décima semana 2747.7 g los animales consumieron todo el alimento que se les brindaba y se observó muy poco de residuos esto en los forrajes; en cambio el alimento balanceado se le suministró todo el tiempo sin que le falte alimento evitando desperdicios, además se observa que en la tercera y cuarta semana todos los tratamientos tuvieron una pequeña aumento en el consumo y luego bajaron, esto se puede explicar a la adaptación del alimento y se corrigió la humedad del FVH al momento de darle la ración diaria.

Se ofreció la alfalfa y del forraje verde hidropónico al 33% de su peso, esto fue alto y se observó residuos, determinándose que el consumo estaba alrededor del 28 al 30% de su peso vivo en forraje verde. El consumo mayor de la alfalfa en comparación al forraje verde hidropónico, este se debió principalmente a que la alfalfa como forraje es

apetecible por este animal, pese a las características nutricionales del FVH y su calidad esto lo mencionan (Cayllahua. *et al.*, 2015 y Castillo *et a.*, 2013).

Además el mejor consumo de la alfalfa se induce que los componentes nutricionales de la alfalfa de acuerdo a la edad de corte estos se encuentran más estables y presto a la digestión de los animales, sin embargo en el FVH estos todavía están inestables por la edad de consumo y muchos son volátiles y a veces de muy rápida digestión y en vez de nutrir causan problemas (Rojas, 1979).

Al análisis de variancia (anexo 7) muestra que hay diferencia estadística en los tratamientos en cuanto al consumo de materia seca, esto quiere decir que al menos 2 tratamientos son diferentes, por lo que a la prueba de Duncan (figura 3.3) se observa que no hay diferencia significativa entre tratamientos 3 y 4 pero si hay diferencias con los tratamientos 1 y 2 además estos últimos no presenta diferencia estadística. Además hay mayor consumo en los tratamientos 3 y 4 frente a los otros tratamientos, este resultado se deba probablemente a que la alfalfa así como el forraje verde hidropónico mejora el consumo de materia seca o que se complementa con el alimento balanceado (Callañaupa, 2001, Cayllahua, F. *et al.*, 2015 y Castillo, *et al.*, 2013)

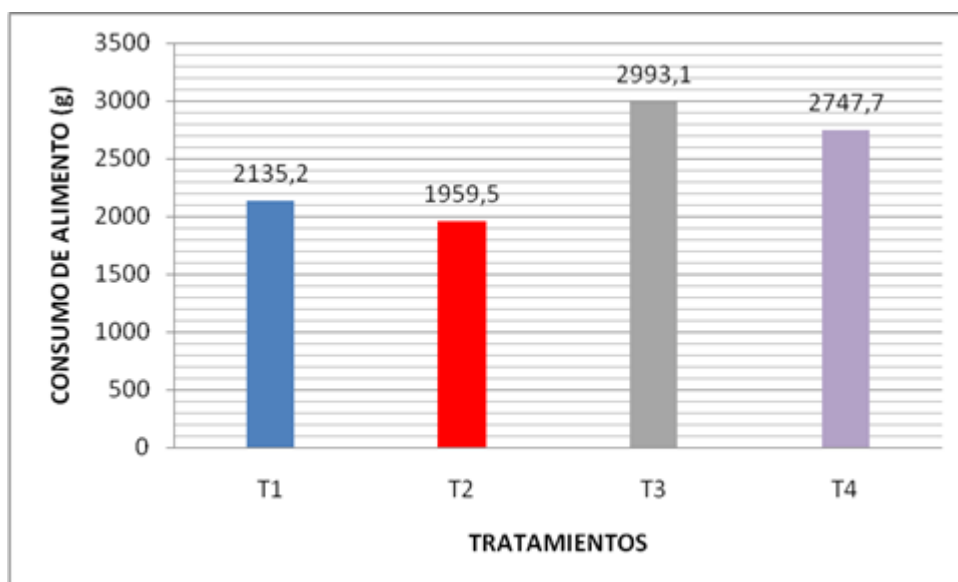


Figura 3.3. Comparación de promedios en el consumo de alimento

Al comparar con otros trabajos se menciona a Callañaupa (2001) quien afirma que obtuvo a la novena semana un consumo de materia seca de 2564.6, 4113, y 3611 y

Quispe (2005) valores similares al presente trabajo esto se deba probablemente al uso de la alfalfa como forraje verde. Para la obtención de valores menores a los reportados se tiene a Aquino (2003) mencionado por Ruiz (2006) indica que a las 10 semanas de experimento el consumo de materia seca en cuyes mejorados machos enteros, machos castrados y hembras los valores siguientes: 2449.40, 2402.3, 2420.2, y 2387.4, 2387.4 y 2384.4; Ortiz (2001), afirma que a las 10 semanas de experimento en cuyes machos y hembras obtuvo los valores que a continuación detallamos 2815.5 y 2932.4 para la ración 1 y 3589.8 y 3730.6 g. en cambio Cayllahua *et, al*, (2015) y Castillo *et, al*, (2013), indican que los cuyes consumieron en promedio por día de 69.29, 57.76, 55.59 y 57.49 en 42 días de evaluación, que son valores menores al presente trabajo, que puede ser por los días de consumo y de animales mayores.

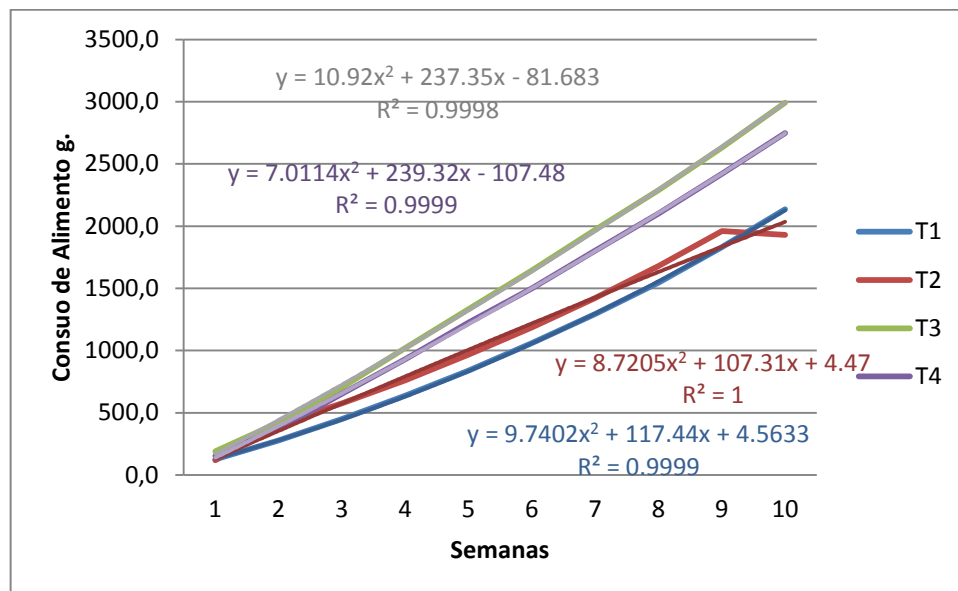


Figura 3.4. Efecto del tratamiento en el consumo de alimento

En la figura 3.4 se puede observar la relación muy estrecha que existe entre el tiempo y consumo de alimento ($r = 0.99$), y se puede apreciar que en los tratamientos 3 y 4 son mayores a los otros 02 tratamientos y que todas poseen las mismas curvas y se ajustan mejor a la ecuación cuadrática fijada para cada tratamiento, las cuales tienen la misma tendencia a consumir alimento de acuerdo al tiempo.

3.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En la tabla 3.4 se muestra los resultados del comportamiento de la conversión alimenticia a lo largo del periodo experimental. Presentando además en el anexo 3 los cálculos completos correspondientes por cada tratamiento.

Tabla 3.4. Índice de conversión alimenticia acumulado.

Semanas	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
1	2.6	2.9	3.6	3.8
2	2.8	3.2	4.0	3.4
3	3.3	3.6	4.1	3.8
4	3.5	3.7	3.9	3.6
5	3.7	3.6	3.8	3.8
6	4.2	4.0	3.8	3.8
7	4.2	4.0	3.9	4.0
8	4.1	4.3	3.9	4.1
9	4.4	4.0	4.0	4.2
10	4.4	4.0	4.1	4.2

Los valores calculados para el índice de conversión alimenticia semanal en los cuyes van en aumento gradual de la primera a la última semana, en el tratamiento 1 varía de 2.6 a 4.4, en el tratamiento 2 tenemos 2.9 y 4.0, para el tratamiento 3 se obtuvo 3.6 a 4.1 y para el tratamiento 4 tenemos 3.8 a 4.2.

De los datos arriba mencionados podemos afirmar que los cuyes van transformando sus alimentos en ganancia de peso con mayor eficiencia en las primeras etapas de su vida y que esta eficiencia disminuye gradualmente al transcurrir el período experimental, fundamento que está probado por la ganancia de peso prematuro de los animales en estudio.

La conversión alimenticia para los cuyes del presente trabajo no mostraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) durante la etapa de engorde para los cuatro tratamientos (anexo 6), lo que significa que todos los tratamientos son iguales o transformaron igual el alimento en carne, sin embargo al comparar los promedios se

observa mejor pero numéricamente con los tratamientos 2, 3 y 1 que el tratamiento 4. En general será más rentable cuanto menos sea el resultado del índice de conversión alimenticia, pero siempre se debe observar comparativamente tanto el incremento de peso y el consumo de alimento (Rojas, 1979).

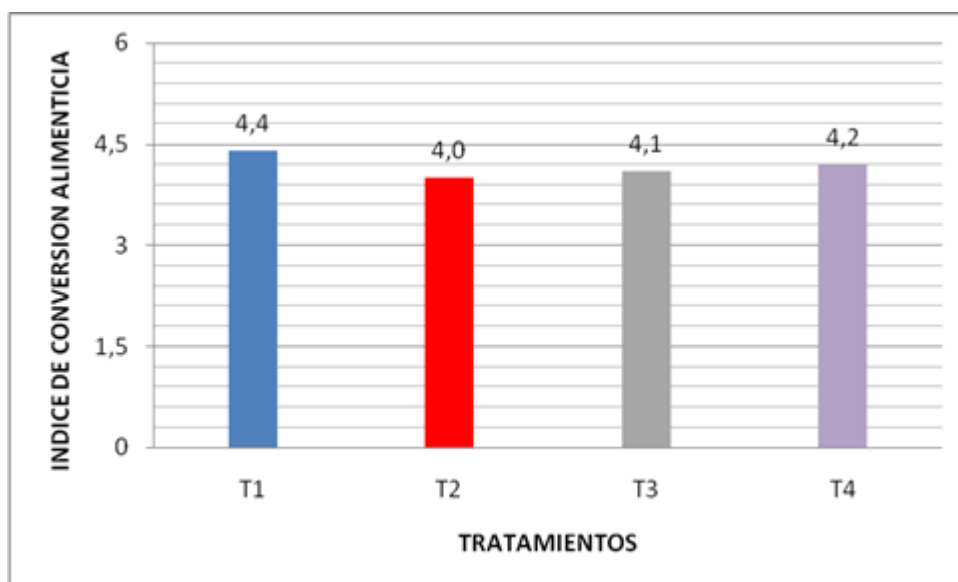


Figura 3.5. Comparación de promedios del índice de conversión

Estos valores se pueden considerar óptimos al igual que Quispe (2005) que obtuvo 2.77 y 3.94 , 2.90 y 3.83 para los tratamientos 1 y 2 frente a los obtenidos por Juscamaita (1996) que reporta 7.6 y 8.43, 4.98 y 5.43 para las raciones 1 y 2. Lo mismo sucede con los valores reportados por Jara (2002) quien afirma haber obtenido 3.72 - 7.3, 3.03 - 4.73, 3.80 - 7.95 y 2.73 – 5.0 para la primera y última semana, en cambio Callañaupa (2001) reporta valores mayores al presente trabajo de 6.47, 5.14, 4.80 y 4.08 de índice de conversión alimenticia en la novena semana de su trabajo usando proporciones variadas de alfalfa y concentrado comercial, que también superan a los logrados en el presente trabajo, sin embargo Ruiz (2006) obtuvo valores de 2.15 al inicio y 3.4 al final valores que son semejantes al presente trabajo al igual que Cayllahua *et al*, (2015) reportan valores de 2.5, 2.19, 2.55 y 2.99, Castillo *et al*, (2013) valores muy superiores 7.99, 8.26, 11.54 y 9.82 al presente trabajo, esto porque probablemente solo usaron forraje en la alimentación.

De los resultados obtenidos se puede afirmar que el forraje verde hidropónico está en condiciones de poder sustituir a la alfalfa y de acuerdo a los valores que se obtengan del mérito económico se podrá decidir por el uso de este producto.

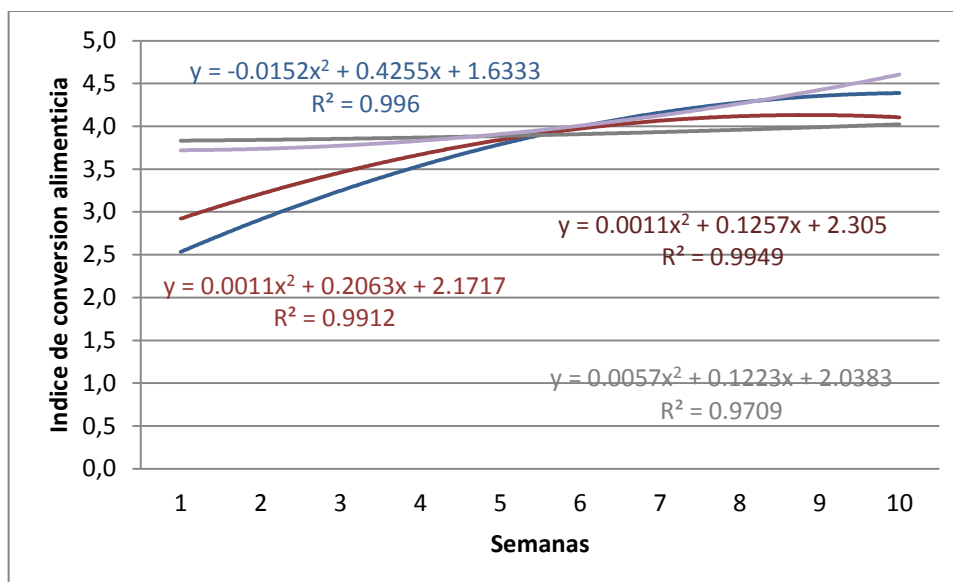


Figura 3.6. Efecto del tratamiento sobre el índice de conversión

En términos generales, según la figura 3.6 se puede expresar que los índices de conversión alimenticia en los tratamientos no tuvieron comportamientos diferentes durante el periodo experimental, es decir, la eficiencia con la cual los cuyes transforman sus alimentos en ganancia de peso corporal, tuvieron un comportamiento muy uniforme. Estas curvas se ajustan mejor a una ecuación polinomial cuadrática y estas a su vez tienen una relación directa entre el periodo de engorde y la eficiencia en transformar el alimento, resultado que concuerda con trabajos realizados en cuyes por Callañaupa (2001) y Ruiz (2006).

3.5. RENDIMIENTO DE CARCASA

Desde el punto de vista económico y técnico, es importante determinar los rendimientos del animal y fundamentalmente en carcasa. Por lo tanto para concluir y determinar el resultado final de este trabajo, el día 70 después de todos los controles rutinarios se benefició 3 cuyes por tratamiento tomados al azar (un total de 12 cuyes), de los cuales se determinaron los rendimientos de carcasa, esta refiere la cantidad de carne que los cuyes forman en sí, Para la determinación del rendimiento de carcasa se tuvo en cuenta

un pequeño oreo de 5 horas y se incluyen en la carcasa, cabeza y patas, excluyendo vísceras y órganos, los promedios obtenidos se muestra en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Rendimiento de carcasa

Tratamientos	Peso vivo	Peso de carcasa	Rendimiento de carcasa %
T1	792.3	507.9	64.1
T2	784.3	511.4	65.2
T3	1023.0	685.4	67.0
T4	924.7	631.6	68.3

Se observa que el comportamiento para los tres tratamientos es similar con una diferencia numérica a favor de los tratamientos 3 y 4 en referencia a los tratamientos 1 y 2, esta diferencia se haría notoria cuando los cuyes se venderían por kilos, pero como la venta es por unidad no tiene significancia. Al realizar el análisis de variancia resultó ser no significativo confirmando lo anteriormente dicho, lo que significa que los nutrientes que fueron suministrados se aprovecharon con mayor eficiencia en convertirse en carne y hubo poca perdida de desechos, esto por el Gráfico 3.7, confirmando lo mencionado por Callañaupa (2001) y Ruiz (2006).

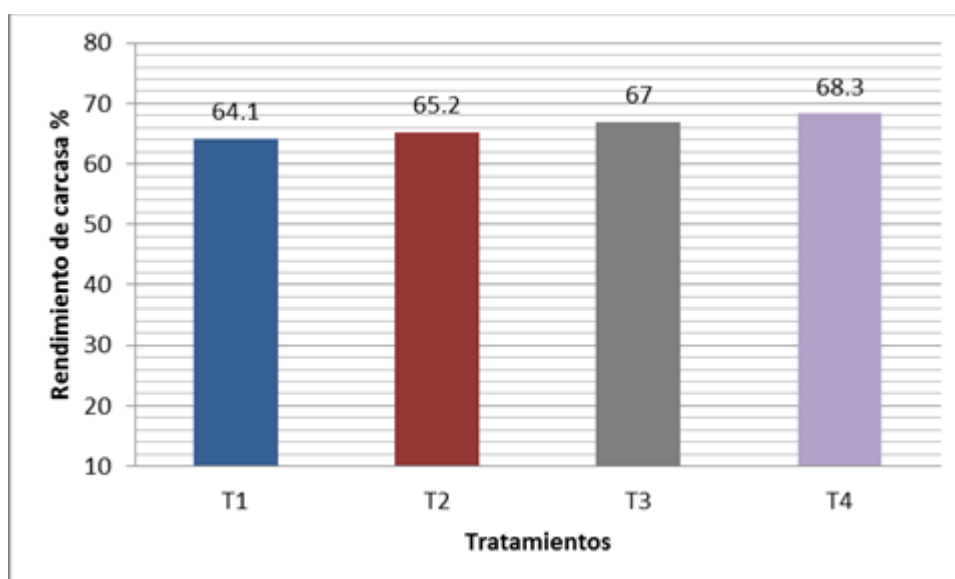


Figura 3.7. Comparación de promedios de rendimiento de carcasa

Los datos obtenidos en el rendimiento de carcasa durante el presente trabajo son parecidos los obtenidos por Quispe (2005) quien reporta 65.41 y 68.45; además JARA (2002) reporta 64% porcentaje un tanto menor al obtenido en la investigación realizada, debido a que las raciones utilizadas son diferentes en cuanto al contenido proteico. Existen autores que afirman que el rendimiento de la carcasa es el resultado de la relación entre el peso de la carcasa y el peso vivo antes del sacrificio, a mayor peso vivo final mayor rendimiento de carcasa. Ruiz (2006) encontró con un trabajo similar obtuvo valores de 64.95 y 61.26% de carcasa menores a los reportados por el trabajo así como Ayarza (1995) menciona haber obtenido porcentajes de 59, 58.06 para los tratamientos 1 y 2 en machos. Valores inferiores obtenidos en nuestra investigación, debido a que utilizó cuyes no mejorados.

3.6. COSTOS DE ALIMENTACIÓN

Los costos de alimentación se presentan en la tabla 3.6, estos se determinaron de acuerdo al consumo y al costo del alimento, teniendo en consideración el costo del alimento balanceado, de la alfalfa y del forraje verde hidropónico, el precio del alimento balanceado está en 1.43 nuevos soles, el precio de la alfalfa en materia seca en 0.60 nuevos soles el kilo y el precio por kilo de materia seca del Forraje Verde Hidropónico de 0.8 nuevos soles, precios actuales en chacra según el INIA, y estos son precios de mercado, así como los ingredientes del alimento balanceado para tener una comparación adecuada.

Tabla 3.6. Costos de los alimentos por tratamiento

TRATAM.	Consumo alimento	Consumo forraje	Costo alimento	Costo alfalfa	Costo del fvh	Costo de alimento por animal. s/.
T1		2.14		0.6		1.28
T2		1.93			0.8	1.54
T3	2.31	0.68	1.43	0.6		3.71
T4	2.10	0.65	1.43		0.8	3.00

Para estos costo de alimentación, se determinaron para un cuy y para cada tratamiento en estudio y de acuerdo al nivel de consumo de materia seca; así como el consumo de forraje en materia seca, los cuales resultaron S/. 2.06 para el Tratamiento 1 solo con alfalfa, S/. 1.28; para el Tratamiento 2 solo con FVH, S/. 1.54; para el tratamiento 3 con 10% del peso vivo de alfalfa más alimento balanceado de 3.71 y de S/. 3.00 para el Tratamiento 4 con 10% de su peso vivo de FVH con alimento balanceado.

Aquí se observa (tabla 3.6) que cuando se adiciona alimento balanceado el costo se eleva, sin embargo el tiempo de saca se acorta, pues como se observa en el peso vivo los animales (tabla 3.2) estos alcanzan el peso al mercado a las 7 semanas, en cambio solo con forraje llegan a las 10 semanas, razón por la cual se elevaron los costos.

En cambio comparando los costos en la alimentación con forrajes solos observamos que, con la alfalfa relativamente es más económica, sin embargo en producciones mayores se puede observar las ventajas que se tiene al criar los cuyes con FVH desde el punto de vista ecológico, ahorro de agua y tierras, de seguro si se cultiva en campos alquilados la producción de alfalfa será mayor. De la misma manera se observa que cuando se le adiciona alimento balanceado ocurre lo contrario, es más económico alimentando a los cuyes con FVH que con alfalfa, aquí podemos inferir que si se podría sustituir a la alfalfa por Forraje Verde Hidropónico.

Al respecto Ruiz (2006) afirma que los costos promedio por tratamiento por animal son 1.93 y 1.84, Quispe (2005), señala haber alimentado cuyes con el concentrado “cogorno”(S/. 0.82) más forraje hidropónico en un 15 % de su peso vivo con un costo de s/. 2.56, mientras que el mismo concentrado más alfalfa en un 15 % de su peso vivo

le costó s/. 2.65, costos altos en comparación al presente estudio, pese a estar en otro tiempo.

Callañaupa (2001) afirma haber alimentado cuyes con el concentrado “Cogorno” más alfalfa en un 20% de peso corporal con un costo de S/ 2.73 céntimos, mientras que el mismo concentrado más alfalfa en un 10% de su peso corporal alcanza un costo de S/ 2.33 céntimos; A su vez Anaya (2002) mencionado por Quispe (2005) empleando el mismo concentrado con alfalfa en un 15% de peso corporal en la alimentación de grupo de cuyes obtuvo un costo de S/ 1.69 céntimos. Este valor económico menor frente al presente trabajo, tendría un posible origen en el porcentaje de materia seca, esto debido a que el autor mencionado trabajó con 25% de materia seca mientras que el presente trabajo fue con 18% de materia seca, porcentaje mucho menor que incrementa el costo en materia seca, como se detalla en la tabla 3.6., otra posible causa para que estos valores difieran podría ser los diferentes años en que se realizaron dichos estudios donde los precios ofertados en algunos insumos sufrieron variaciones considerables.

CONCLUSIONES

Para las condiciones del presente trabajo experimental se llegó a las conclusiones siguientes:

1. En los tratamientos 1 y 2 alimentados solo con alfalfa fueron similares a los alimentados solo con FVH, teniendo una diferencia numérica a favor de la alfalfa en los parámetros evaluados en los cuyes.
2. En los tratamientos evaluados el tratamiento 3 y 4 que fueron alimento balanceado con el forraje al 10% de su peso vivo resultaron con mejores valores en todos los parámetros evaluados pero siempre numéricamente mejor con el tratamiento alimento balanceado más alfalfa al 10% de su peso vivo.
3. En cuanto al costo, se puede apreciar que los animales alimentados solo con forrajes es más económico, pero suplementando con alimento balanceado se acorta el tiempo de saca en los tratamientos 3 con alfalfa y 4 con FVH, siendo más económico con FVH que con alfalfa, por lo que se puede inferir que si se podría sustituir a la alfalfa por Forraje Verde Hidropónico, por las ventajas desde el punto de vista ecológico, ahorro de agua y tierras.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar el forraje verde hidropónico hasta un 10% de su peso vivo con alimento balanceado en el engorde de los cuyes por tener muchas ventajas comparativas.
2. Estimular la crianza de cuyes mediante el uso de forraje verde hidropónico en zonas con deficiencia de agua.
3. Efectuar más estudios con una asociación de 2 gramíneas en cultivos de Forraje Verde Hidropónico.
4. Efectuar estudios con alimentación mixta de Forraje Hidropónico de avena y variaciones porcentuales de alfalfa más el uso de alimento balanceado.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Aliaga, L. 1979. “Producción de cuyes”. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo..
2. Ayarza, J. 1995. “Engorde de cuyes no mejorados alimentados con dos tipos de concentrados locales y alfalfa verde”. Puericultorio “Andrés Vivanco Amorín” Ayacucho. Tesis ing. Agrónomo UNSCH Ayacucho.
3. Callañaupa, P. 2001. “Niveles de Sustitución de Alfalfa, por Concentrado Comercial “Cogorno” en la Alimentación de Cuyes Machos Mejorados de Recría INIA, 2750 m.s.n.m. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo.
4. Castillo, W., Lombardi, C. y Miranda C. 2013. Efecto de Suministro de Nutrientes en la Producción de Forraje de Cebada Hidropónico y su uso en el Desempeño Productivo de Cuyes. Tesis UPAO Trujillo - Perú.
5. Cayllahua, F., Condori, D., Cordero, A., Veliz, M. y Contreras, J. 2015. Sustitución Gradual de la Alfalfa (*Medicago sativa* L.) por el Germinado de Cebade (*Hordeum vulgare*) en raciones de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en la Etapa de crecimiento. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 9(2), 07-21.España.
6. Chang, R. 1995. “Producción de Forraje y Germinado”. Manual de Hidroponía, tercer curso Taller. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. Pp. 59 – 63.
7. Escobar, R. y Blas C. 1993. “Suplementación con Lisina y Metionina en Alimentación de Cuyes”. Revista de investigación del Programa de Pastos y Ganadería Vol. 2 UNSCH – Ayacucho – Perú.
8. Illpa. 2002. “Revista de la Estación Experimental Illpa – Puno”. Instituto de investigación Agraria INIA. Puno – Perú. Págs. 8 – 9.
9. Jara, E. 2002. “Engorde de Cuyes Mejorados Castrados y Enteros con dos tipos de concentrado Comercial y Local”. Centro Experimental Pampa del Arco 2750 m.s.n.m. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSCH – Ayacucho.
10. Juscamaita, A. 1996. “Uso de Cebada Germinada contenido Ruminal mezcla de Maíz Soya y Alfalfa verde Durante el Engorde de Cuyes (cavia cobayo)” en Huamanga, a 2750 m.s.n.m. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNSCH – Ayacucho.
11. Lees P. 1983. “Ganadería Hidropónica”. Agricultura de las Américas. Año 32. N° 10. pp. 16 – 41.

12. Maldonado, P. 1998. "Estudio preliminar para la determinación de requerimiento de proteína en la etapa de crecimiento en cuyes mejorados". INIA 2750 m.s.n.m. Tesis de ingeniero Agrónomo UNSCH – Ayacucho.
13. Ninaya, P. 1975. Coeficiente de digestibilidad del heno de alfalfa, afrechillo, maíz y harina de pescado en cuyes. U.N.C.P. Dpto. de Biología y Zootecnia. Huancayo.
14. Nishikawa, J. 1993. "La harina de langosta como insumo en la ración en el crecimiento y engorde de cuyes mejorados". Tesis de Ingeniero Agrónomo UNSCH – Ayacucho.
15. Ortiz, G. 2001. "Niveles de Sustitución de Alfalfa por Concentrado Comercial Cogorno en la Alimentación de Cuyes Machos Mejorados de recría". INIA 2750 m.s.n.m. Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH – Ayacucho.
16. Palomino, C., y Vera, C., 1993. "Evaluación de la influencia de dos concentrados durante dos períodos sucesivos de gestación en cuyes mejorados" a 2,450 m.s.n.m. Ayacucho. En revista Allpachaka. Vol1 N° 2 pp 48. Ayacucho – Perú.
17. Quispe, M. 2005. "Efecto del uso de forraje hidropónico de cebada (*hordeum vulgare*) en la alimentación de cuyes machos de recría". C.E. Canaán 2750 m.s.n.m. Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo UNSCH – Ayacucho.
18. Resh H. 1987. "Cultivos Hidropónicos". Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – España. P. 287.
19. Rivas, C. 2003. "Manual sobre el Manejo de Cuyes". EE.UU. Benson Agricultura and Food Institute Provo. Pág. 24 -30.
20. Rodriguez, A. 2002. "Manual Práctico de Hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral". Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 37.
21. Rojas, S. 1979. "Nutrición Animal Aplicada". Departamento de Nutrición y Programa Académico de ganados. UNALM. Lima Perú.
22. Ruiz, M. 2006. "Efecto de Solución Nutritiva en la Producción de Forraje Verde y su Efecto en la Capacidad Productiva de Cuyes de Engorde". San Jerónimo - Andahuaylas a 2,975 m.s.n.m. Tesis de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho.
23. Sagi V. 1976. "Conferencia sobre Cultivos Hidropónicos". Exposición de la Bolsa de Cereales. Buenos Aires – Argentina.
24. Sanchez, R. 2004. "Hidroponía Paso a Paso. Cultivo sin Tierra". Ediciones Ripalme. Lima Perú. Págs. 13 -18.

25. Sánchez, R. 2012. “Cultivo y Producción de Pastos y Forrajes”. Ediciones Ripalme. Lima Perú. Págs. 96 – 104.
26. Saravia, D. y Sanchez C. 1978. Comparativo de dos sistemas de alimentación en Cuyes (*Cavia porcellus*) Avances en la investigación. Ministerio de Agricultura y alimentación. Centro Regional de Investigación.
27. Sholto, D. 1990. Hidroponía. Como Cultivar Sin Tierra. Editorial “El Ateneo”. 5ta. Edición. Argentina. Pág. 156.
28. Tarrillo, H. 1999. “Utilización del Forraje Verde Hidropónico de Cebada, Alfalfa en pellets y en heno, como forrajes en la alimentación de terneros Holstein en Lactación”. Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Agraria La Molina. Lima – Perú.
29. Valdivia, V. 1993. “Diseño de una Unidad de Producción de Forraje Verde Hidropónico para la Alimentación de un Hato Lechero y Comparación Económica con el Sistema Tradicional”. Irrigación la Yarada – Tacna. Tesis Ing. Agrícola. Universidad Agraria La Molina. Lima – Perú.
30. Meneses, V. 2012. “Implementación de Módulo para la Producción de Forraje Verde Hidropónico, bajo tres niveles de nitrógeno en el engorde de carnerillos”. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.
31. Yauricasa, R. 1993. “Evaluación de algunos parámetros reproductivos del cuy no mejorado”. INIA 2750 m.s.n.m. Tesis Ingeniero Agrónomo UNSCH Ayacucho.
32. Zaldivar, A. 1976. “Crianza de cuyes y generalidades”. I Curso Nacional de cuyes, Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú. 23 págs.
33. Zevallos, S. 1978. “El cuy su cría y la explotación”. Edic. ENCAS. Lima – Perú.

ANEXOS

Anexo 1.

Control de peso corporal semanal (gr) por tratamiento

Tratamientos	Repetición	P. Inicial	1ra. Sem	2da. Sem	3ra. Sem	4ta. Sem	5ta. Sem	6ta. Sem	7ma. Sem.	8va. Sem.	9na. Sem	10ma. Sem
T1	R1	298.3	356.7	406	459	522.7	536	565	624.3	727	739	785
	R2	295.3	334.3	384	411.3	441	495.2	524	560	615	659	724
	R3	300.1	366.7	417	450.3	440	552.5	572.7	646.6	714	775	868
T2	R1	294.3	344	385.3	405	450	515	531	580.3	608	666	768
	R2	295.3	342.3	372	370	464.7	517.3	547	612.7	651	727	820
	R3	282.7	314.7	353	365.3	431.3	480	511	561	607	671	765
T3	R1	287.3	327	363	421.3	506.3	578.7	666.7	741.7	827	892	935
	R2	327	395	478	543.7	637.7	745.3	830	905.3	983	1061	1114
	R3	280.3	332.3	378	453.3	538.7	630	707.7	768.7	829	931	1020
T4	R1	299.9	343.7	415.6	464.3	535	609	675.3	712.3	764	808	869
	R2	299.5	335.3	407.7	481.3	594.7	643.3	705	767	823	883	962
	R3	294.9	331.7	389.3	442.7	519.3	583	660.7	708.7	779.3	854	943

Anexo 2.

Consumo de alimento total en materia seca (g) por tratamiento

Tratamientos	Repetición	1ra. Sem	2da. Sem	3ra. Sem	4ta. Sem	5ta. Sem	6ta. Sem	7ma. Sem.	8va. Sem.	9na. Sem	10ma. Sem
T1	R1	126.00	278.43	451.80	647.80	853.90	1077.73	1315.67	1575.57	1879.33	2188.23
	R2	125.00	267.73	431.70	607.20	791.23	1000.97	1221.37	1453.83	1709.77	1984.50
	R3	131.00	287.57	465.63	657.80	867.03	1099.70	1340.90	1610.33	1908.53	2232.80
T2	R1	120.00	260.47	417.77	591.70	775.43	985.73	1202.57	1439.40	1690.53	1962.50
	R2	121.00	260.77	412.67	586.20	775.97	987.07	1210.43	1460.73	1726.57	2023.00
	R3	115.00	243.50	387.63	553.00	729.10	925.10	1141.37	1370.43	1619.10	1893.10
T3	R1	138.00	324.33	583.33	873.33	1153.33	1440.67	1753.00	2051.00	2380.33	2708.67
	R2	224.00	501.33	810.00	1138.67	1465.37	1801.37	2139.37	2471.37	2832.70	3226.03
	R3	206.00	442.67	724.00	1054.33	1381.33	1689.67	2018.33	2346.67	2680.33	3044.67
T4	R1	144.00	372.33	655.00	935.67	1225.00	1492.33	1772.33	2047.33	2344.33	2660.00
	R2	133.00	333.33	602.33	855.33	1117.33	1352.67	1642.67	1929.00	2253.00	2560.33
	R3	157.00	362.67	624.33	886.00	1167.33	1452.33	1754.00	2046.00	2343.33	2662.67

Anexo 3.

Índice de conversión alimenticia por semana y acumulado para los cuatro tratamientos

Tratamientos	Variables	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
T1 Alfalfa	Cons. Acum MS R1	126,0	278,0	452,0	648,0	854,0	1078,0	1316,0	1576,0	1879,0	2188,0
	Cons. Acum MS R2	125,0	268,0	432,0	607,0	791,0	1001,0	1221,0	1454,0	1710,0	1985,0
	Cons. Acum MS R3	131,0	288,0	466,0	658,0	867,0	1100,0	1341,0	1610,0	1909,0	2233,0
	Gan. Peso Acum. MS R1	58,0	108,0	161,0	284,0	241,0	267,0	326,0	429,0	441,0	487,0
	Gan. Peso Acum. MS R2	39,0	89,0	116,0	136,0	204,0	229,0	265,0	320,0	364,0	429,0
	Gan. Peso Acum. MS R3	57,0	107,0	140,0	180,0	243,0	263,0	337,0	404,0	465,0	558,0
	ICA R1	2,2	2,6	2,8	2,3	3,5	4,0	4,0	3,7	4,3	4,5
	ICA R2	3,2	3,0	3,7	4,5	3,9	4,4	4,6	4,5	4,7	4,6
	ICA R3	2,3	2,7	3,3	3,7	3,6	4,2	4,0	4,0	4,1	4,0
	PROMEDIO	2,6	2,8	3,3	3,5	3,7	4,2	4,2	4,1	4,4	4,4
T2 FVH	Cons. Acum MS R1	120,0	260,5	417,8	591,7	775,4	985,7	1202,6	1439,4	1690,5	1962,5
	Cons. Acum MS R2	121,0	260,8	412,7	586,2	776,0	987,1	1210,4	1460,7	1726,6	2023,0
	Cons. Acum MS R3	115,0	243,5	387,6	553,0	729,1	925,1	1141,4	1370,4	1619,1	1893,1
	Gan. Peso Acum. MS R1	49,7	91,0	110,7	155,7	220,7	236,7	286,0	313,7	371,7	473,7
	Gan. Peso Acum. MS R2	47,0	76,7	74,7	169,4	222,0	251,7	317,4	355,7	431,7	524,7
	Gan. Peso Acum. MS R3	32,0	70,3	82,6	148,6	197,3	228,3	278,3	324,3	388,3	482,2
	ICA R1	2,4	2,9	3,8	3,8	3,5	4,2	4,2	4,6	4,5	4,1
	ICA R2	2,6	3,4	5,5	3,5	3,5	3,9	3,8	4,1	4,0	3,9
	ICA R3	3,6	3,5	4,7	3,7	3,7	4,1	4,1	4,2	4,2	3,9
	PROMEDIO	2,9	3,2	3,6	3,7	3,6	4,0	4,0	4,3	4,0	4,0

T3 Alfalfa 10% PV	Cons. Acum MS R1	138,0	324,3	583,3	873,3	1153,3	1440,7	1753,0	2051,0	2380,0	2708,7
	Cons. Acum MS R2	224,0	501,3	810,0	1138,7	1465,4	1801,4	2139,4	2471,4	2832,7	3226,0
	Cons. Acum MS R3	206,0	442,7	724,0	1054,3	1381,3	1689,7	2018,3	2346,7	2680,3	3044,7
	Gan. Peso Acum. MS R1	39,7	75,7	134,0	219,0	291,4	379,4	454,4	539,7	604,7	647,7
	Gan. Peso Acum. MS R2	68,0	151,0	216,7	310,7	418,3	503,0	578,3	656,0	734,0	787,0
	Gan. Peso Acum. MS R3	52,0	97,7	173,0	258,4	349,7	427,4	488,4	548,7	650,7	739,7
	ICA R1	3,5	4,3	4,4	4,0	4,0	3,8	3,9	3,8	3,9	4,2
	ICA R2	3,3	3,3	3,7	3,7	3,5	3,6	3,7	3,6	3,9	4,1
	ICA R3	4,0	4,5	4,2	4,1	4,0	4,0	4,1	4,3	4,1	4,1
	PROMEDIO	3,6	4,0	4,1	3,9	3,8	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1
T4 FVH 10%PV	Cons. Acum MS R1	144,0	372,3	655,0	935,7	1225,0	1492,3	1772,3	2047,3	2344,3	2660,0
	Cons. Acum MS R2	133,0	333,3	602,3	855,3	1117,3	1352,7	1642,7	1929,0	2253,0	2560,3
	Cons. Acum MS R3	157,0	362,7	624,3	886,0	1167,3	1452,3	1754,0	2046,0	2343,3	2662,7
	Gan. Peso Acum. MS R1	43,8	115,7	164,4	235,1	309,1	375,4	412,4	464,1	508,1	569,1
	Gan. Peso Acum. MS R2	35,8	108,2	181,8	295,2	343,8	405,5	467,5	523,5	583,5	662,5
	Gan. Peso Acum. MS R3	36,8	94,4	147,8	224,4	288,1	365,8	413,8	484,4	559,1	648,1
	ICA R1	3,3	3,2	4,0	4,0	4,0	4,0	4,3	4,4	4,6	4,7
	ICA R2	3,7	3,1	3,3	2,9	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	3,9
	ICA R3	4,3	3,8	4,2	3,9	4,1	4,0	4,2	4,2	4,2	4,1
	PROMEDIO	3,8	3,4	3,8	3,6	3,8	3,8	4,0	4,1	4,2	4,2

Anexo 4.

Rendimiento de carcasa por tratamiento

Tratamientos	Peso Vivo	Peso de Carcasa	% Carcasa
Tratamiento 1	792	507.7	64.1
Tratamiento 2	784	511.2	65.2
Tratamiento 3	1023	685.4	67
Tratamiento 4	905	618.1	68.3

Anexo 5.

Análisis de variancia del incremento final de peso del experimento. Canaán – INIA, 2750 m.s.n.m.; 2006.

F. de variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Entre tratamientos (Error)	3	189627	63209	47.16	4.07 *
Dentro de trat	8	10723	1340.375		7.89 **
TOTAL	11	200350			

CV = 24.3%

Anexo 6.

Análisis de variancia del índice de conversión alimenticia al final de experimento.
Canaán – INIA, 2750 m.s.n.m.; 2006.

F. de variación	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Entre tratamientos (Error)	3	0.87	0.289	14.44	4.07 *
Dentro de trat	8	0.16	0.02		7.89 **
TOTAL	11	1.03			

CV = 2.03 %

Anexo 7.

Análisis de Variancia del Consumo de Alimento al final de experimento. Canaán –
INIA, 2750 m.s.n.m.; 2006.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
Entre tratamientos	3	4147602.82	1382534.27	961.75	4.07	0.95
Dentro de tratamientos (Error)	8	11500.1198	1437.51497		7.89	0.99
TOTAL	11	4159102.93				

CV = 20.64 %

Anexo 8.

Costo de producción de alfalfa / Ha/Año

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo unitario (s/.)	Costo parcial	Costo total (s/.)
				(s/.)	
Instalación de cultivo					5845
Preparación de terreno					
Arado	Hrs maq.	5	70	350	
Rastra	Hrs maq.	4	70	280	
Siembra					
Semilla	Kg	25	50	1250	
Superfosfato triple	Saco	4	115	460	
Cloruro de potasio	Saco	1	85	85	
Mano de obra					
Mezcla y distr. de abono	Jornal	1	45	45	
Distribución de semilla	Jornal	2	45	90	
Cubierta de semilla	Jornal	4	45	180	
Riego					
Primer a segundo mes	Jornal	30	45	1350	
Tercer mes	Jornal	15	45	675	
Cuarto mes	Jornal	2	45	90	
Al primer corte	Jornal	2	45	90	
Deshierbo	Jornal	20	45	900	
Mantenimiento					5985
Limpieza de canal	Jornal	2	45	90	
Deshierbo	Jornal	45	45	2025	
Riego (4/mes)	Jornal	24	45	1080	
Corte (6/año)	Jornal	60	45	2700	
Fertilización	Saco	2	45	90	
Fuente: INIA-Canaán.					

Resumen de costos			
1.- Instalación del cultivo		5845	
2.- Mantenimiento del cultivo		5985	
3.- Interés del capital (18% anual AGROBANCO)		1565.1	
Total		13395.1	
Producción de alfalfa/corte		20000	
Producción de alfalfa/ha/año (kg)		120000	
50			
Producción de M.S./ha/año (kg)		36960	
		0.37	
Costo de 1 kg de M.S.	13395.1/36960	Precio de mercado,	= S/. 0.60

Anexo 9.

Costo de alimento balanceado local

INSUMO	85 kg.	%	S/.	S/.
Cebada grano	120.0	35.000	1.50	0.53
Maíz	120.0	18.676	1.50	0.28
Paja de cebada (pusri)	32.0	18.000	0.40	0.07
Harina Integral de Soya	184.0	8.617	2.30	0.20
Torta de Soya	184.0	7.000	2.30	0.16
Pasta de algodón	120.0	6.000	1.50	0.09
Melaza	80.0	2.000	1.00	0.02
Harina de Sangre	40.0	2.000	0.50	0.01
Carbonato de Calcio	40.0	1.631	0.50	0.01
Fosfato triple de calcio	480.0	1.000	6.00	0.06
Suplamín Yodo	800.0	0.076	10.00	0.01
TOTAL	2200.0	100	Costo/Kg.	1.43

Precio actual con información de mercado local.

Anexo 10.

Costo de producción del forraje verde hidropónico de cebada

a) Costos expresados en MS del Forraje Verde Hidropónico

Costo de 1k de cebada grano en chacra = S/ 0.50

Costo de ½ Kg cebada en grano en chacra = S/ 0.25

½ Kg de Grano de cebada es igual a 2500 Kg de Forraje Hidropónico

% de MS = 17.5%

437.5 gr de Forraje Hidropónico MS = s/ 0.25 céntimos

1000de Forraje Hidropónico MS = S/ 0.57 céntimos

b) Costos de Producción del Forraje Verde Hidropónico

Costo de Bandejas = S/ 1.00

Duración de las bandejas 3 años = 144 veces para producción

S/ 1.00/144 = 0.007

Costo de Hipoclorito de Sodio

20 Lt. = 20,000 ml = S/ 40.00

10 ml = **0.02**

Mano de Obra mensual = S/. 70.00/1.5 horas diarias

80/30 días = S/ 2.3

2.3/80 bandejas = **>S/ 0.03**

Total = 0.57 + 0.007 + 0.02 + 0.003

Total = S/. 0.63 Costo de Producción de 1 kg MS de FVH en invernadero.

Precio en el mercado por Kilo de materia seca es de: S/. 0.80

Anexo 11.
Panel fotográfico



Foto 01. Parcela de alfalfa de CANAÁN INIA - Ayacucho



Foto 02. Corte de Alfalfa para alimento de cuyes del experimento



Foto 03. Bandejas con forraje hidropónico de cebada a los 4 días de siembra



Foto 04. Forraje hidropónico de cebada a los 7 días de siembra



Foto 05. Forraje hidropónico de cebada a los 10 días de germinado



Foto 06. Cuyes alimentados con el T1 : Alfalfa T3 más alimento balanceado



Foto 07. Tratamiento 2 forraje verde hidropónico y tratamiento 4 forraje verde hidropónico al 10% de peso vivo + alimento balanceado