



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“UTILIZACIÓN DE FORRAJE HIDROPÓNICO *Zea mays* (MAÍZ), EN LA
ALIMENTACIÓN DE *Cavia porcellus* (CUYES), EN LA ETAPA DE
CRECIMIENTO Y ENGORDE EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del título de

INGENIERA ZOOTECNISTA

AUTOR

MARÍA ANGÉLICA SAMANIEGO CALLE

MACAS - ECUADOR

2016

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing. MC. Santiago Fahureguy Jiménez Yáñez.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. MC. Hermenegildo Díaz Berrones.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Ángel Paul Jaramillo Chuqui.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

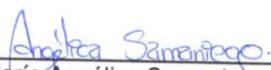
Macas, 3 de febrero del 2016.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, María Angélica Samaniego Calle, con cedula de identificad número 140069972-2, declaro que el presente trabajo de titulación es mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos contantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Macas, 03 de febrero del 2016



María Angélica Samaniego Calle.
CI: 140069972-2

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con gran orgullo:

A la mujer que estuvo aquí

A esa mujer que me vio nacer

A esa mujer que fue mi mayor tesoro

Siendo siempre un ejemplo a seguir.

(MAMA ROSA)

A ese niño que nació de mí

Al que me impulso siempre a seguir,

Al que limpio mis lágrimas por mí

A ese gran orgullo que siempre tendré.

(ANTHONY)

Al hombre que está junto a mí

Que llegó para hacerme muy feliz

A ese compañero fiel y leal

Al amor de mi vida.

(MAURICIO)

ANGÉLICA.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy infinito a Dios por darme la sabiduría, perseverancia y el conocimiento para culminar el presente trabajo.

A la ESPOCH extensión Morona- Santiago por haberme abierto sus puertas para poder cumplir una meta más en mi vida.

A mi familia que ha sido un apoyo incondicional para mi educación, especialmente a mi madre que ha luchado por darnos la mejor educación.

A los ingenieros que me supieron inculcar el conocimiento y su apoyo en todo momento.

A mi esposo que con su paciencia ha sabido ayudarme a salir adelante y su apoyo incondicional en todo este gran proceso.

ANGÉLICA.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de gráficos	viii
Lista de anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. CARACTERÍSTICAS DEL CUY	3
1. Características de la fase de crecimiento de los cuyes	4
2. Características de la fase de engorde de los cuyes	5
B. LA ALIMENTACIÓN DE LOS CUYES	5
1. <u>Requerimientos nutricionales</u>	6
2. <u>Necesidades de agua</u>	8
3. <u>Necesidades de proteína</u>	10
4. <u>Necesidades de energía</u>	11
5. <u>Necesidades de fibra</u>	12
6. <u>Necesidades de grasa</u>	13
7. <u>Necesidades de minerales</u>	13
C. Zea maíz (MAIZ),	14
1. <u>Aplicaciones del maíz</u>	15
D. FORRAJE HIDROPÓNICO	17
1. <u>Cultivos hidropónicos</u>	17
E. FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	20
1. Ventajas	20
2. <u>Desventajas</u>	22
F. PROCESO PARA PRODUCIR UN BUEN FORRAJE HIDROPONICO	23
1. Condiciones ambientales para producir forraje verde hidropónico	24
2. Selección de semillas	25
3. Lavado de semillas	26
4. Pre-germinación de las semillas	26
5. Germinación	26

6.	<u>Factores que determinan la germinación</u>	27
7.	<u>Siembra de las semillas en las bandejas</u>	27
8.	<u>Riego de la siembra</u>	27
9.	<u>Cosecha del forraje</u>	28
10.	<u>Efecto de la deshidratación de forraje verde hidropónico</u>	28
G.	FORRAJE HIDROPÓNICO DESHIDRATADO	28
1.	Deshidratación artificial	29
2.	Manejo del forraje	30
3.	Especies para deshidratar	31
4.	Características del producto	31
5.	Utilización del forraje hidropónico	32
6.	Racionamiento húmedo	33
H.	ALIMENTACIÓN DE CUYES CON FORRAJE HIDROPONICO	35
I.	INVESTIGACIÓN REALIZADA EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES CON FORRAJE VERDE HIDROPONICO	36
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	39
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	39
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	39
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	40
1.	Materiales	40
2.	<u>Equipos</u>	40
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	41
1.	Esquema de ADEVA	42
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	42
1.	Composición bromatológica del forraje hidropónico	42
2.	Variables de los cuyes en crecimiento y engorde	43
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	43
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	43
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	44
1.	<u>Análisis del forraje hidropónico deshidratado de maíz</u>	44
a.	Materia seca	44
b.	Humedad	45
c.	Proteína	45

d. Fibra	46
2. <u>Variables de los cuyes en la fase de crecimiento y engorde</u>	47
a. Peso inicial	47
B. Peso final	47
C. Ganancia de peso en kilogramos	47
D. Consumo de forraje hidropónico, kg de m.s	48
E. Peso del desperdicio , kg	48
F. Consumo total de alimento. Kg de ms	48
G. Conversión alimenticia	48
H. Costo para producir un kilogramo de carne de cuy	48
I. Rentabilidad mediante el indicador beneficio-costo	49
IV. <u>RESULTADO Y DISCUSIÓN</u>	50
A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LOS CUYES EN LA FASE DE CRECIMIENTO – ENGORDE UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE FORRAJE HIDROPÓNICO DE MAÍZ	50
1. <u>Peso inicial</u>	50
2. <u>Peso final</u>	50
3. <u>Consumo de alimento</u>	53
4. <u>Desperdicio de alimento</u>	56
5. <u>Consumo total de alimento</u>	58
6. <u>Ganancia de peso</u>	60
7. <u>Conversión alimenticia</u>	62
8. <u>Peso a la canal</u>	65
9. <u>Costo por kilogramo de carne</u>	67
B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ SUMINISTRADO A LO CUYES EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO ENGORDE	69
1. <u>Contenido de materia seca</u>	69
2. <u>Contenido de Humedad</u>	71
3. <u>Proteína</u>	72
4. <u>Contenido de fibra</u>	74
C. EVALUACIÓN ECONÓMICA	75

V. <u>CONCLUSIONES</u>	78
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	79
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	80
ANEXOS	

RESUMEN

En la finca "Rancho Grande", ubicado en el sector Huambinimi Km 3, provincia de Morona Santiago se evaluó la utilización de forraje hidropónico de maíz, en la alimentación de cuyes, en la etapa de crecimiento y engorde, se trabajó con 3 tratamientos que corresponden a los diferentes niveles de forraje hidropónico (10,20 y 30%), para su comparación con un tratamiento testigo, con 6 repeticiones y un tamaño de la unidad experimental de 2 cuyes, los resultados determinaron que el mayor peso final (0,68 kg), consumo de forraje hidropónico (17,35 kg), consumo total de alimento (16,49 kg), ganancia de peso (0,38 kg), lo alcanzaron los cuyes alimentados con el 30% de FVHM. Los mejores índices de conversión alimenticia se registró con mayores niveles de forraje hidropónico (30%), con 3,44 es decir que se requiere de menor cantidad de alimento para transformarlo en kilogramos de carne. El mayor peso a la canal fue registrado en el lote de cuyes del tratamiento T3, ya que los resultados fueron de 503 gramos, por lo que se obtiene un costo por kilogramo de alimento de 2,18 dólares. El análisis bromatológico del forraje verde estableció la mayor cantidad de proteína (17,62%), fibra (18,37%), y humedad (91,66%), al utilizar una dieta con 20% de FVHM. El mayor beneficio costo fue determinado en el tratamiento con 30% de FVHM, ya que se espera una utilidad de 28% (1,28), que resulta alentadora sobre todo al compararlos con otras actividades pecuarias que requieren un mayor costo inicial.

ABSTRACT

The farm "Rancho Grande", located in Huambinimi Sector Km 3, Morona Santiago Province was evaluated the use of hydroponic forage corn, in the feeding of guinea pigs, in the stage of growth and fattening. It was worked with 3 treatments that correspond to different levels of hydroponic forage (10, 20 and 30%), for comparison with a treatment witness, with 6 replicates and an experimental unit size 2 guinea pigs, the results determined that the higher final weight (0,69 kg), hydroponic forage (17,35 kg), total (16,49 kg) food consumption, consumption (0,38 kg) weight gain reached it guinea pigs fed with 30% of FVHM. The best rates for conversion were recorded with the highest levels of forage hydroponic (30%), with 3,44 least amount of food that is required to transform it into kilograms of meat. The greater weight to the channel was recorded in the batch of cuyes of T3 treatment since the results were 503 grams, by what you get a cost per kilogram of feed of 2,18 dollars. The analysis food of the green forage established the greater amount of protein (17,62%), fiber (18,37%), and humidity (91,66%), to use a diet with 20% of FVHM. The greatest benefit of cost determined in the treatment with 30% of FVHM, due is expected be a utility of 28% (1,28), which is encouraging, especially when compared with other livestock activities that require a higher initial cost.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	Requerimientos nutricionales del cuy.	6
2.	Requerimientos nutricionales del cuy en crecimiento y engorde.	7
3.	Importancia de los requerimientos, fuente y suministro de agua.	9
4.	Calidad de la especie deshidratada.	32
5.	Condiciones meteorológicas del cantón Sucúa.	39
6.	Esquema del experimento crecimiento-engorde.	41
7.	Esquema del ADEVA crecimiento- engorde.	42
8.	Evaluación del comportamiento productivo de los cuyes alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz en la etapa de crecimiento y engorde.	51
9.	Análisis bromatológico de forraje verde hidropónico de maíz suministrado a los cuyes en I etapa de crecimiento engorde.	70
10.	Análisis económico de la producción de cuyes frente a la utilización de diferentes niveles de forraje hidropónico en la fase de crecimiento - engorde.	76

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Ilustración de un cuy peruano mejorado.	4
2. Características del Maíz.	15
3. Forraje listo para la cosecha.	24
4. Calidad de la especie deshidratada.	30
5. Representación de las porciones para realizar el Forraje deshidratado.	34
6. Cuyes consumiendo el rico forraje hidropónico.	35
7. Regresión del peso final de los cuyes en la etapa de crecimiento- engorde alimentados con diferentes niveles del forraje verde hidropónico de maíz.	53
8. Regresión del consumo de alimento de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.	55
9. Regresión del desperdicio de alimento de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.	57
10. Regresión del consumo final de alimento de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.	60
11. Regresión de la ganancia de peso de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.	62
12. Comportamiento de la conversión alimenticia de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.	64
13. Regresión del peso a la canal de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.	66
14. Regresión del costo por kilogramo de carne de los cuyes en la etapa crecimiento- engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.	68

15. Comportamiento del contenido de materia seca del forraje verde hidropónico suministrado de los cuyes en la etapa de crecimiento-engorde.

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Peso inicial de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidroponico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.
2. Peso final de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidroponico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.
3. Consumo de forraje de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidroponico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.
4. Desperdicio de alimento de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidroponico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.
5. Consumo de forraje hidroponico de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidroponico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.
6. Consumo total de alimento de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidroponico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.
7. Ganancia de peso de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidropónico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.
8. Conversión alimenticia de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidropónico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.
9. Peso a la canal de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidropónico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.
10. Costos de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidropónico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.

I. INTRODUCCIÓN

El forraje, en algunos meses del año se vuelve escaso especialmente en las épocas secas por lo tanto no existe alimento para los animales, además de la disminución de terreno para siembra exclusiva de pasto forrajero. Las condiciones climáticas adversas como sequías, inundaciones; si a esto se añade la competencia y los precios bajos que se le pagan al productor pecuario, hacen que sea necesario encontrar una fuente de pasto de alto contenido de proteína, fresco y abundante durante todo el año sin importar las condiciones climáticas. Los pastos de los que se alimentan algunas especies son constantemente contaminados por el uso indiscriminado de pesticidas y plaguicidas esto ocasiona daños, muchas veces severos, en el organismo animal y en el ambiente. Además, cabe recalcar que en la zona son relativamente escasas las opciones para la alimentación de los cuyes, en lo que se refiere a balanceados; estos animales requieren de diversos nutrientes que son indispensables para su desarrollo y que no sean nocivos para su salud. La solución nutritiva, es quizá la parte más importante de toda técnica hidropónica, se trata nada menos que de la alimentación de la planta que estará a merced de la mezcla balanceada de nutrientes que le sean suministrados. Es justo aquí donde se debe tener mayor cuidado, debido a que en exceso no solamente sufre daño la planta sino también los animales que consumen este alimento, por lo cual es necesario encontrar en el mercado fórmulas homogéneas.

El forraje producido es diferente a los pastos tradicionales, no solamente por la forma en la que se obtiene sino porque el animal consume las primeras hojas verdes, los restos de las semillas y la totalidad de las raíces; que constituyen una completa fórmula rica en carbohidratos, azúcares y proteínas. En nuestro país actualmente se observa con gran preocupación, como es la erosión de los suelos que se va haciendo cada vez más notoria; los alimentos consumidos tanto por el hombre como por los animales; particularmente los pastos son constantemente contaminados.

Además, es necesario tomar en cuenta que en la zona del oriente son relativamente escasas las opciones para la alimentación de los cuyes, en lo que se refiere a balanceados; esta especie requiere que la alimentación contenga los principios nutritivos necesarios para el desarrollo normal del animal. El forraje hidropónico, es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables, un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal, de donde nace la justificación de la presente investigación ya que solucionara un problema de disposición de alimento en épocas de escasez. De lo expuesto anteriormente los objetivos planteados para la presente investigación fueron:

- Evaluar la utilización de forraje hidropónico de *Zea mays* (maíz), en diferentes dosis (10, 20 y 30%), en comparación de un tratamiento testigo, como suplementación en la alimentación del cuy en la etapa de crecimiento y engorde en el sector Huambinimi del Cantón Sucúa.
- Determinar el valor nutritivo del forraje hidropónico deshidratado del maíz, para cumplir con los requerimientos de los cuyes en la etapa de crecimiento engorde.
- Valorar los parámetros productivos de incremento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de los cuyes en las fases de crecimiento engorde al incorporar forraje hidropónico en la alimentación de cuyes.
- Establecer la rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos a través del indicador beneficio-costos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CUY

Higaonna, O. (2009), manifiesta que el cuy (cobayo o curí), es un mamífero roedor originario de la zonas andinas de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, domesticado hace 2500 a 3600 años. Antes de la conquista del Imperio Incaico, los nativos de América del Sur lo criaban en cautiverio y consumían su carne en su dieta diaria. Los primeros conquistadores lo encontraron repartido a lo largo de los Andes, convertido en el compañero doméstico y de utilidad ancestral que participaba en la vida diaria de los pobladores.

Chauca, D. (2005), menciona que en el Perú se encuentran distribuidos dos genotipos de cuyes, el criollo y el mejorado. El criollo, denominado también nativo, es pequeño, muy rústico, poco exigente en calidad de alimento. Se desarrolla bien bajo condiciones adversas del clima y alimentación, pero criado técnicamente mejora su productividad. Tiene un buen comportamiento productivo al cruzarlo con cuyes mejorados de líneas precoces. El mejorado es el cuy criollo sometido a mejoramiento genético, es precoz por efecto de la elección y en los países andinos es conocido como peruano. El genotipo de estos animales se refleja en su desarrollo corporal. El cuy criollo a los 4,5 meses de edad presenta un peso de 700 g, mientras que el mejorado de la línea Perú a los dos meses ya alcanza 800 gramos. En cuanto a rendimiento de carcasa, se han obtenido porcentajes entre 52.4 y 69% En este aspecto, los mejorados superan en 3,98% y 12,95% al cruzado y criollo, respectivamente. El peso de comercialización de los mejorados es 700 g y es alcanzado antes de las 9 semanas, gracias a su precocidad. Este peso se logra recién a las 20 semanas en los cuyes criollos. El cuy crece muy rápido porque se alimenta de día y de noche. La clasificación zoológica del cuy es la siguiente:

- Orden: Rodentia.
- Suborden: Hystricomorpha.

- Familia: Caviidae.
- Género: Cavia.
- Especie: Cavia porcellus.
- Cavia aperea aperea Lichtenstein.
- Cavia cutleri King.
- Cavia aperea aperea Erxleben.
- Cavia cobay.

Aliaga, L. (2005), reporta que el período de gestación de los cuyes es de 68 días, son prolíficos, a veces hasta con ocho crías por parto. Las crías nacen con pelos, caminan y a las pocas horas de nacidas ya comen solos (Aliaga, 2005). Las hembras son poliestruales todo el año. El celo se presenta cada 16 días con una periodicidad bastante homogénea, acompañado de una ovulación espontánea. Después de 3,5 horas del parto las hembras ya presentan celo, el cual es fértil en un 64 a 78%. El incremento en la población de esta especie es favorecido por su corto intervalo de generación (6 meses), y su intensa actividad sexual. Este desarrollo poblacional depende del tipo de empadre, el cual puede ser continuo (postparto), o semi-intensivo (post-destete). Se obtienen mejores pesos al nacimiento y al destete de las crías en el sistema de empadre post-destete respecto al sistema de empadre post-parto, (gráfico 1).



Gráfico 1. Ilustración de un cuy peruano mejorado.

1. Características de la fase de crecimiento de los cuyes

Agustín, R. (2003), reporta que el ritmo o velocidad de crecimiento del cuy se expresa en ganancia de peso. El peso de las crías está en relación directa con el tamaño o número de camada. Camadas de 1 a 2 individuos pueden alcanzar hasta 120 gramos de peso cada uno, mientras que en camadas de a 6 individuos, sus pesos pueden llegar solamente entre 50 a 80 gramos. El ritmo de ganancias de peso está relacionado directamente con factores de selección genética y alimentación. En cuyes mejorados y en buenas condiciones de manejo, alimentación y sanidad, se obtienen pesos de 0,75 a 0.85 kg, a 9 y 10 semanas de edad. Esta edad y peso son los más recomendables para su comercialización. Los cuyes mejorados alcanzan a los 4 meses de edad, el peso entre 1.2 a 1.5 kg, pudiendo superarse éste con un mayor grado de mejoramiento genético.

2. Características de la fase de engorde de los cuyes

Bustamante, J. (2003), reporta que al final de la recría se debe determinar el sexo y caracterizar al animal, a fin de poder identificarlo con relativa facilidad. El sexaje se realiza cogiendo a cada cría de espaldas y observando sus genitales. Se puede ver que las hembras presentan la forma de una "Y" en la región genital y los machos una especie de "i" claramente diferenciable. Si no se sexan los cuyes a tiempo, habrán copulas prematuras entre familia y ello ocasionará el enanismo generacional en los cuyes, que es lo que sucede en la crianza familiar o artesanal. Esta etapa comprende el periodo desde el sexaje hasta el momento de la saca. Los animales se colocan en número de 10 a 15 cuyes del mismo sexo por nivel de jaula ó poza, tomando en cuenta las dimensiones de la misma. La fase de engorde tiene una duración de 45 a 60 días dependiendo de la línea y alimentación empleada, es recomendable no prolongar por mucho tiempo, para evitar peleas entre los machos, las cuales causan heridas y malogran la calidad de la carcasa. Aquellos cuyes que tengan un déficit de peso, podrán ser castrados químicamente para un aumento de peso rápido.

B. LA ALIMENTACIÓN DE LOS CUYES

Dávalos, R. (2007), afirma que el cuy es un animal herbívoro, que transforma los forrajes en carne, pero se debe tener en cuenta que cualquier cambio de un forraje a otro debe ser gradual, caso contrario, se producen gases por alteraciones de la flora intestinal, diarreas, cólicos, abortos y muertes. La alimentación va a influir directamente en la producción y rentabilidad de la crianza de cuyes. Dicho de otro modo, el factor alimenticio representa del 70% al 80% del costo de producción; es decir, el éxito o fracaso de la granja en gran medida está dado por este factor. Los forrajes verdes como la alfalfa, chala, cogollo de caña de azúcar, los germinados, hojas de camote, de yuca, etc., son buenos alimentos, aportan vitamina C que necesitan los cuyes. Si reciben forraje un tanto seco y concentrados, debe añadirse esta vitamina en el alimento o en el agua de beber. Se debe de cortar el pasto el día anterior para darle oreado y evitar las enfermedades. La época de sequía es la más difícil en cuanto a alimentación, por ello es recomendable elaborar bloques nutricionales que se les puede dejar durante la noche para que se alimenten; sobre todo si son numerosos.

Según <http://www.irtasal.es>.(2015), para alimentar cuyes la sal mineral se puede elaborar en casa, juntando cáscaras de huevo, se dejan secar, se tuestan, se dejan enfriar y luego se muelen. La cal y la melaza se pueden adquirir en las agras veterinarias. Los moldes se pueden hacer de un tubo u otro material, en el que se pueda apelmazar la masa. Un bloque de 250 gr. puede alcanzar para 6 cuyes hasta por 8 días, el modo de darles es: en la mañana el pasto y en las tardes colocar el bloque. Si se empieza a trabajar con bloques no hay que descuidar de darles agua, y siempre dar una porción de pastos.

1. Requerimientos nutricionales

Augustín, R. (2004), afirma que los requerimientos nutricionales se refieren a la cantidad necesaria de nutrientes que deben estar presentes en la dieta alimenticia

diaria de los animales para que puedan desarrollarse y reproducirse con normalidad, como se registra en el (cuadro 1).

Cuadro 1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CUY.

Nutrientes	Crecimiento y engorde
Proteína	18,00%
Energía digestible	3.000,00 Kcal/kg
Fibra	10,00%
Calcio	0.8-1.0%
Fósforo	0,4-0,7%
Grasa	3,5%

Fuente: Aliaga, L. (2005).

Olivo, R. (2009), reporta que las necesidades nutricionales por unidad de peso corporal son mayores en cuyes jóvenes y, por consiguiente, el consumo de alimento en porcentaje del peso vivo también es mayor con respecto a animales adultos. Naturalmente, el consumo total de alimento y de nutrientes es menor en animales jóvenes por su tamaño más pequeño. En estas condiciones, los mejores incrementos de peso se logran desde la primera hasta la octava semana de edad; de allí en adelante, el incremento es mínimo y hasta nulo cuando el animal es adulto. La etapa de engorde va desde la novena hasta la duodécima semana.

Para <http://www.irtasal.es>.(2015), al igual que las otras etapas fisiológicas del cuy, la lactación exige un balance nutricional adecuado, con un incremento en sus requerimientos tanto de proteína como de energía, vitaminas y minerales, en razón a la producción de leche de la madre, para lo cual es necesario proveer de estos nutrientes a dichos animales para evitar pérdidas de peso y su repercusión en una futura preñez. Los requerimientos nutritivos se indican en el (cuadro 2).

Cuadro 2. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL CUY EN CRECIMIENTO - ENGORDE.

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18.0	18-22	13-17
Energía digestible	Kcal/Kg.	2800.0	3000.0	2800.0
Fibra	%	8-17	8-17	10
Calcio	%	1.4	1.4	0.8-1.0
Fósforo	%	0.8	0.8	0.4-0.7
Magnesio	%	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3
Potasio	%	0.5-1.4	0.5-1.4	0.5-1.4
Vitamina C	mg.	200.0	200.0	200.0

Fuente: Nutrient Requirements of Laboratory Animals, (2009).

Chauca, L. (2007), explica que las necesidades nutricionales se refieren a los niveles de nutrientes que los cuyes requieren y que deben ser suplidos en su ración. Estas son necesidades para mantenimiento, producción, crecimiento, gestación y lactancia. Las necesidades de mantenimiento tienen que ver con los procesos vitales, tales como la respiración, mantenimiento de la temperatura corporal, circulación sanguínea. Cabe mencionar que los cuyes adultos o reproductores hacen dietas de mantenimiento en mayor proporción. El crecimiento está dado por el aumento en el peso corporal. El cuy, al igual que las otras especies domésticas, tiene necesidades de nutrientes que constituyen los alimentos y que son imprescindibles para mantener la vida, tales como el agua, la proteína o fibra, la energía, los ácidos grasos esenciales o minerales y las vitaminas.

2. Necesidad de agua

Quijandria, B. (2004), explica que el agua está indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. Constituye el 60 o 70% del organismo animal. Todos los alimentos están formados inicialmente por el agua y la materia seca (MS). En el cuadro 3, se describe la importancia requerimientos del suministro de agua:

Cuadro 3. IMPORTANCIA, REQUERIMIENTOS, FUNCIÓN, FUENTE Y SUMINISTRO DE AGUA.

Importancia	Mayor número de crías nacidas, mayor fertilidad, menor mortalidad en las diferentes fases fisiológicas, mayor peso de las crías al nacimiento ($p < 0,05$), y destete ($p < 0,01$), mayor peso de las madres al parto, mejor conversión alimenticia, mejor eficiencia reproductiva.
Requerimiento	Depende del: Tamaño de camada, estado fisiológico, cantidad, calidad y tipo de alimento ingerido, temperatura y humedad del medio ambiente.
Funciones	Transporte de nutrientes y desechos, procesos metabólicos producción de leche, ayuda en la regulación de temperatura corporal, función especial de amortiguación como componente del líquido sinovial y del líquido cerebroespinal.
Cantidad necesaria	Destetados: por cada g de materia seca consumida, son necesarios de 3 a 4 ml. Adultos: por cada g de materia seca consumida, son necesarios de 4 a 7 ml.
Fuentes de Agua	Agua contenida en el forraje y otros alimentos, agua corriente, agua metabólica producida por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno.
Suministro	Bebederos automáticos, bebederos de cerámica.
Deficiencia de Agua	Mortalidad, canibalismo después del parto, las hembras preñadas y en lactancia son las más afectadas, seguidas de lactantes y los destetados en recría.

Fuente: Chauca, L. (2007).

Higaonna, O. (2009), señala que el contenido de agua es muy variable, pues depende de la especie, del estado vegetativo, de la estación, de la naturaleza del suelo y del alimento. Los forrajes tiernos contienen hasta el 88% de agua en estado maduro, y al final de su ciclo vegetativo, este porcentaje desciende significativamente. Los forrajes henificados contienen cerca de un 10% de agua. Los tubérculos y raíces contienen hasta un 60%; los granos y ciertos subproductos agroindustriales, entre 9 a 15%, pueden obtener el líquido de los pastos y de las frutas suculentas, del agua de bebida y de la metabólica que se produce en el organismo.

Olivo, R. (2009), explica que su consumo está determinado por las condiciones ambientales y por el clima. Cuando el animal recibe dietas con alta proporción de alimento seco (concentrado y forrajes secos), y baja cantidad de pastos verdes, el suministro de agua debe ser mayor que cuando la dieta es en base a solo pastos. Es de suponer que en climas o épocas cálidos, el cuy requiere de mayor cantidad de agua. Con una alimentación mixta (forraje y concentrado), el cuy necesita consumir hasta un 10% de su peso vivo (si nos referimos a cuyes de levante), esto puede incrementarse hasta el 20%, con una mínima cantidad de forraje, y en temperaturas superiores a los 20° C. En climas o épocas frías, el cuy que consume solo forraje puede suplir sus necesidades en un alto porcentaje.

3. Necesidad de proteína

Saravia, J. (2003), manifiesta que cuando se realiza el cálculo y el balance de las raciones alimenticias debe cuidarse que cada una cuente con Usina, metionina y triptófano, en especial, con lisina y triptófano, a los que se suma la cistina, que es capaz de sustituir hasta el 50% de metionina. Si las necesidades no son satisfechas con las fuentes alimenticias, se puede adicionar aminoácidos sintéticos hasta obtener las proporciones requeridas, las necesidades de los aminoácidos: lisina, metionina más cistina. El requerimiento proteico del cuy es el de los aminoácidos. Algunos de estos son sintetizados en los tejidos del animal y son dispensables; otros aminoácidos no se sintetizan en absoluto y son esenciales:

- Aminoácidos esenciales: Usina, triptófano, metionina, valina, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina, treonina, arginina.
- Aminoácidos no esenciales: glicina, serina, alanina, norleucina, ácido aspártico, ácido glutámico, cistina, citrolina, prolina, hidroxiprolina, tirosina.

Según <http://www.nutricioncuy.com>.(2015), proteína deriva de la voz griega prótidos que significa el primer' o el más importante. Las proteínas son indispensables para los organismos vivos y constituyen órganos y estructuras blandas del cuerpo animal; por otro lado, componen los fluidos sanguíneos, enzimas, hormonas y anticuerpos inmunológicos. Por lo tanto, están involucradas en casi todas las funciones corporales y especializadas. La importancia de las proteínas es que es el principal componente de la mayoría de los tejidos del animal para formarse, los tejidos requieren de un aporte proteico es de vital importancia durante la fase de crecimiento y mantenimiento. El requerimiento depende del tamaño del animal, estado fisiológico, cantidad, tipo y calidad de alimento ingerido, temperatura y humedad del medio ambiente, tiene funciones enzimáticas, en todo el proceso metabólico, las proteínas fibrosas juegan papeles de producción estructural, por ejemplo, en los pelos y uñas algunas proteínas tienen un valor nutritivo importante, como las de la leche y carne. Las cantidades necesaria son:

- Inicio (1-28 días), 20%,
- Nacimiento (29-63 días), 18%,
- Acabado (64-84 días), 17%,
- Gestación y lactancia 19%.

4. Necesidad de energía

Tamaki, R. (2002), reporta que los carbohidratos proporcionan la energía que el organismo necesita para mantenerse, crecer y reproducirse. Los alimentos ricos en carbohidratos son los que contienen azúcares y almidones. Del 70 al 90% del

alimento está constituido por sustancias que se convierten en precursoras de la energía o en moléculas conservadoras de esta. Una parte del 10 al 30% del resto de la dieta suministra cofactores, los cuales son auxiliares importantes en la transformación de la energía en el organismo. Cabe mencionar que el exceso de energía se almacena en forma de grasa. Los cuyes responden eficientemente al suministro de alta energía. Se han logrado mayores ganancias de peso con raciones con 70,8% que con 62,6% de NDT, a mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejora. Proporcionando a los cuyes raciones con 66% de nutrientes digestibles totales, se puede obtener conversiones alimenticias de 8,03, el contenido de nutrientes digestibles totales, en las raciones balanceadas para cuyes, varía entre 62 a 70%.

Canchari, A. (2005), reporta que el consumo excesivo de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar al desempeño reproductivo. Las necesidades de energía están influenciadas por la edad, la actividad del animal, el estado fisiológico, nivel de producción y el medio ambiente. Los cuyes son capaces de regular el consumo de alimento en función a la concentración de energía, lo cual influye sobre el crecimiento y la tasa de conversión de alimento.

5. **Necesidad de fibra**

Zaldívar, M. (2002), señala que los porcentajes de fibra de los concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van de 5 al 18%. Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino porque su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo. El nivel de fibra encontrado varía en función al tipo de fibra, la edad de los animales, el tamaño de partícula y el contenido de nutrientes. Los resultados obtenidos, de las necesidades nutritivas del cuy recomienda como adecuados los siguientes niveles de fibra:

- 6% en alimento de inicio (de 1 a 28 días),

- 8% en alimento de crecimiento (de 29 a 63 días),
- 10% en el alimento de acabado (de 64 a 84 días), y
- 12% en el alimento para la etapa de reproducción.

Según <http://www.fibracuy.com>.(2015), la digestión de celulosa en el ciego puede contribuir a cubrir los requerimientos de energía. La dilución de 1:1 en la dieta con celulosa no afecta a la ingestión de alimento o al peso, lo cual apoya a la celulosa como fuente de energía.

6. Necesidad de grasa

Moreno, A. (2006), señala que el cuy tiene un requerimiento nutricional bien definido de grasa o ácidos grasos no saturados. Las deficiencias pueden prevenirse con la inclusión de grasa o ácidos grasos no saturados. Se afirma que un nivel de 3% es suficiente para lograr un buen crecimiento así como para prevenir la dermatitis. Cuando se presenta deficiencia de grasa, esto se puede corregir agregando grasa que contenga ácidos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/kg de ración. El aceite de maíz a un nivel de 3% permite un buen crecimiento sin dermatitis.

7. Necesidad de minerales

En <http://www.mineralescuy.com>.(2015), se indica que la necesidad de energía es lo más importante para el cuy y varía con la edad, actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura ambiental, los elementos minerales se encuentran en el cuerpo del animal cumpliendo varias funciones, tales como estructurales, fisiológicas, etc. La mayoría de los minerales esenciales se encuentran en cantidades suficientes en el forraje y concentrado. Otros deben ser suministrados en base a suplementos. La cantidad de materia mineral en las plantas es muy variable según la especie, y la distribución difiere notablemente de aquella en los animales. El animal debe ser capaz de retener las sales minerales. El coeficiente de utilización digestiva real (CUD), de los minerales depende de la

edad, pues cuanto más joven sea el animal, mejor utiliza los minerales; a mayor edad, menor retención, sobre todo de calcio. En los tejidos animales y en los alimentos se encuentran alrededor de cuarenta y cinco minerales en cantidades variables y bajo diferentes formas: sales libres, combinación anión-cación, o en forma de átomos combinados a sustancias orgánicas (de fósforo a ácidos nucleicos, de azufre a aminoácidos, de cobalto a la vitamina B12). Algunos minerales son almacenados en los huesos, músculos y otros tejidos para que, en caso de una deficiencia, cubran los requerimientos de mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción. Un desequilibrio de minerales en la dieta de los animales.

En <http://www.energiacuy.com>.(2015), se infiere que ya sea por deficiencia o por exceso, reduce la producción por alteración de las funciones fisiológicas, lo cual ocasiona retraso en el crecimiento, aprovechamiento deficiente de los nutrientes, trastornos en la fertilidad y el estado sanitario en general. Varios autores sugieren que un nivel de energía digestible de 3000 Kcal/Kg de dieta, es el más aconsejable. En general, al evaluar raciones con diferente densidad energética, se encontró mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética.

C. Zea mays, (maíz)

Para <http://www.zea-mays.com>.(2015), el maíz es una planta originaria del continente americano, se desconoce exactamente su origen y el tiempo que lleva de existir, pero han establecido como posible lugar un pequeño valle del estado de Puebla México. Se sabe que los habitantes nativos americanos lograron su evolución artificial mediante injertos. El maíz es un alimento que contiene muchos carbohidratos y por su extrema adaptabilidad se ha convertido en el alimento de más producción a nivel mundial. Es una semilla que comúnmente se denomina maíz, por ser una palabra de origen indígena pero su nombre científico es “Zea mays L”. Es cultivado ampliamente en todo el continente americano y es Estados Unidos quien tiene la producción más grande y lo ha industrializado en formas por diversas, como se ilustra en el (gráfico 2).



Gráfico 2. Características del maíz.

1. Aplicaciones del maíz

Según <http://www.zea-mays.com>.(2015), al maíz o Zea mays, se lo puede usar de diversas maneras entre las cuales se anotan:

- **Alimento:** El maíz es un alimento que complementa en forma aceptable y relativamente económica la alimentación mundial, como harina se ha industrializado en todo el mundo y se ha convertido en un apoyo indispensable para la alimentación de las naciones con pocos recursos y para las asociaciones que reparten alimentos a los países tercermundistas. En muchas naciones, tales como algunas del África, este es el sustento principal, que junto con el arroz y el frijol son la base de la alimentación mundial.
- **Cultivo:** El cultivo del maíz fue meramente tradicional, en la América precolombina los indígenas introducían un pequeño pescado que podía ser arenque u otro similar junto con la semilla, para que se convierta en abono y absorbiera los nutrientes.

- Flores: Las flores del maíz contienen los dos gametos, y su fertilización es producto de pequeños insectos que polinizan las pequeñas flores; estas flores cuentan con dos colores que separan claramente los gametos masculinos y femeninos, debido a esto es que es denominada su reproducción por inflorescencia.
- Genética: Esta planta es susceptible de que se realicen cambios, tanto por injertos y manipulaciones empíricas o por manipulaciones genéticas en laboratorio, donde se alteran para que sobrevivan a problemas graves como plagas y cambios climáticos.
- Hojas: Las hojas del maíz son muy largas, y diseñadas para introducir el agua a los tallos, y es entre la hoja y el tallo que se desarrolla la denominada mazorca. Hoy en día se ha industrializado y su cultivo lleva el uso de tractores, fertilizantes y productos diversos que aceleran su crecimiento y disminuyen las plagas.
- La semilla: La semilla del maíz es muy nutritiva y sus compuestos son los siguientes:
 - Ácido graso monosaturado.
 - Ácido graso saturado.
 - Calcio.
 - Calorías.
 - Glucosa.
 - Potasio.
 - Proteínas.
 - Sin colesterol.
 - Sodio.
 - Vitamina A.
 - Vitamina D.
- Mazorca: La mazorca del maíz puede ser blanca, azul, roja o amarilla, y en los países productores estas variantes tienen diferentes aplicaciones, jerarquías y

calidades, su nombre común es “maíz”, y como mencionamos arriba su nombre científico es “*Zea mays* L”, pertenece a la clase “*Angiospermae*” y de esta a una subclase denominada “*Monocotyledonae*”, en el orden pertenece al “*Glumiflorae*”, la familia es “*Poaceae*” El género es “*Zea*”.

- Tallo: El tallo del maíz es del tipo del carrizo o del bambú, y es aprovechado como alimento para el ganado vacuno, como composta y como fibra para algunos productos industriales.

D. FORRAJE HIDROPÓNICO

Según <http://wwwrevistas.unipamplona.edu>.(2015), Es un pienso o forraje vivo que se utiliza para alimentar animales de granja y que se obtiene a partir de la germinación y crecimiento temprano de las plántulas, que pueden ser gramíneas o cereales. La técnica de cultivo, por supuesto, se basa en la producción sobre sustratos que no sean tierra y se hace preferiblemente en invernaderos que permiten su producción incluso en épocas de sequía u otras condiciones climáticas adversas, para no detener, ni depender la alimentación de los animales, de las variaciones estacionales y poder mantener el engorde de los animales para producción de carnes e incluso de leche. El forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales o leguminosas (maíz, sorgo, cebada, trigo, alfalfa etc.), sobre charolas. Se realiza durante un periodo de 7 a 14 días, captando la energía del sol y asimilando los minerales de la solución nutritiva. Hay que recordar que para la producción de Forraje Verde Hidropónico no se utiliza ningún sustrato, solamente semilla forrajera, charola forrajera, una solución nutritiva adecuada para la producción del forraje y agua.

1. Cultivos hidropónicos

Para <http://www.hidroponia.gca.consultora.com>.(2015), el sistema de cultivos hidropónicos es la forma más moderna y técnicamente más avanzada del mundo,

de producir vegetales. A la vez, es el sistema que menos daña el ambiente; contribuye a la sustentabilidad de los recursos naturales, aportando a la conservación del suelo. El cultivo de las plantas sin suelo se desarrolló a partir de investigaciones llevadas a cabo para determinar que sustancias hacían crecer a las plantas y la composición de ellas. A comienzos de los años treinta, se acreditaron los ensayos de nutrición vegetal a escala comercial, denominando “Hidropónico”, palabra derivada de las griegas hydro (agua), y ponos (labor, trabajo), es decir literalmente “trabajo en agua”.

Bautista, S. (2002), infiere que los cultivos hidropónicos o hidroponía pueden ser definidos como la técnica del cultivo de las plantas sin utilizar el suelo, usando un medio inerte, al cual se añade una solución de nutrientes que contiene todos los elementos esenciales vitales por la planta para su normal desarrollo. Puesto que muchos de estos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio de cultivo se les denomina a menudo “cultivo sin suelo”, mientras que el cultivo solamente en agua sería el verdadero hidropónico.

León, S. (2005), reporta que la primera aplicación comercial se inició durante la Segunda Guerra Mundial, ocasión en que las tropas norteamericanas solucionaron su problema de abastecimiento de verduras frescas con esta técnica de cultivo. Hacia los años 60 - 70 como consecuencia de los diversos problemas que plantea el suelo, entre los que se destaca el difícil control hídrico nutricional y su creciente población de patógenos, la investigación de los países más avanzados técnicamente, sobre todo en el campo de la horticultura, se orientó hacia la búsqueda de sustratos que pudiesen sustituir al suelo. Desde entonces han sido varios los sustratos utilizados en horticultura, siendo los más importantes por su expansión a nivel comercial: turba, perlita, acícula de pino, arena, grava, diversas mezclas de estos materiales, lana de roca y N.F.T. (cultivo hidropónico puro). Todos ellos tienen un mayor o menor carácter hidropónico. Durante los años 70 en Europa tuvieron un gran desarrollo los cultivos en turba y el N.F.T. (Nutrient Film Technique). Sin embargo, ambos tipos de cultivos están siendo ahora desplazados a un segundo plano por el cultivo en lana de roca. Las ventajas que presenta la técnica de cultivo sin suelo son las siguientes:

- Provee a las raíces en todo momento de un nivel de humedad constante, independiente del clima o de la etapa de crecimiento del cultivo.
- Reduce el riesgo por excesos de irrigación.
- Evita el gasto inútil de agua y fertilizantes.
- Asegura la irrigación en toda el área radicular.
- Reduce considerablemente los problemas de enfermedades producidas por patógenos del suelo.
- Aumenta los rendimientos y mejora la calidad de producción.

Bautista, S. (2002), señala que las características que debe poseer cualquier material para ser usado como sustrato son las siguientes:

- Ser de naturaleza inerte. Esto permite un buen control de la nutrición, que es casi imposible lograr en suelo debido a la gran cantidad de reacciones que en éste tienen lugar.
- Tener una relación aire/agua equilibrada, para evitar los problemas de falta de aireación por riegos excesivos con la consecuente falta de oxigenación de las raíces.
- Ser de fácil lavado de sales. Esto da opción a paliar en parte las pérdidas de producción que se suceden en cultivos en suelo (especialmente los arcillosos o suelos con napa freática alta), por acumulación de dichas sales.
- Los sustratos que poseen en mayor o menor grado las características mencionadas anteriormente son: Turba, Perlita, Lana de Roca, Grava, Arena, Vermiculita.

E. FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

Para <http://www.hydroenv.com>.(2015), el forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales o leguminosas (como el maíz o el sorgo), sobre charolas. El F.V.H. te permite complementarla alimentación para la producción y crianza de ganado vacuno, ovino, apícola; y para la cunicultura de forma simple y aprovechando al máximo los recursos. Algunas de las ventajas de alimentar a tu ganado con forraje verde hidropónico son:

- Suministro constante de alimento todo el año.
- Disminución considerable del gasto en alimentos para el ganado.
- Se evitan alteraciones digestivas.
- Menor frecuencia de enfermedades.
- Aumento de la fertilidad.
- Aumento de la producción de leche.

1. Ventajas

Bautista, S. (2002), manifiesta que los datos reportados en la literatura, evidencian las ventajas nutricionales del producto deshidratado, otras ventajas son:

- La instalación de una deshidratadora exige una fuerte inversión, que por lo general queda reservada a grandes empresas o asociaciones de productores. De acuerdo con datos proporcionados por una deshidratadora ejidal, financiada por el Banco de Crédito Rural, el equipo para la deshidratación de 8 toneladas, de alfalfa verde/hora, con gasto de 200-500 litros de diesel en el mismo tiempo, en 2003 tenía un costo de 50 millones de pesos, valor que se consideraba alto en ese tiempo. El consumo de combustible, depende del contenido de humedad del forraje variando de 168 litros de diesel por tonelada de forraje secado hasta 367 litros con 70 y 74 85% de humedad del forraje verde respectivamente.

- Ahorro de agua. En el sistema de producción de FVH las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, las eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca. Alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18%. Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.
- Eficiencia en el uso del espacio. El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.
- Eficiencia en el tiempo de producción. La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12.
- Calidad del forraje para los animales. El FVH es un suculento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento), y de plena aptitud comestible para nuestros animales. Su alto valor nutritivo, lo obtiene debido a la germinación de los granos. En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3.300 kcal/kg), que el FVH (3.200 kcal/kg). Sin embargo los valores reportados de energía digestible en FVH son ampliamente variables. En el caso particular de la cebada el FVH se aproxima a los valores encontrados para el Concentrado especialmente por su alto valor energético y apropiado nivel de digestibilidad.
- Inocuidad. El FVH producido de acuerdo a las indicaciones que serán presentadas en este manual, representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del FVH los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción. Tal es el caso de un

hongo denominado comúnmente “cornezuelo” que aparece usualmente en el centeno, el cual cuando es ingerido por hembras preñadas induce al aborto inmediato con la trágica consecuencia de la pérdida del feto y hasta de la misma madre. Asimismo en vacas lecheras, muchas veces los animales ingieren malezas que transmiten a la leche sabores no deseables para el consumidor final o no aceptados para la elaboración de quesos, artesanales fundamentalmente.

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

2. Desventajas

Tehortua, S. (2007), manifiesta que las principales desventajas identificadas en un sistema de producción de Forraje verde hidropónico son:

- Desinformación y sobrevaloración de la tecnología. Proyectos de FVH preconcebidos como “llave en mano” son vendidos a productores sin conocer exactamente las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de nutrientes y de agua, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente, y niveles óptimos de concentración de CO₂. Innumerables de estos

proyectos han sufrido significativos fracasos por no haberse accedido a una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema. Se debe tener presente que, por ejemplo, para la producción de forraje verde hidropónico sólo precisamos un fertilizante foliar quelatizado el cual contenga, aparte de los macro y micro nutrientes esenciales, un aporte básico de 200 partes por millón de nitrógeno. Asimismo el FVH es una actividad continua y exigente en cuidados lo que implica un compromiso concreto del productor. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar.

- Costo de instalación elevado una desventaja que presenta este sistema sería el elevado costo de implementación. Sin embargo, se ha demostrado que utilizando estructuras de invernáculos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados. Alternativamente, productores agropecuarios brasileros han optado por la producción de FVH directamente colocado a piso sobre plástico negro y bajo microtúneles, con singular éxito. La práctica de esta metodología a piso y en túnel es quizás la más económica y accesible.

F. PROCESO PARA PRODUCIR UN BUEN FORRAJE HIDROPÓNICO

Castellón, R. (2008), señala que el Forraje Verde Hidropónico 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 kilos, consumible en su totalidad (raíces, tallos, hojas y restos de semillas), lo que constituye una completa fórmula 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 a la exposición directa de los rayos del sol y de las lluvias. Las características de un forraje verde hidropónico se describen a continuación.

- En el crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas forrajeras como lo son el maíz, trigo, sorgo etc. Con un tiempo no mayor a 15 días.

- Este tipo de producción puede llevarse a cabo dentro de invernaderos, galeras o cabinas forrajeras con una densidad alta de semilla, el procedimiento más utilizado es la germinación en charolas forrajeras de plástico colocadas en anaqueles (gráfico 3).



Gráfico 3. Forraje hidropónico listo para la cosecha.

1. Condiciones ambientales para producir Forraje Verde Hidropónico

Castro, E. (2009), indica que es muy común que se presenten contaminaciones, sobre todo cuando la temperatura es muy elevada y la circulación del aire es deficiente o cuando los riegos son muy exagerados. El éxito del cultivo de Forraje Verde Hidropónico radica en los siguientes cuatro puntos:

- **Luminosidad:** La semilla de nuestro FVH debe estar en obscuridad para que esta germine, después de esto requerirá un mínimo de luz que va de 2,800 hasta 40,000 luxes. Para controlar la luz dentro de nuestro invernadero se puede utilizar plástico blanco lechoso que tiene una capacidad de sombreado desde un 30% hasta un 70%, o bien, mallas de monofilamento en sus diferentes porcentajes de sombra.

- **Temperatura:** La temperatura influye en la germinación de la planta, ya que a mayor temperatura, habrá una mayor absorción de agua y evaporación. La temperatura se debe mantener lo más constante posible durante el día y la noche, en un rango de 25 a 30°C como ideal.
- **Humedad:** La humedad que necesita la planta se le proporcionara mediante el riego por nebulización, el rango óptimo oscila entre 60 y 90%. Con una humedad relativa mayor, existe el riesgo que proliferen enfermedades por hongos o bacterias.
- **Ventilación:** Si el invernadero está lleno de plantas bien regadas se necesita de una buena ventilación, esta se puede realizar con la malla antiácidos la cual permite el intercambia de aire dentro y fuera de la nave.

2. Selección de Semillas

<http://www.elmejorguia.com>.(2015), no es difícil, ni es costoso. Se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- **Semillas certificadas:** son muy caras y tienen agregados de sustancias químicas que pueden no ser aptas para el cultivo de forrajes sino de plantas de producción.
- **Semillas no certificadas:** Son las ideales porque no son costosas, pero conseguirlas no es fácil. Trate de establecer relación directa con un productor de semillas que sea responsable y que le permita probar las semillas antes de comprarlas. Se pueden probar de la siguiente manera: Tome un puñado de semillas de uno de los sacos y viértalas en un recipiente lleno de agua. Las buenas semillas deben hundirse y no flotar (al menos 95% deben hundirse), de no ser así, se sabe que no están frescas y no van a germinar. Recuerden que las semillas no son para hacer grandes plantas de producción de calidad sino pequeñas plántulas que crezcan un máximo de 15 a 20 cm. Entonces lo que interesa es que germinen bien todas las semillas posibles y no que sean

de plantas exóticas o de alta ingeniería genética. Son para forraje verde hidropónico, no para cultivar el cereal.

3. Lavado de las semillas

Para <http://www.elmejorguia.com>.(2015), para el lavado de la semilla se inunda el grano en un tanque o recipiente con la finalidad de retirar todo el material que flote con pelos, pedazos de tusa, granos partidos y cualquier otro tipo de impurezas. Se cambia el agua hasta que este se queda limpio rebullendo las semillas.

4. Pre germinación de las semillas

<http://www.elmejorguia.com>.(2015), indica que después de lavar bien las semillas y antes de colocar estas en las bandejas de cultivo se someten a un proceso de pre germinación durante 24 horas para lo cual se requiere de un tanque plástico, un motor o bomba, oxigenador pequeño de acuario, y resistencias para calefacción también de acuario. Mediante este proceso se busca estimular y activar la semilla es decir romper el estado de latencia en que se encontraba, para que pueda crecer en forma adecuada, para tal efecto se utilizan canecas plásticas con agua (sin solución nutritiva), con inyección de oxígeno, manteniendo la temperatura y en ausencia total de la luz. Al cabo de 24 horas las semillas comienzan a germinar, estando listas para la siembra.

5. Germinación

Augustín, R. (2004), reporta que el proceso de la germinación de una semilla se producen una serie de transformaciones cualitativas y cuantitativas muy importantes. El embrión de la futura planta despierta de su vida latente provocando la ruptura de los tegumentos minerales y, a partir de un almacén de energía, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar energía de sol (fotosíntesis), y absorber elementos minerales de la solución nutritiva. En el proceso de germinación se pueden diferenciar tres fases

importantes que son: absorción de agua, movilización de nutrientes y crecimientos de diferenciación.

6. Factores que determinan la germinación

Nava, J. (2005), indica que además de las condiciones ambientales adecuadas las semillas deben reunir, para germinar, condiciones propias o intrínsecas, es decir, deben tener el grado de madurez necesario. Estar bien desarrolladas e integras, lo cual significa que se hayan cosechado en el momento oportuno y no hayan sido objeto de deterioro o ataque de plagas (gorgojo), que puedan afectar la vitalidad del embrión. Por otra parte las sustancias nutritivas de reservas de los cotiledones deben ser suficientes para sostener a la plántula.

7. Siembra de la Semilla en las Bandejas

Augustín, R. (2004), determina que una vez germinadas las semillas se disponen en la bandeja, alrededor de 1500Kg. de semilla por medio m² de bandeja para tener una adecuada densidad de población (la densidad de siembra varía de acuerdo al tamaño del grano a sembrar). La siembra se realiza en una forma homogénea y cuidadosa para evitar daños a la semilla.

8. Riego de la Siembra

Nava, J. (2005), determina que a partir del momento en que se colocaron las semillas en las bandejas se suministró la solución de nutrientes. El riego se aplica bajo el concepto de que el grano o la parte aérea deben mantener humedad evitando encharcamiento en las bandejas. Se pueden hacer aplicaciones de 10 riegos diarios cada hora a partir de las 8 AM. Hasta las 6 PM, pero se realizaron tres riegos al día realizando ciclos de riego de dos minutos.

9. Cosecha del Forraje

Augustín, R. (2004), describe que esta se realiza cuando la plántula alcanza una altura promedio de 25cm. este desarrollo es durante 10 a 15 días dependiendo de la temperatura, condiciones ambientales, el invierno, la frecuencia de riego, etc. Como resultado se obtiene un gran tapete radicular, ya que las semillas enraízan unas con otras por la alta densidad de siembra; parte de la semilla, y parte aérea de 25cm, la relación de conversión semillas es de 1,5Kg. a 12Kg.

10. Efecto de la Deshidratación del Forraje Verde Hidropónico

Resh, H. (2001), indica que la eliminación del agua proporciona una excelente protección frente a las principales causas de alteración de los alimentos. Los microorganismos no pueden desarrollarse en un medio sin agua. Además, en estas condiciones tampoco es posible la actividad enzimática, y la mayor parte de las reacciones químicas se hacen mucho más lentas de lo normal. Por eso la deshidratación es el mejor método de conservación para productos almacenados a temperatura elevada. Para lograr una protección óptima hay que eliminar prácticamente toda el agua. A continuación, el forraje se coloca en la balanza para ser pesado y luego ser administrado al cuy.

G. FORRAJE HIDROPÓNICO DESHIDRATADO

Muscari, J. (2003), indica que para optimizar la producción de forraje verde fresco se pueden utilizar técnicas de cultivo hidropónico, considerado como un avance en la producción agrícola; ya que presenta ventajas técnicas, económicas, disminución de espacio, ahorro de energía y labores culturales, una alternativa muy viable es el uso del forraje hidropónico deshidratado para lo cual se utiliza los siguientes métodos:

1. Deshidratación artificial

Resh, H. (2001), propone que la técnica de la deshidratación artificial fue ensayada en 1934 en el Valle de Tennessee, Estados Unidos, extendiéndose después por todo el país, Canadá y posteriormente Europa. Se introdujo en la Gran Bretaña a finales de la década de los 30's, tomando cierto impulso en determinados países europeos hasta que la crisis energética ha frenado su expansión. Desde finales de los años 60's Alemania y los países Bajos frenaron el desarrollo de esta técnica y sólo Dinamarca y Francia aumentaron la producción de forrajes deshidratados, en su totalidad alfalfa destinada a la industria de alimentos balanceados. El método consiste en el secado de forrajes verdes a altas temperaturas en tiempo corto, utilizando equipo y maquinaria que minimiza las pérdidas de forraje.

Salazar, W. (2004), informa que la deshidratación artificial en México y en el mundo tiene como finalidad la obtención de forrajes de alta calidad, fundamentalmente alfalfa y leguminosas, para ser utilizadas por la industria de la transformación para la elaboración de alimento balanceado para aves y cerdos. Existen diversos sistemas para la eliminación de agua del forraje, pero el más utilizado es la aplicación directa del aire caliente a baja temperatura (130-150°C; 30-45 minutos), o alta temperatura (800-1000°C; 2-5 minutos), siendo el último el más empleado en la actualidad. En México, existen plantas deshidratadoras de forraje en las zonas de cultivo de alfalfa, en el Bajío y en el Valle del Mezquital, Hidalgo, siendo esta especie la más empleada con fines de obtener harina de alta calidad para la alimentación de aves, como fuente importante de caroteno y Xantofila y en cerdos como fuente de proteína. En otros países, tales como Japón utilizan harina de *Leucaena leucocephala* procedente de las Filipinas e Indonesia en el Sureste Asiático, como se ilustra en el (gráfico 4).

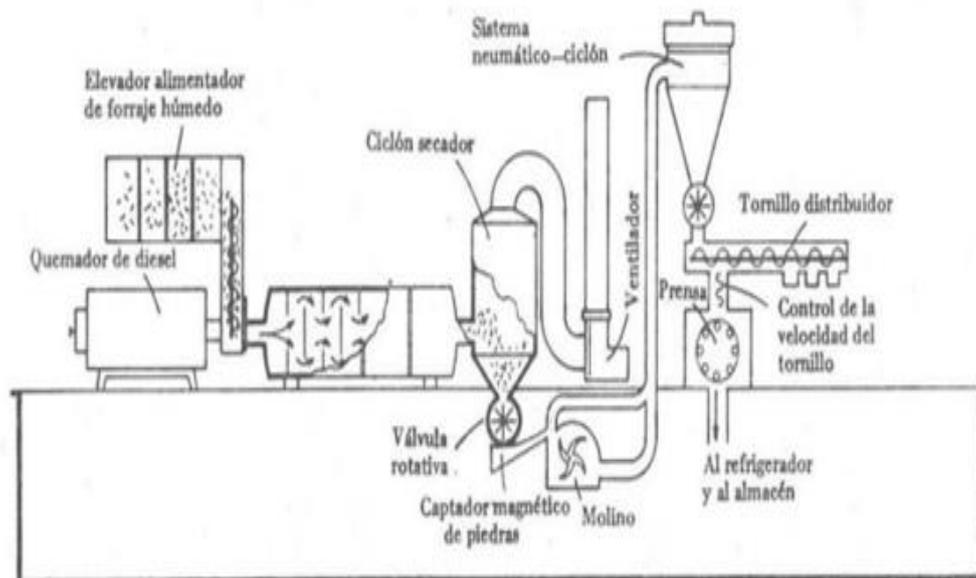


Gráfico 4. Proceso de producción de forraje verde deshidratado.

2. Manejo del forraje

Agrored, A. (2003), indica que el forraje cosechado, es transportado a la planta procesadora para su desecación. La instalación más común, consta de un gran cilindro o tambor giratorio puesto horizontalmente, en el cual se introduce el forraje en un extremo para desplazarse al otro, impulsado por aire caliente que va secándolo progresivamente. Los 69 trozos de hojas se secan rápidamente y salen del tambor, a un ciclón recolector, mientras que los tallos húmedos y pesados caen a través de la corriente de aire y son, arrastrados por la rotación del cilindro, avanzando lentamente hasta que ya secos también pasan al ciclón.

Castellón, R. (2008), reporta que la alimentación del cilindro secador se controla por un tornillo alimentador, cuya velocidad depende de la temperatura de salida, medida en ciclón principal. De esta forma el forraje con un elevado contenido de humedad entra más despacio que el forraje seco. Este se separa del chorro de aire en el ciclón y pasa a través de una válvula rotativa, mientras que el aire húmedo se expulsa por un ventilador y una chimenea. El forraje ya deshidratado pasa después a un Molino de Martillos, donde es triturado en forma de harina.

Este puede ser el producto final en unos casos, mientras que en otros se conduce después a una prensa granuladora del tipo de las utilizadas en las fábricas de alimento. Sin embargo, en el Mercado Mundial puede encontrarse forraje condensado o granulado, forrajes compactados (aglomerados sin triturar), y forraje comprimido (aglomerado en prensa sin triturar).

3. Especies para deshidratar

Agrored, A. (2003), indica que los cultivos forrajeros para deshidratar deben ser de alta calidad en virtud del alto costo del proceso, el cual solamente es pagado cuando su calidad es tal, que el producto final puede compararse favorablemente con los suplementos concentrados para aves y cerdos y los utilizados para rumiantes jóvenes. De otra forma como alimento a rumiantes es posible que no sea económicamente un método viable. Pocos pastos tropicales tienen calidad suficientemente alta, incluso en su etapa más nutritiva, que justifique el costo del desecado artificial. Se han deshidratado artificialmente, con buenos resultados el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), y el amor (*Eragrostis curvula*), los cuales incluso han reemplazado a la alfalfa en las raciones. Los cultivos de mayor importancia económica en el mundo para la deshidratación artificial son:

- Alfalfa (*Medicago sativa*).
- Guaje (*Leucaena leucocephala*).
- Festuca (*Festuca arundinacea*).
- Ballico perenne (*Lolium perenne*).
- Maíz (*Zea mays*).

4. Características del producto

Bautista, S. (2002), manifiesta que el forraje deshidratado artificialmente tiende a presentar las mismas características nutritivas que el forraje verde, ya que las pérdidas son mínimas. Mantiene casi la totalidad de hojas, carbohidratos solubles, proteína y digestibilidad. El contenido promedio de materia seca del

producto es de 95%. La producción de harina de forraje de *Leucaena leucocephala* en Tailandia asciende aproximadamente a 60,000 ton/año, siendo baja la calidad del producto, en el cual la proteína cruda es de 11.2 a 21.5%, aunque la pura hoja puede tener de 17 a 28% y 3 a 5% de mimosina. De acuerdo con las normas españolas, la calidad de la especie deshidratada varía según las categorías que se muestran en el (cuadro 4).

Cuadro 4. CALIDAD DE LA ESPECIE DESHIDRATADA.

Parámetro	CATEGORÍA		
	Primera	Segunda	Tercera
	Humedad máxima (%),		
Harina	10	10	10
Gránulo	11	11	11
Celulosa máxima (%),	20	22	33
Proteína mínima (% MS),	22	20	18
Riqueza caroteno Mínimo (mg/kg MS),	210	170	120

Fuente: Muscari, J. (2003).

5. Utilización del forraje deshidratado

Domínguez, V. (2009), reporta que las diversas investigaciones realizadas en Francia con bovinos de carne, indican la posibilidad de usar un forraje deshidratado, tanto como ración complementaria de ensilados o como sustituto de concentrados. Así, una dieta compuesta por 80% de gramíneas deshidratadas, en un estado relativamente joven, y un 20% de cereales sirve perfectamente para cubrir las necesidades de becerros con ganancias diarias de peso de 1100 a 1200 g/día. Las vacas lecheras pueden recibir forrajes deshidratados como único forraje durante lactaciones enteras, sin ningún problema sanitario o reproductivo,

ni el porcentaje de grasa en la leche. La única condición es que consuman un poco de paja y que el forraje no esté excesivamente picado. Cosechados en su momento óptimo, los 72 forrajes deshidratados cubren la producción de 15 a 18 litros/leche, además de las necesidades de mantenimiento. Sin embargo, dado su elevado precio, una alimentación basada en éstos es muy cara, pero sí en cambio se utiliza de 1 a 5 kg/vaca/día, como complemento, puede ser muy importante. Experiencias obtenidas en Hurley, Inglaterra, señalan que la máxima ganancia de peso y eficiencia alimenticia se logra con 50% de ensilado y 50% de forraje deshidratado, tomando como base la material seca de la ración. Los alimentos balanceados para aves y cerdos contienen de 3 a 5% de harina de Leucaena, pero para ganado lechero puede incluirse hasta un 15%. En peces, la tilapia de Mozambique y carpas mayores de la India, no presentaron efectos secundarios en el crecimiento, metabolismo o comportamiento reproductivo, cuando se concluyó del 30 al 60% de harina Leucaena leucocephala en el alimento diario, bajo condiciones de mono y policultivo.

6. Racionamiento húmedo

Bautista, S. (2002), manifiesta que, ante la carestía del proceso de deshidratación de forrajes, se han buscado otros procedimientos industriales de menor costo energético, siendo el fraccionamiento húmedo el que mayor interés ha cobrado en los últimos años. Particularmente en forrajes de alta calidad, tales como la alfalfa en la cual, se conoce como fraccionamiento húmedo de la alfalfa. Este método consiste en hacer pasar la alfalfa verde recién cosechada por un molino de martillos, que rompe las células y permite la liberación de la proteína. Posteriormente se separa el jugo verde rico en proteína y un forraje con bastante fibra, pero aún de buena calidad proteica, que pueda ensilarse en sacos de plástico herméticamente sellados.

Domínguez, V. (2009), reporta que la proteína del jugo verde se coagula por medio de alcalinización con amoníaco y calor (40-80° C), se separa mediante centrifugación, consiguiendo un producto con un contenido de proteína cruda de 60% y elevado valor biológico, con un contenido de aminoácidos más equilibrado

que la harina de soya. El líquido residual de color marrón, contiene algo de nitrógeno, azúcares y sales. Se puede concentrar por evaporación del agua, lo cual es costoso. Se puede emplear directamente en la alimentación del ganado, ya sea solo o adicionado a la fracción de forraje fibroso obtenido en la primera extracción.

Bautista, S. (2002), manifiesta que para obtener 1 kg, de concentrado proteico se requiere procesar casi 75 kg de alfalfa fresca. De 100 kg de alfalfa verde se obtienen 45 kg de residuo prensado fibroso con un contenido de 33-37% de materia seca y nivel mínimo de 17% de proteína y un máximo de 35% de fibra bruta; 55 kg de jugo verde que produce 2 kg de concentrado proteico seco y 53 kg de nutrientes solubles. El valor económico del concentrado proteico seco se deriva fundamentalmente de su utilidad como pigmentante, por el contenido de Xantofila y de su alta concentración proteica, pudiendo utilizarse en raciones de aves y cerdos, muy especialmente para alimentación de ponedoras en que se exijan determinadas proporciones de xantofilas rojas y amarillas. Otros resultados sobre las proporciones de los productos del fraccionamiento de la alfalfa son representadas en el (gráfico 5).

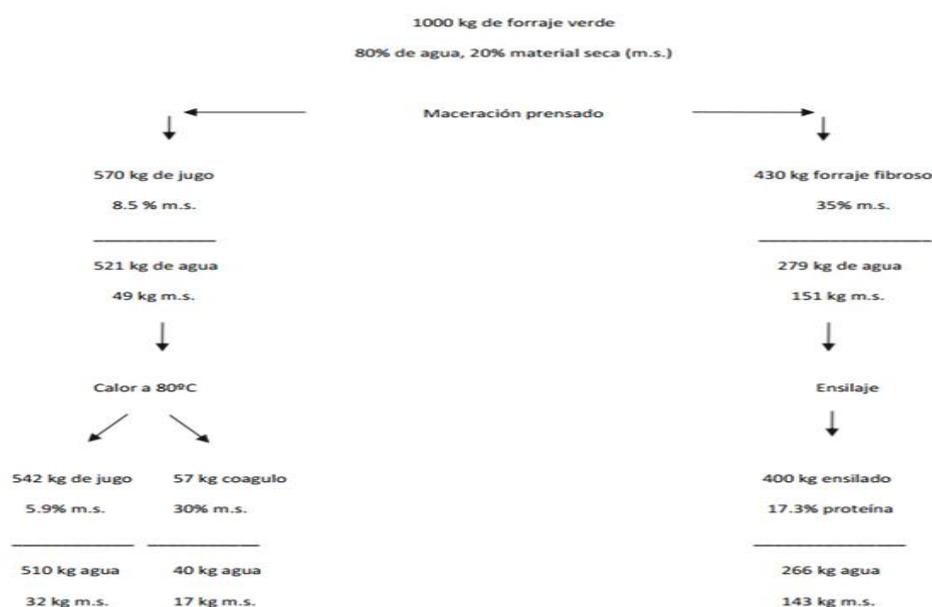


Gráfico 5. Representación de las proporciones para realizar el forraje deshidratado.

H. ALIMENTACIÓN DE CUYES CON FORRAJE HIDROPÓNICO

Quijandria, B. (2004), escribe que el forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales (cebada, avena, trigo y maíz), que se realiza durante un periodo de 10 a 15 días captando la energía del sol y asimilando los minerales de la solución nutritiva, utilizando técnicas de hidroponía sin ningún sustrato. El Forraje Verde Hidropónico se produce en bandejas plásticas colocadas en sistemas modulares, en cada bandeja de 60 x 40 x 5 cm (largo x ancho x alto, medidas de ejemplo), se coloca 1.25 kilos de semilla de cebada (también se puede trabajar con avena, trigo y maíz), que al cabo de 2 semanas se convertirá en una biomasa forrajera de 6 a 8 kilos, la misma que es consumible en su totalidad (raíces, tallos, hojas y restos de semillas), constituyendo un alimento de primera calidad para un óptimo desarrollo de nuestros cuyes. Asimismo, a diferencia de otros forrajes, el Forraje Verde Hidropónico no es fumigado contra ninguna plaga, estando libre de cualquier contaminación fotoquímica que pueda afectar a los cuyes; además el uso de este forraje permite las siguientes ventajas: Mayor número de crías logradas al año, Menor mortalidad de crías, Cubre los requerimientos de agua, Cubre los requerimientos de vitamina C y Reduce los costos de alimentación, (gráfico 6).



Gráfico 6. Cuyes consumiendo el rico forraje hidropónico

I. INVESTIGACIONES REALIZADAS EN ALIMENTACIÓN DE CUYES CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

María de los Ángeles Tubon Siza, En su estudio sobre la utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad concluyo que, tanto los forrajes hidropónicos como la alfalfa fueron consumidos en su totalidad, sin dejar sobrantes o alimento rechazado, por lo que fueron de adecuada palatabilidad y digestibilidad. Los mejores resultados se obtuvieron con la dotación del forraje conformado por alfalfa más balanceado (T), reportando los más altos pesos (520,38 g a la cuarta semana y 1277,33 g a la treceava semana), la mejor ganancia en peso (208,73 g a la cuarta semana y 967,33 g a la treceava semana), y los mejores índices de conversión alimenticia (14,97 a la cuarta semana, 14,37 a la treceava semana y 17,57 en conversión alimenticia total), sin reportar mortalidad. Dentro de los forrajes verdes hidropónicos evaluados, los mejores resultados se alcanzaron con la utilización de forraje verde hidropónico de cebada más balanceado (F1), con los mejores pesos (442,62 g a la cuarta semana y 1042,48 g a la treceava semana), la mejor ganancia en peso (132,60 g a la cuarta semana y 731,67 g a la treceava semana), y los mejores índices de conversión alimenticia (23,60 a la cuarta semana, 18,95 a la treceava semana y 23,16 en conversión alimenticia total), con 13,33% de mortalidad.

María Isabel Gómez Hidalgo al realizar la evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes” reportó que en cuyes machos en las etapas de crecimiento y engorde con pesos aproximadamente iguales. En la producción de FVH de cebada, con la densidad de siembra 0,5 Kg semilla / bandeja, se obtuvo mayor rendimiento de 8.99 kg FVH/ Kg semilla, mayor cantidad de materia seca 14.43%. La mejor producción de FVH de maíz se obtuvo con la densidad de siembra de 1.0 Kg semilla por bandeja, con un rendimiento de 6.35 Kg FVH/ Kg semilla y la proteína es superior con 12.14%. El mayor peso alcanzaron los cuyes de los tratamientos C0.75, C0.50 y C1.0, con 900.0, 883.33 y 861.67 g respectivamente y ganancias de peso de 636.67, 605.0 y 605.0 g en su orden. Los mejores índices

de conversión alimenticia alcanzaron con los tratamientos C0.5, C0.75 y C1.0 con índices de 4.03, 3.93 y 3.93 puntos en su orden. Con los tratamientos, C0.5 y M1.0 se obtuvo un índice alto beneficio costo de 1.27, que resulta muy significativo, en producción de cuyes. Se recomienda utilizar una densidad de siembra de 0.5 Kg de cebada por bandeja y 1.0 Kg de maíz por bandeja, para la producción de Forraje Verde Hidropónico, ya que presentan los mejores rendimientos productivos tanto de forraje, como para la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde.

Usca, J (2000), al evaluar el efecto del uso del FVH en la alimentación de cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde, obtuvo con el 100% de forraje hidropónico las mejores respuestas en el peso final 0,973 Kg ganancia de peso 0,717 Kg conversiones alimenticias más eficientes 5,996.

Guerrero, J (2002), al evaluar el FVH de centeno en la etapa de crecimiento de cuyes, utilizó 24 cuyes destetados (12 por tratamiento), con un peso inicial de 249 g. fueron sometidos a los efectos de dos dietas integrales, una con harina de heno de alfalfa y la otra con harina de centeno hidropónico como componentes forrajeros, ambas dietas fueron similares en proteína y energía. Para las dietas con alfalfa y centeno hidropónico, el consumo de alimento fue de 43.8 y 44.9 g/animal/día; 2762.4 y 2826.6 g/animal/periodo; los incrementos de peso de 6.1 y 6.53 g/animal/día; 384.4 y 411.6 g/animal/periodo; Conversión Alimenticia de 7.186 y 6.867. El forraje de centeno hidropónico puede sustituir a la alfalfa en las raciones de cuyes en crecimiento.

Carrillo, H (1999), manifiesta que 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: Mayor número de crías logradas al año. Menor mortalidad de crías. 3. Reducción en los costos de alimentación. Cubre los requerimientos de agua. Cubre los requerimientos de vitamina C.

Vásconez, J (2004), en su estudio de evaluación del valor nutritivo del forraje verde hidropónico de trigo, en la alimentación de cuyes determinó consumos totales de alimento al finalizar la etapa de crecimiento y engorde de 4043 g. sin la utilización de FVH y de 3874 g. con el 100% de inclusión en la dieta.

Por su parte Usca, J (2000), en su estudio sobre el forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde, obtuvo un consumo total de alimento de 4370 g. al suministrar el 25% de FVH, y con el 0% de inclusión de FVH, el consumo total de alimento de cuyes en estas etapas fue de 40377 g.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en la finca “Rancho Grande”, ubicado en el sector Huambinimi Km 3 vía Sucúa-Cuenca perteneciente al Cantón Sucúa, parroquia Sucúa, Provincia Morona Santiago, ubicado entre los 02° 08' 35" a los 02° 54' 45" de latitud Sur y de los 77° 25' 45" a los 77° 58' 20" de longitud Oeste. Las condiciones meteorológicas del cantón se indican en el (cuadro 5).

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN SUCÚA.

Parámetros	Valores Promedios
Altitud, msnm	1000
Temperatura , °C	21,8
Precipitación, mm/mes	1500- 2000
Humedad relativa , %	87,4

Fuente: Ilustre Municipio del Cantón Sucúa. (2015).

El tiempo de duración del proyecto fue de 135 días, en base a lo siguiente: la adecuación de las instalaciones, selección y compra de animales, suministro de las diferentes dietas nutricionales, análisis bromatológico del alimento, etc.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron 48 cuyes, que se encontraron en la fase de crecimiento – engorde de aproximadamente 21 días de edad y el tamaño de la unidad experimental fue de 2 cuyes.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones fueron:

1. Materiales

- 48 cuyes.
- 24 jaulas.
- Baldes de diferentes dimensiones.
- Manguera.
- Balanza.
- 24 comederos.
- Mesas.
- Guantes.
- Mandil.
- Botas de caucho.
- Clavos.
- Viruta.
- Colgadores.
- Ollas.
- Letreros.
- Mascarilla.
- Escobas.
- Forraje hidropónico de maíz deshidratado
- Forraje.

2. Equipos

- Equipo de limpieza.
- Equipo de desinfección.
- Equipo de sacrificio.

- Equipo de sanidad animal.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se trabajó con 3 tratamientos que corresponden a los diferentes niveles de forraje hidropónico deshidratado, para su comparación con un tratamiento testigo, con 6 repeticiones y el tamaño de la unidad experimental fue de 2 cuyes. La codificación de los tratamientos fue:

- T0 = Solo forraje (pasto Saboya).
- T1 = 10% de Forraje verde hidropónico más forraje.
- T2 = 20% de Forraje verde hidropónico más forraje.
- T3 = 30% de Forraje verde hidropónico más forraje.

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar simple cuyo modelo lineal aditivo fue:

$$Y_i = \mu + \alpha_i + \epsilon_i$$

Donde

Y_i = Valor del parámetro en determinación.

μ = Valor de la media general.

α_i = Efecto de los niveles de forraje hidropónico de maíz deshidratado.

ϵ_i = Efecto del error experimental.

En el cuadro 6, se describe el esquema del experimento para el Diseño Completamente al azar simple.

Cuadro 6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO CRECIMIENTO – ENGORDE.

TRATAMIENTOS	Código	Repeticiones	T.U.E * T.U.E *	Nº animales
Solo forraje	T0	6	2	12
10% forraje hidropónico + forraje	T1	6	2	12
20% forraje hidropónico + forraje	T2	6	2	12
30% forraje hidropónico + forraje	T3	6	2	12
TOTAL		24		48

T.U.E. = Tamaño Unidad Experimental.

1. Esquema del ADEVA

En el cuadro 7, se describe el esquema del ADEVA

Cuadro 7. ESQUEMA DEL ADEVA PARA CRECIMIENTO – ENGORDE.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Tratamiento	3
Error	20

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Composición bromatológica del forraje hidropónico

- Materia seca (%).
- Humedad (%).
- Proteína (%).
- Fibra (%).

2. Variables de los cuyes en crecimiento engorde

- Peso inicial, Kg.
- Peso final de los gazapos (Kg).
- Consumo de alimento, Kg.
- Consumo de alimento total, Kg.
- Ganancia de peso de los cobayos, Kg.
- Conversión alimenticia de los animales.
- Costo de producir un kilogramo de carne, dólares.
- Peso a la canal, gramos.
- Rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron tabulados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), simple y fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de la Varianza (ADEVA), para las diferentes variables.
- Separación de medias según Tukey ($P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$).
- Análisis de la regresión y correlación.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron 48 cuyes en la fase de crecimiento-engorde con 21 días de edad. Se los alojó en número de 2 animales en jaulas individuales.
- El alimento se distribuyó de acuerdo a las formulaciones establecidas es decir para el tratamiento testigo únicamente se dotó de una cantidad determinada de forraje, (pasto Saboya), para el tratamiento T1, se proporcionó 10% de forraje hidropónico deshidratado; para el tratamiento T2, se proporcionó 20% de forraje hidropónico deshidratado para el tratamiento T3, se proporcionó 30% de forraje hidropónico deshidratado, y fue registrado cada día además del excedente.
- El control del peso de los animales se llevó a cabo semanalmente, a partir del peso inicial de los cuyes a los 21 días, hasta el peso final a los 120 días de edad.
- Al terminar el experimento (120 días de experimentación), los animales fueron pesados por última vez y conducidos a la sala de sacrificio en donde se obtuvieron los datos de rendimiento a la canal.
- Para el programa sanitario: Se realizó la limpieza y desinfección de las pozas y de los equipos con vanodine y creso en proporción de 20 ml /10 litros de agua lo que se realizó por tres veces durante la experimentación.
- Los animales fueron desparasitados de forma externa a los 14 días de edad y a los 81 días de edad con allmectin desparasitante líquido a más de curaciones con eterol.
- La fórmula que se aplicó en la alimentación y el análisis fue calculado de la ración para la fase de crecimiento - engorde de los cuyes.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Análisis del forraje hidropónico deshidratado de maíz

a. Materia seca

La determinación de la humedad inicial consistió en secar el forraje a menos de 60 grados de temperatura hasta obtener un peso constante, mediante la evaporación; también se secó por congelación, luego la muestra se llevó a equilibrio con la humedad ambiente para realizar la molienda para el análisis. La cantidad de muestra residual, convertida a porcentaje luego del secado, se consideró como el contenido de materia seca total o materia seca parcial.

b. Humedad

La determinación de la materia seca es importante en la nutrición animal ya que mediciones imprecisas, resultan en la estimación inexacta de ingestión de materia seca, eficiencia del pienso y digestibilidad. En el caso de alimentos que contienen un 88% o más de materia seca (concentrado), balanceado, etc., la humedad total fue la misma que la humedad higroscópica, es decir que se lo determino a 105 °C. En el caso de los pastos y forrajes, raíces, tubérculos, etc. en donde primero hubo que determinar una humedad inicial, luego una humedad higroscópica; la humedad total se determinó por la siguiente fórmula:

$$\% H.T. = Y + \frac{(100 - Y) * C}{100}$$

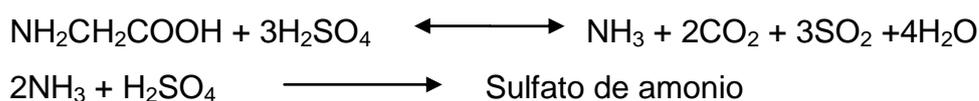
Dónde:

Y: Humedad Inicial en %

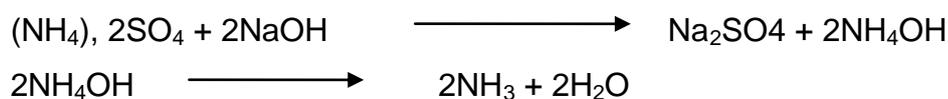
C: Humedad higroscópica en %

c. Proteína (%)

Se obtuvo a partir del contenido de nitrógeno total de un alimento, se determinó por el método Kjeldahl, multiplicado por el factor 6,25 (debido a que las proteínas contienen un 16% de N en promedio). El valor de PB incluyó a la proteína verdadera y a otros compuestos nitrogenados no proteicos. La determinación de la proteína se realizó calentando el forraje hidropónico con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar anhídrido carbónico y agua. La proteína se descompuso con la formación de amoníaco el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma sulfato de amonio (Harris, E. 2001).



El sulfato de amonio en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en medio básico. Por consiguiente, luego de la forma de la sal de sulfato de amonio, actúa en base fuerte al 50% y se desprendió todo el nitrógeno en forma de amoníaco:



El amoníaco que se desprendió se calculó mediante la absorción de este con 0.1N de una solución de ácido clorhídrico por titulación.

d. Fibra (%)

Los hidratos de carbono existentes en los alimentos están constituidos por dos fracciones: fibra bruta y extracto libre de nitrógeno. La primera es parte del análisis próximo. Aunque el sistema ha sido muy criticado hasta el momento no se

ha podido desarrollar ningún sistema alternativo de aceptación universal pese a que el procedimiento en sí es empírico. La muestra problema se digirió primero con una solución de ácido diluido luego con una solución de base diluida. Los residuos orgánicos restantes se recogieron en un crisol de filtración y se lavó con un solvente orgánico para eliminar el E.E. La pérdida de peso y después de quemar la muestra se denominó fibra cruda el ácido hidroliza a los carbohidratos insolubles, los álcalis transformaron en estado soluble las sustancias albuminosas, separaron la grasa, disolvieron parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extrajo las resinas, colorantes residuos grasos y eliminaron el agua; lo que queda es la fibra bruta.

2. Variables de los cuyes en la fase de crecimiento engorde

a. Peso inicial

El cálculo del peso inicial se lo realizó con una balanza y se registró en kilogramos en un cuaderno, al igual que cada 7 días de investigación como al final de la misma.

b. Peso final

Una vez transcurridos los 120 días se realizó el pesado de cada uno de los animales según los tratamientos y se registró en el archivo en el que constara primero el peso con el que inician los animales y cuál fue el peso con el que finalizan la investigación todos estos registros se los llevo para la posterior tabulación de los datos.

c. Ganancia de peso, Kg

La ganancia de peso se la obtuvo de la diferencia entre el peso final restado del peso inicial y correspondió a la cantidad en kilogramos que incrementan los cuy en la fase de investigación.

d. Consumo de forraje hidropónico, Kg de MS

El consumo de forraje hidropónico deshidratado fue registrado diariamente para lo cual pesaremos utilizando una balanza lo más precisa posible la cantidad que se les suministro a los animales de cada una de las formulaciones según el tratamiento que se ha establecido en el sorteo al azar de las unidades experimentales y fue registrado en kg/semana.

e. Consumo total de alimento, Kg de MS

Para el consumo total de alimento únicamente se realizó la sumatoria de cada uno de los consumos diarios de los cuyes tanto de forraje menos el desperdicio en los diferentes tratamientos y se registró en Kilogramos totales de materia seca.

f. Conversión alimenticia

Para la conversión alimenticia el cálculo se realizó en base a la cantidad de kilogramos de alimento consumidos por cada cuy, para la ganancia de peso de cada animal.

h. Costo de producir un kilogramo de carne del cuy

Para el cálculo del costo de producción de un kilogramo de carne se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Costo por kg, de carne} = \frac{\text{Peso a la canal}}{\text{Egresos totales}}$$

i. Rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo

El análisis económico se realizó por medio del indicador económico Beneficio/Costo, en el que se consideran los gastos realizados (egresos), y los ingresos totales que corresponden a la venta de carne de cuy, respondiendo a la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (dólares)}}{\text{Egresos totales (dólares)}}.$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LOS CUYES EN LA FASE DE CRECIMIENTO – ENGORDE UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE FORRAJE HIDROPÓNICO DE MAÍZ

1. Peso Inicial

El peso promedio que registraron los cuyes al inicio de la investigación en la etapa de crecimiento engorde fue de 0,29 kg, con variaciones de 0,30 kg, y que es un indicativo de que las unidades experimentales (cuyes), fueron homogéneas entre sí por lo que se justifica su distribución en un diseño completamente al azar simple, para evitar la competencia por alimento que influiría en el desarrollo normal de cada uno de animales.

2. Peso final

En la evaluación de los resultados del peso final de los cuyes en la etapa de crecimiento-engorde, se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$), por efecto de la alimentación con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz, estableciéndose los valores más altas cuando se alimentó a los cuyes con el 30% de forraje hidropónico (T3), con registros de 0,68 Kg, y que descendieron a 0,63 kg, cuando se alimentó con el 20% de forraje hidropónico (T2), a continuación se reportó el peso final registrado al consumir los cuyes el 10% de forraje hidropónico (T1), con medias de 0,60 kg, mientras tanto que las respuestas más bajas se reportaron al no proporcionar forraje hidropónico o tratamiento testigo (pasto Saboya), ya que, las medias de 0,50 kg, como se reporta en el cuadro 8, es decir que para obtener mejores pesos finales de los cuyes en la etapa crecimiento- engorde se debe procurar alimentarlos con mayores niveles de forraje hidropónico, es decir una dosis del 30% mas forraje verde (pasto Saboya), que intervienen directamente sobre el peso del animal y que demuestra que aprovecho el alimento consumido.

Cuadro 8. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CUYES ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE.

VARIABLES	NIVELES DE FORRAJE HIDROPÓNICO, %.				EE	Prob.	Sign.
	0%	10%	20%	30%			
	T0	T1	T2	T3			
Peso inicial, kg.	0,27	0,30	0,30	0,29			
Peso Final, kg	0,50 d	0,60 c	0,63 b	0,68 a	0,02	0.00001	**
Consumo de forraje , kg	12,93 ab	13,83 a	12,80 ab	11,54 b	0,46	0,0174	*
Consumo de forraje verde hidropónico	0,00	1,54 c	2,85 b	4,95 a	0,15	<0,0001	**
Consumo total de alimento, Kg.	12,93 d	15,36 c	15,65 b	16,49 a	0,47	0,0002	**
Ganancia de peso, k g.	0,23 d	0,30 c	0,33 b	0,38 a	0,01	0.00001	**
Conversión alimenticia	3,57 a	3,46 a	3,49 a	.3,44 a	0,14	0,91	ns
Peso a la canal, kg.	379 c	423 c	492 c	503 c	9,23	0,002	**
Costo de producir 1 kilogramo de carne, USD	1,82 c	1,85 c	2,15 a	2,19 a	0,04	0,006	**

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey.

Según <http://wwwrevistas.unipamplona.edu>.(2015), en la mayoría de procesos de crianza de cuyes con forraje normal sus respuestas son muy pobres ya que no se proporcionan los nutrientes necesarios para que este se pueda desarrollar en óptimas condiciones, es por ello que se puede proporcionar un suplemento alimenticio que logre mejorar la composición normal del forraje, una alternativa que se usa es el forraje verde hidropónico, que tiene una alta digestibilidad y calidades nutricionales, excepcionalmente apto para la alimentación animal, para conseguir al mayor peso al final que al ser muy húmedo es rico en vitaminas y agua, que ocasiona que el metabolismo del animal asimile mejor el alimento ya que las vitaminas actúan en el organismo del cuy como catalizadores naturales de reacciones en donde se transforma el alimento en energía calórica y otros componentes, al tener más vitaminas ocasiona que el animal realice mejor sus procesos biológicos.

Las medias reportadas en la investigación son superiores al ser comparadas con los reportadas de Tubon, M. (2014), que estableció medias de 0,45 kg, cuando alimento a los cuyes con avena más el 30% de forraje hidropónico, es decir se aprecia que al combinar estos dos elementos en la alimentación de los cuyes se consigue un aumento del peso más revelador. Pero son inferiores a los reportes de Gómez, M. (2007), quien alcanzó medias de 0,47 kg, a 0,50 kg, al alimentar a los cuyes con forraje verde hidropónico de maíz y cebada, y que se debe posiblemente a los animales responden mejor al forraje de maíz que de cebada, así como también de Usca, J. (2000), quien en su estudio sobre el forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento engorde obtuvo un peso final de 0,973 kg, al suministrar 100% de FVH. La variable peso final puede variar por el tipo de manejo que se le brinde a los cuyes, así como también el clima o la individualidad genética de los animales.

En el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 7, se presenta una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), donde se infiere que partiendo de un intercepto de 0,52 kg, el peso final se incrementa en 0,006 kg, por cada unidad de incremento en el porcentaje de forraje verde hidropónico adicionado a la dieta de los cuyes en la etapa de crecimiento - engorde, además

se aprecia un coeficiente de determinación igual a 70,9%; mientras tanto que el restante 29,1% se debe a variables no analizadas en la presente investigación como pueden ser la calidad genética del animal que va influir en el desarrollo de sus características productivas así como también la fisiología de cada animal que va a ser diferente en cada caso evaluado, así como también se aprecia que la correlación fue de $r = 0,84$; y que, identifica una relación positiva alta.

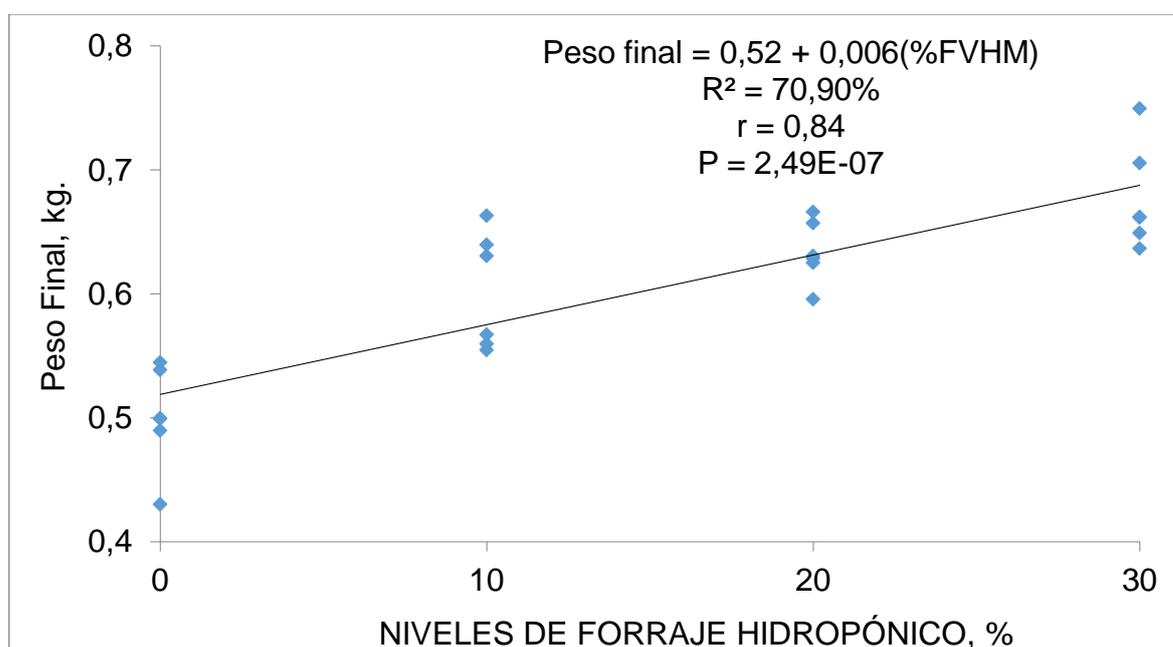


Gráfico 7. Regresión del peso final de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.

3. Consumo de forraje

En el análisis de la consumo de forraje verde (pasto Saboya), de los cuyes en la etapa de crecimiento engorde, se reportó diferencias significativas ($P < 0,02^*$), entre medias, estableciéndose las mejores respuestas al alimentar los cuyes con 10% de forraje verde (T1), con resultados de 13,83 Kg, y que descendieron a 12,93 Kg, en los cuyes del grupo control (T0), que constituyó continuando con el análisis se ubicaron T2 (20%), con resultados de 12,80 Kg, mientras tanto que las respuestas más bajos fueron registrados en el lote de cuyes 11,54 Kg.

Es decir que al utilizar el 30% de forraje verde hidropónico es lógico que se consuma menor cantidad de pasto Saboya, que según Tuarez, A. (2009), Reporta que en el Ecuador este pasto es conocido como guinea chilena, cauca, se caracteriza por ser agresivo perenne y persistente crece desde el nivel del mar hasta los 1100 metros de altura tolera prolongados periodos de sequía pudiendo alcanzar alturas de 1,60 a 3 metros, siendo adecuado para consumo animal cuando alcanza los 0,60 a 0,72 metros, en épocas de lluvia alcanza procedimientos de proteína de 10,9% a 11,5%. El uso de leguminosas forrajeras arbóreas y arbustivas, de alto potencial productivo y alto valor nutritivo, es una de las diferentes alternativas que se plantean para mejorar la alimentación animal en las explotaciones pecuarias. La tendencia actual de utilizar especies forrajeras propias de la región como es el pasto Saboya, se estimula por los incrementos de los precios de los granos de cereales y oleaginosas, lo que además de incrementar los costos de producción animal tiene el inconveniente que compiten con la alimentación humana.

Datos que son inferiores a los reportes de Meza, G. (2009), quien registra que el consumo de forraje de gramíneas total fue el pasto Saboya con resultados de 42,49 g animal-1 día.

3. Consumo de forraje verde hidropónico

En el análisis del consumo de forraje verde hidropónico de los cuyes en la etapa de crecimiento- engorde se presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$), entre medias, estableciéndose la mejor respuesta cuando se adicionó el 30% de forraje verde hidropónico de maíz (T3), con medias de 4,95 Kg, y que descendieron a 2,85 cuando se incorporó a la dieta el 20% de forraje verde hidropónico (T2), prosiguiendo con el análisis se reportaron los consumos de los cuyes alimentados con 10% de forraje verde (T1), con medias de 1,54 kg., es decir que para conseguir mayor consumo de forraje verde hidropónico se debe adicionar mayores niveles del alimento citado anteriormente, lo cual será de provecho para el productor ya que obtendrá mejores ganancias.

Lo que es corroborado según Juárez, J. (2011), quien manifiesta que el forraje Verde Hidropónico (FVH), ofrece una serie de ventajas, como la producción forrajera durante todo el año, utilización de pequeñas áreas, aporte de alimento de buena calidad nutricional y una recuperación de la inversión rápida. Una de las plantas más utilizadas para este fin ha sido el maíz (*Zea mays* L.), debido a su disponibilidad, valor nutricional y los rendimientos altos; generando elevados y constantes volúmenes de FVH, con más bajo costo y en cantidades atractivas de carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, así como también una alta palatabilidad que favorece el mayor consumo de alimento en los cuyes. La producción de FVH, es una alternativa positiva Frente a los grandes problemas que enfrenta la agricultura tradicional, como: la escasez de agua, disponibilidad de nuevas tierras cultivables, el cambio climático, suelos erosionados y encontrar índices cada vez mayores de contaminación; hacen de la producción de alimentos por medio de la hidroponía y los cultivos sin suelo, parte de la agricultura protegida. Estos se convierten en una opción viable para hacer frente a las necesidades cada vez más grandes de productos agrícolas, tanto para la alimentación de la población, como la de los animales; debido a que los cultivos protegidos son menos vulnerables a los cambios de clima, permitiendo producir cosechas fuera de temporada (con ahorros considerables por el uso a menor escala de fertilizantes y agroquímicos).

Los resultados de la investigación son inferiores al ser comparados con lo que reporta Gómez, M. (2007), quien obtuvo medias iguales a 0.901 kg, consumidos de forraje hidropónico cuando adicionó el 20% de forraje en combinación con alfalfa, por lo cual se puede afirmar que las mezclas forrajeras de la presente investigación consiguen mejores respuestas de consumo de alimento. Así como también de Vascones, J. (2004), quien en su estudio de la evaluación del forraje verde hidropónico de trigo en la alimentación de los cuyes en la etapa de crecimiento engorde determinó consumos de 4,043 kg, en el grupo control.

En el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 8, se presenta una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), que partiendo de un

intercepto de 0,0899 kg., el consumo de forraje hidropónico se aumenta en 0,16 kg, por cada unidad de cambio en el nivel de forraje verde hidropónico adicionado a la dieta, se reporta un coeficiente de determinación del 95,94% y el restante 4,6% se debe a variables no analizadas en la presente investigación. El coeficiente de correlación que fue de $r = 0,92^{**}$, identifica una relación positiva alta del consumo de alimento en función de los niveles de FVHM.

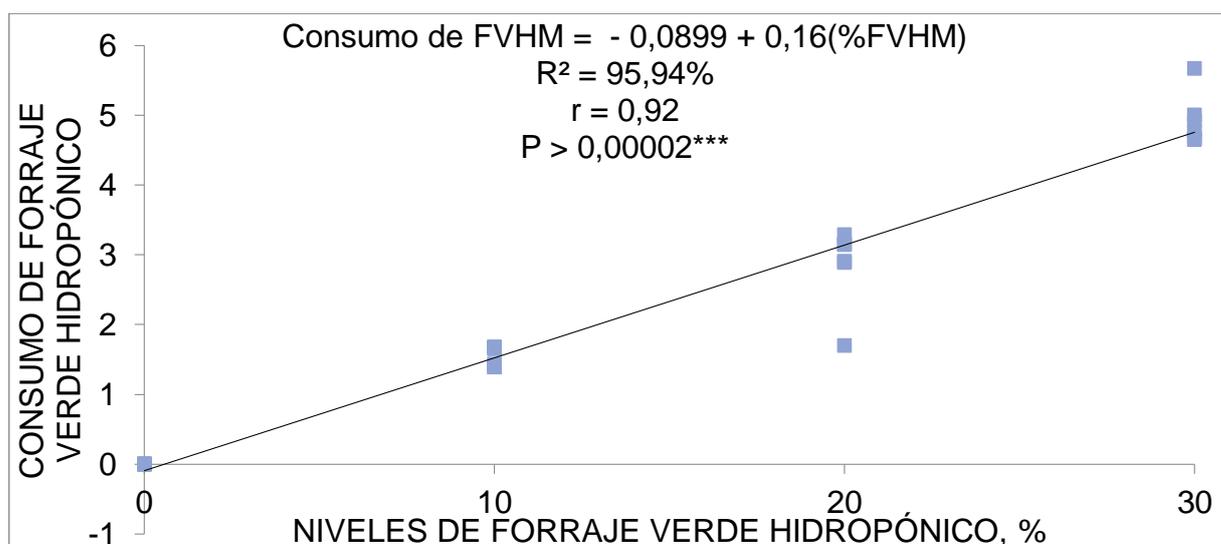


Gráfico 8. Regresión del consumo de alimento de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.

4. Consumo total de alimento

El análisis de varianza aplicado a la variable consumo total de alimento de los cuyes registró diferencias altamente significativas ($P < 0,01^{**}$), entre medias por efecto de la adición de forraje verde hidropónico de maíz en la dieta diaria en la etapa de crecimiento engorde, por lo tanto al aplicar la prueba de Tukey se observó las mejores respuestas cuando se alimentó a los cuyes con el 30% de FVHM (T3), con respuestas de 16,49 kg, y que descendieron cuando se alimentó a los cuyes con el 20% de FVHM (T2), a 15,65 kg, continuando con el análisis se reportaron los consumos cuando se utilizó en la dieta diaria de los cuyes el 10% de FVHM (T1), con resultados de 15,36 kg, en tanto que las respuestas más bajas se reportaron en el tratamiento testigo (pasto Saboya), con resultados de

12,93 kg, es decir que al alimentar a los cuyes con mayores niveles de forraje verde hidropónico se obtienen mejores respuestas de consumo total de alimento, esto ocasiona que el cuy al ingerir más alimento presente un elevado crecimiento lo cual aumentara de manera significativa su peso corporal, y le permitirá desarrollarse fisiológicamente de manera adecuada ya que el alimento le proveerá al cuy de nutrientes que necesita para sus funciones biológicas, así como también una dieta diaria balanceada le ayudara a prevenir enfermedades disminuyendo su tasa de mortalidad y esto es conveniente para el productor.

Quijandria, B. (2004), El FVH ofrece una serie de ventajas, como producción forrajera durante todo el año, desarrollo del cultivo en pequeñas áreas, aporte de complejos vitamínicos necesarios, no ocasionan trastornos digestivos y exhiben una rápida recuperación de la inversión). Una de las plantas más utilizadas con fines forrajeros ha sido el maíz (*Zea mays* L.), por su elevado valor nutritivo y altos rendimientos, lo cual permite que en diversos medios de producción hidropónicos, se generen elevados y constantes volúmenes de FVH de maíz, produciendo alimento a la mitad del costo convencional de forrajes cultivados a campo abierto. Suministrada a diferentes animales, representa una dieta completa que incluye carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, cuando es suministrada en su totalidad, este germinado tiene como característica un gran contenido energético, debido a la concentración de los nutrientes que tienen todas las plántulas y a que se complementa con la nutrición en hidroponía, al presentar un contenido alto de humedad resulta succulento para los cuyes por lo que el consumo de alimento se incrementa.

Los resultados reportados en la presente investigación son superiores en comparación con los registros de Casa, C. (2007), quien reportó el Consumo Total de Alimento en materia seca, durante las etapas de crecimiento y engorde, diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$), entre los tratamientos en estudio, de esta manera el mayor consumo de alimento lo alcanzaron los animales alimentados con los tratamientos FHT y FHM con un promedio de 3.82 y 3.83 kg respectivamente y el menor promedio se determinó en los animales que recibieron el tratamiento FHA con un promedio de 3.41 Kg MS el cual difiere del

resto de tratamientos. Relación a nuestro experimento, en su estudio sobre el forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde, donde obtuvo un consumo total de alimento de 4,37 kg, al suministrar el 25% de FVH.

En el análisis de la regresión que se ilustra en el gráfico 10, se infiere que los datos de consumo total de alimento se ajustan a una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), de donde se deriva que partiendo de un intercepto de 13,46 kg, el consumo total de alimento se aumenta en 0,101 kg, por cada unidad de cambio en el nivel de forraje verde hidropónico de maíz, además se reporta un coeficiente de determinación de 52,28% mientras tanto que el 47,72% restante se debe a variables no analizadas en la presente investigación como pueden ser la forma en cómo la fisiología del animal está aceptando el alimento así como también las condiciones ambientales que en muchos casos varía el metabolismo de cada animal, el coeficiente de correlación que fue de $r = 0,72$ infiere una relación positiva alta del consumo total de forraje en función de los diferentes niveles de FVHM.

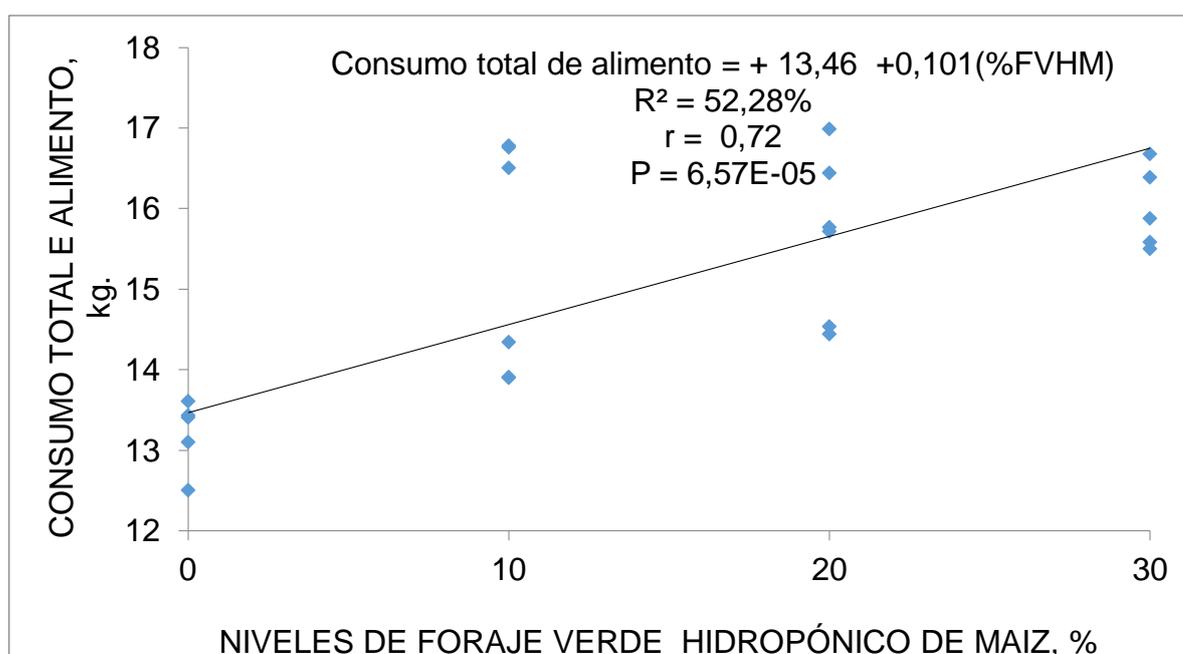


Gráfico 10. Regresión del consumo final de alimento de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.

6. Ganancia de Peso

Para la etapa de crecimiento – engorde los resultados obtenidos a la variable productiva ganancia de peso de los cuyes se reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$), entre medias, por efecto de la alimentación con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz, es por esto que al aplicar la comparación de medias por Tukey se establece las mejores respuestas al alimentar con 30% de FVHM (T3), con 0,38 kg, seguido de los registros que se reportaron en el lote de cuyes alimentados con el 20% de FVHM (T2), ya que los resultados fueron de 0,33 kg, prosiguiendo con el análisis se reportaron las medias al suministrar el 10% de FVHM (T1), con 0,30 kg, mientras tanto que las respuestas más bajas se registraron en el lote de cuyes del grupo control (T0), ya que sus medias reportaron valores de 0,23 kg, por lo que resulta una alternativa muy eficaz el alimentar con mayores niveles de forraje verde hidropónico de maíz, especialmente cuando no se dispone de otros forrajes como es la alfalfa en la zona oriental del país.

Lo que es corroborado según <http://www.forrajehidropónico.com>. (2015), a que el forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales, como la cebada, trigo, avena y sobre todo de maíz. El cual se desarrolla en un período de 10 a 12 días, captando energía del sol y asimilando los minerales contenidos en una solución nutritiva.

El proceso de producción del FVH, está comprendido dentro de un concepto nuevo de producción, ya que no se requiere grandes extensiones de tierras, periodos largos de producción ni formas de conservación y almacenamiento, es destinado para la alimentación de cuyes, vacas lecheras, caballos de paso y de carreras, ovinos, conejos, etc., es de menor costo que la alfalfa, además nos permite mejoras en los animales, como: un mayor número de crías logradas al año, menor mortalidad de gazapos, además de cubrir los requerimientos de agua y de vitamina C, lo que se refleja en mayor ganancia de peso de los cuyes en la etapa de crecimiento engorde. Una dieta diaria balanceada le permitirá al animal

desarrollarse mejor, y una prueba de ello es medir su ganancia de peso ya que al evaluar esto se está obteniendo información del desarrollo integral del alimento, ya que al aumentar el peso se está haciendo evidente que el animal está creciendo y sus órganos se están desarrollando de una manera adecuada.

Los resultados antes mencionados son superiores con los reportados por Verduga, G. (2008), quien obtuvo valores iguales a 0.14 kg, quien alimento a los cuyes con balanceado más 30% de forraje verde hidropónico, así como también de Cargua, E. (2004), en los resultados obtenidos mediante el uso de forraje hidropónico en la elaboración de balanceado para la alimentación de cuyes la etapa de crecimiento y engorde en lo referente a la Ganancia de Peso siguió a la misma tendencia encontrando diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio, así, sus mejores respuestas lo determinaron los tratamientos FH40, FH30, FH20, FH10 con medias de 0,578; 0,537; 0,531 y 0,501 kg, respectivamente y el menor peso final se registró en el tratamiento FH0 con 0,380 kg.

En el análisis de la regresión de la ganancia de peso que se ilustra en el gráfico 11, se registra una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), de dónde se desprende que partiendo de un intercepto de 0.237 kg, la ganancia de peso aumenta en 0,005 kg, por cada unidad de cambio en el nivel de forraje verde hidropónico de maíz adicionado a la dieta, además se reporta un coeficiente de determinación R^2 del 73,75%; mientras tanto que el 26,25% restante se debe a variables no analizadas en la presente investigación como pueden ser el contenido nutricional del forraje verde y sobre todo la fisiología del cuy para asimilar y transformar el alimento en carne.

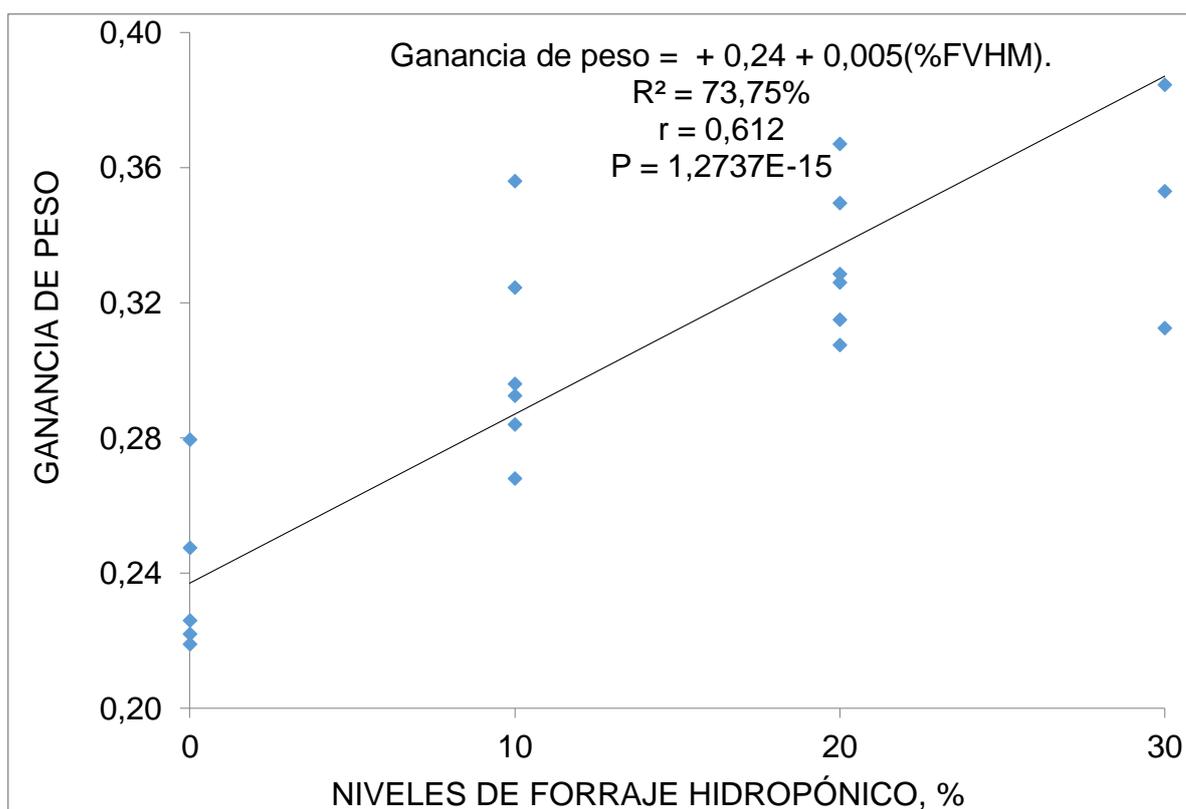


Gráfico 11. Regresión de la ganancia de peso de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.

7. Conversión alimenticia

El análisis de varianza de la conversión alimenticia de los cuyes no registró diferencias estadísticas ($P > 0.05$), entre medias, por efecto de la alimentación en la etapa crecimiento-engorde con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz, estableciéndose las mejores respuestas en el lote de cuyes del tratamiento testigo, con 3,57; y que descendieron a 3,49 cuando se alimentó a los cuyes con el 20% de FVHM (T2), continuando con el análisis se reportaron las medias al suministró el 10% de FVHM (T1), con respuestas de 3,46, en tanto que las conversiones más bajas se reportaron cuando se alimentó a los cuyes con el 30% de FVHM (T3), con medias de 3,44, es decir que al utilizar mayores niveles de forraje verde hidropónico de maíz se obtiene respuestas más bajas de conversión alimenticia, y que resulta satisfactorio ya que representa una menor cantidad de alimento consumido para transformar un kilogramo de carne de cuy.

Bautista, S. (2002), Manifiesta que actualmente la producción agrícola y pecuaria en nuestro país y a nivel mundial plantea una serie de retos técnicos, como el de garantizar el abastecimiento de alimentos de un alto valor nutricional a bajo costo, para conseguir una conversión alimenticia más eficiente, lo que implicaría entender la interacción suelo planta-animal cuando se trata de sistemas de alimentación dependientes de forrajes. Hoy en día se sugiere el uso de recursos tecnológicos entre los que se encuentra la producción del forraje verde hidropónico la cual permite sostener una producción intensiva de forraje durante todo el año aún en condiciones extremas y de escasez del agua para riego. La aplicación de tecnología en la producción de biomasa vegetal a partir de la germinación de granos, semillas de cereales o de leguminosas, bajo soluciones nutritivas y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas de luz, temperatura y humedad en ausencia del suelo implicaría una innovadora práctica de hidroponía para la producción rápida y simple de forrajes verdes con un alto valor nutricional. Se lo puede considerar como un sistema de producción de biomasa vegetal, (forraje vivo en pleno crecimiento), de alta palatabilidad, sanidad, y calidad nutricional, lo que constituye una completa fórmula de proteína, energía, vitaminas y minerales para cualquier animal.

Los resultados de conversión alimenticia de la investigación que se ilustran en el gráfico 12, son superiores en comparación con los reportados por Gómez, M. (2007), quien estableció datos iguales a 4.23 cuando presento la alimentación de los cuyes con alfalfa en combinación con 20% de forraje hidropónico, así como también son más eficientes con los reportados por Cargua, E. (2004), referente a la Conversión Alimenticia en esta etapa si registra diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, la mejor eficiencia alimenticia la correspondió a los tratamientos FH20, FH40, FH30, FH10 con 5.865, 5.898, 6.213 y 6.273 respectivamente , la peor eficiencia alimenticia presentó el tratamiento FH0 con 8.473 puntos. Estos valores se encuentran entre los mejores reportados en investigaciones similares, superados ligeramente por los encontrados por Vascones, J. (2004), que alcanza un índice de conversión de 5.10 con la utilización de 100% de FH de trigo. La variabilidad que puede mostrar en este parámetro está determinada por la individualidad genética de los animales en

cuanto al índice de conversión alimenticia así como a la calidad del alimento que determinará mayor o menor consumo.

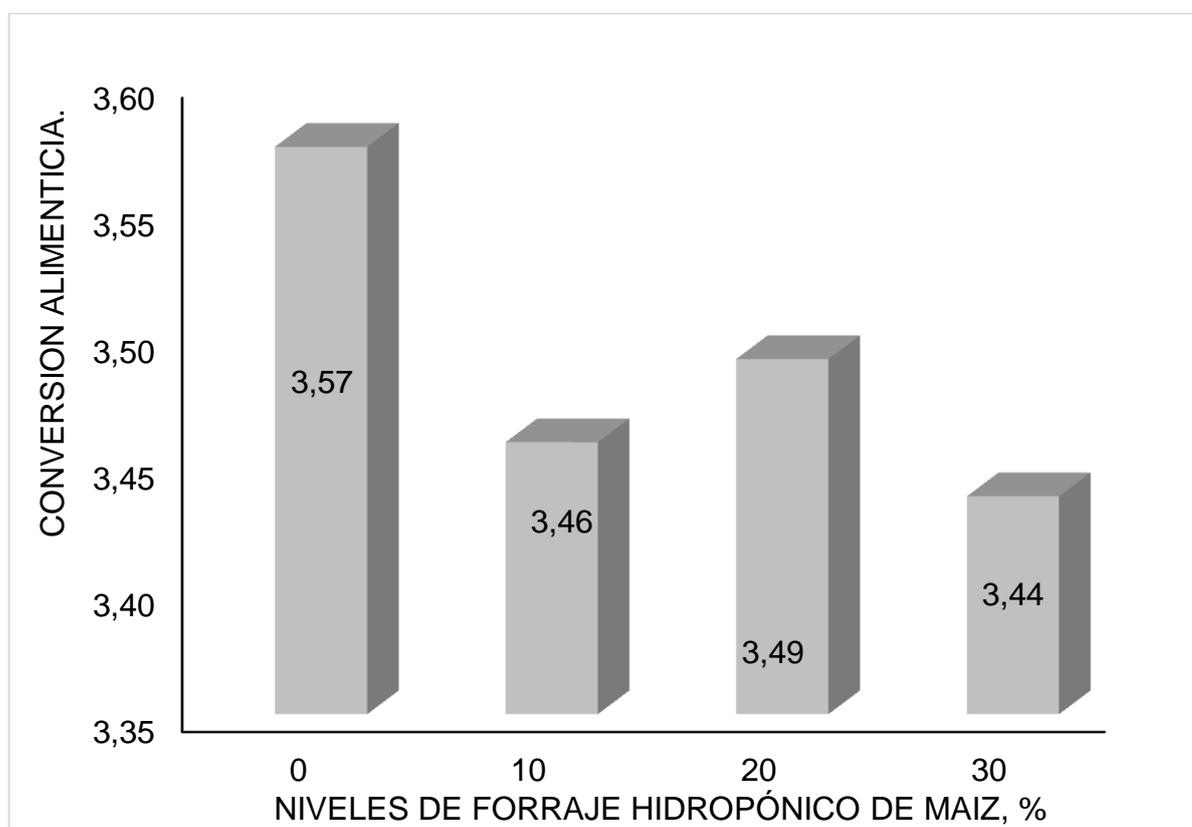


Gráfico 12. Comportamiento de la conversión alimenticia de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.

8. Peso a la canal

El peso a la canal de los cuyes en la etapa de crecimiento engorde reportó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la alimentación con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz, determinándose de acuerdo a Tukey los resultados más altos fueron reportados en los cuyes alimentados con el 30% de FVHM, ya que los resultados fueron de 0,53 kg, seguida de las respuestas de peso a la canal alcanzadas en los cuyes a los que se alimente con 10 y 20 % de FVHM, ya que las respuestas fueron de 0,423 y 0,492 kg respectivamente mientras tanto que las respuestas menos eficientes fueron reportadas en los cuyes del tratamiento control o a los que se alimentó con

pasto Saboya, ya que las medias fueron de 0,379 kg. De acuerdo a los reportes antes mencionados se infiere que al alimentar a los cuyes con mayores niveles de FVHM, se consigue el mayor peso a la canal de los cuyes.

Las afirmaciones descritas tienen su fundamento en lo reportado en <http://wwwagriculturers.com>.(2015), donde se menciona que el Forraje Verde Hidropónico (FVH), ofrece una serie de ventajas, como la producción forrajera durante todo el año, utilización de pequeñas áreas, aporte de alimento de buena calidad nutricional y una recuperación de la inversión rápida. Una de las plantas más utilizadas para este fin ha sido el maíz (*Zea mays* L.), debido a su disponibilidad, valor nutricional y los rendimientos altos; generando elevados y constantes volúmenes de FVH y con más bajo costo y en cantidades atractivas de carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, que infieren sobre el peso a la canal de los cuyes en la etapa de crecimiento engorde. Se puede suministrar a cada animal adulto entre 300 a 500 gramos diarios. Se recomienda hacer dietas con 60% de Forraje Verde Hidropónico (FVH), más 40% de alimento balanceado. Las ventajas del Forraje Verde Hidropónico, son las siguientes: una producción programada de acuerdo a las necesidades, es de alta digestibilidad, se puede producir en cualquier clima y época con invernaderos, bajo costo de producción comparado con el cultivo normal, producción en espacios reducidos, alta palatabilidad, reduce mano de obra para su manejo, bajo en contaminantes y alto contenido proteico.

Los resultados de la investigación son inferiores a los descritos por Sinchiguano, M. (2008), quien reporta el mejor peso a la canal en los animales alimentados con forraje verde hidropónico de cebada ya que las respuestas fueron de 0,773 kg, es decir que los componentes nutritivos de la cebada influyeron positivamente sobre el peso a la canal de los cuyes en la etapa de crecimiento engorde. Gómez, M. (2007), quien reporta pesos a la canal de 0,591, 0,588 y 0,570 kg, al utilizar forraje hidropónico de cebada, maíz y al alimentar con alfalfa respectivamente.

Al realizar en análisis regresión del peso a la canal se determinó que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativas ($P < 0,01$),

de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 383,1 kg, el peso a la canal se eleva en 4,41 kg, por cada unidad de cambio en el nivel de forraje verde hidropónico, como se ilustra en el gráfico 13, el peso a la canal se incrementa en forma altamente significativa, con un coeficiente de determinación R^2 del 91,03%; mientras tanto que el 8,97% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son la calidad genética del animal y las condiciones climáticas reinantes en la zona de explotación, también se considera un coeficiente de correlación del $r = 0,95$; que identifica una relación positiva alta.

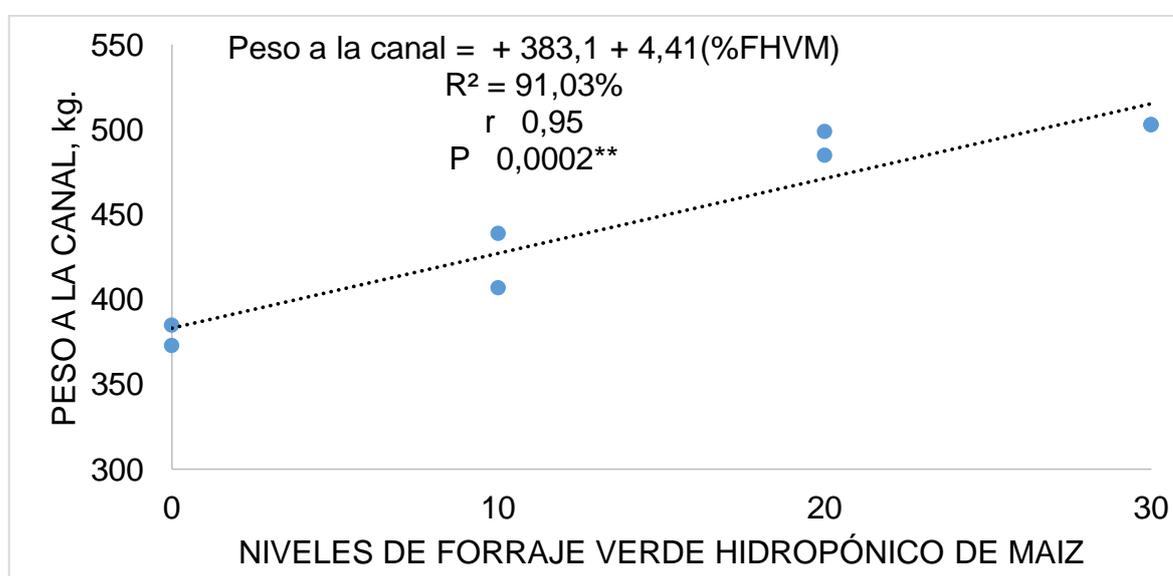


Gráfico 13. Regresión del peso a la canal de los cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.

9. Costo de producir un kilogramo de carne

El costo por kilogramo de carne de cuy, registro diferencias altamente significativas por efecto del consumo de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz apreciándose los resultado más altos al alimentar con el 30% de FVHM (T3), con medias de 2,18 dólares, y que desciende a 2,15 dólares y 1,85 dólares cuando se proporciona una dieta con 10 y 20% de FVHM en su orden mientras tanto que los resultados más bajos fueron determinados en el lote de cuyes del

tratamiento control o que fueron alimentados con pasto Saboya, sin embargo es necesario tomar en cuenta que el forraje verde hidropónico se convierte en una gran solución para aquellas zonas donde no se dispone de espacios para la siembra de especies forrajeras para alimentar a los cuyes, mucho menos existe una producción de alfalfa que es el alimento mayormente consumido por los cuyes.

Al interpretar los resultados se aprecia que el costo por kg de carne de cuy se incrementa a medida que se aumentan los niveles de FVHM, en la dieta de los cuyes lo que tiene su fundamento según <http://www.agriculturers.com>.(205), donde se afirma que el procedimiento para obtener FHV, permite la producción intensiva de forraje fresco para animales de trabajo o engorda (ya sean vacas, caballos, cerdos, borregos, conejos, cuyos, gallinas, etc.), que maximiza el aprovechamiento de espacio y de recursos, con muy buenos resultados. Las ventajas del forraje verde hidropónico, se pueden resumir a continuación: Suministro constante durante todos los días del año, se evitan alteraciones digestivas, existe menor incidencia de enfermedades y Aumento de fertilidad. La germinación se inicia desde el momento en que se somete a la semilla a imbibición o hidratación a través del riego. Una vez que han aparecido las raicillas y las primeras hojas, la planta está capacitada para obtener los nutrientes del medio externo y demás elementos para fabricar su propio alimento (fotosíntesis), motivo por el cual se debe exponer a condiciones óptimas de luminosidad, oxigenación y nutrición.

Al realizar el análisis de regresión del costo por kilogramo de carne de cuy, se determinó que los datos se ajustan a una regresión lineal positiva altamente significativa, de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 1,79 kg, el costo de la carne se incrementa en 0,0141 dólares por cada unidad de cambio en el nivel de FVHM, proporcionada los cuyes en la etapa de crecimiento engorde, con un coeficiente de determinación, (R^2), del 82,30%, y un coeficiente correlacional ($r = 0,91$), , que es indicativo de una relación positiva alta de del costo por kilogramo de alimento en función de los niveles de FVHM.

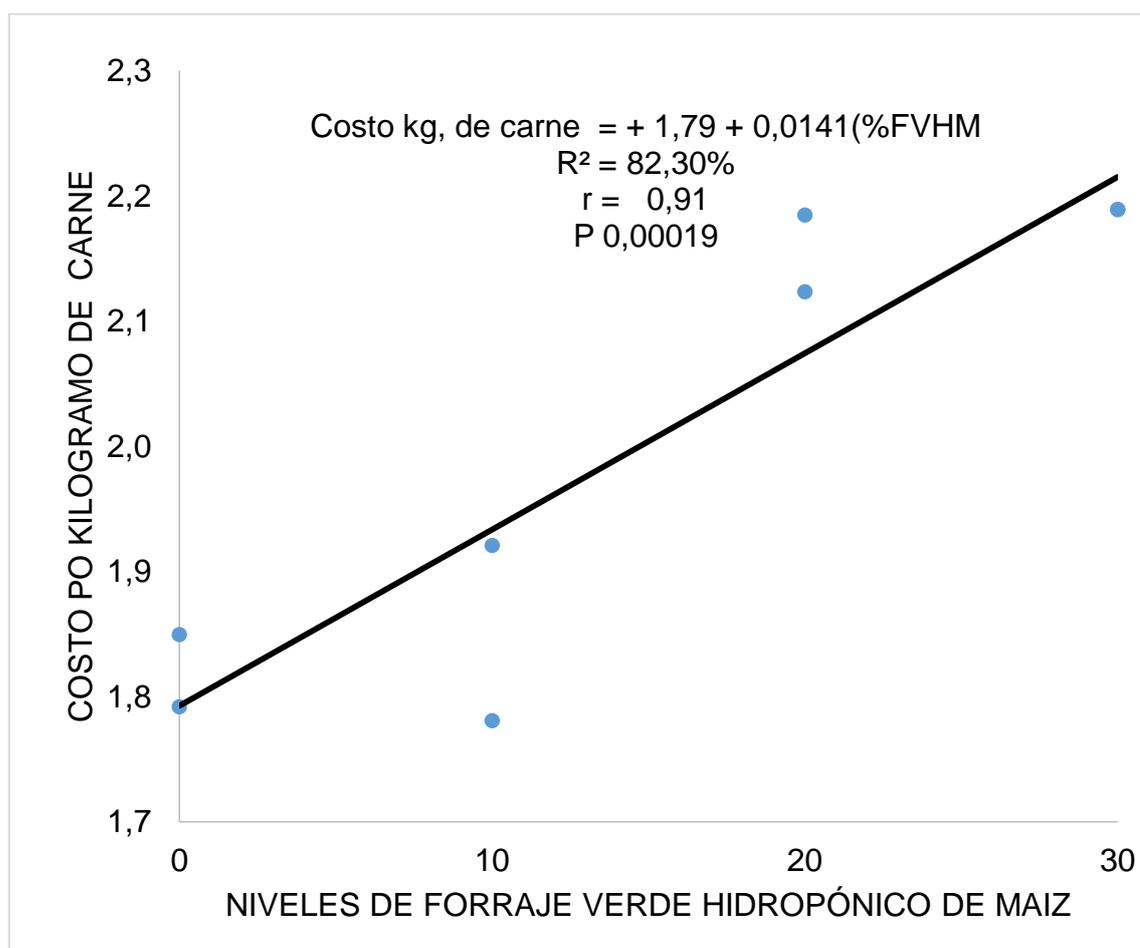


Gráfico 14. Regresión del costo por kilogramo de carne de los cuyes en la etapa crecimiento- engorde, alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz.

B. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ SUMINISTRADO A LOS CUYES EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO ENGORDE

1. Contenido de materia seca

En la evaluación del contenido de materia seca del forraje verde hidropónico de maíz, no se presentó diferencias estadísticas ($P > 0.05$), estableciéndose las mejores respuestas cuando se alimentó con pasto Saboya (T0), que fue el tratamiento de control con 14,4%, y que descendieron a 13,75% cuando se suministró el 30% de forraje verde hidropónico (T3), continuando el análisis se

reportaron las medias con el 10% de FVHM (T1), con 11,32%, mientras tanto que las respuestas más bajas se reportaron cuando se suministró el 20% de forraje verde hidropónico de maíz (T2), con 8,35%, como se indica en el cuadro 9, es decir que mayor contenido de materia seca del alimento suministrado al cuy se consigue con menores niveles de forraje verde hidropónico, resultados que serán tomados en cuenta para la formulación de la dieta diaria ya que mucho del desarrollo del cuy dependen de la calidad del alimento.

Gutiérrez, I. (2000), manifiesta que el forraje verde hidropónico (FVH), es una tecnología de producción de biomasa vegetal de alta calidad nutricional, obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. Su producción es muy rápida (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología del FVH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas para cultivo forrajero convencional tales como maíz avena, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, etc. Es necesario conocer el porcentaje de materia seca que se refiere a la cantidad de alimento menos el agua contenida en dicho alimento, en otras palabras, si una muestra de alimento se somete a un calor moderado (típicamente 65°C por 48 horas), de tal modo que toda el agua se evapore, lo que queda es la porción de materia seca de ese alimento, muy necesaria para formular las raciones en base a las necesidades nutritivas del animal. Para que las propiedades nutritivas del forraje sean las mejores, los germinados no deben proporcionarse antes de cumplir los 15 días a partir de la siembra, ya que posteriormente la cantidad de proteína es menor.

Las propiedades más importantes analizadas en los forrajes son: la materia seca contenida que oscila de un 8,8 a un 13,4 %; la proteína cruda que va de 18,3 a 26,3 % y los nutrientes digestibles totales son del 80%. Es importante conocer estos parámetros en la producción, para que podamos establecer una dieta adecuada al tipo de ganado que estaremos alimentando, ya que no todos tienen los mismos requerimientos para su nutrición y buen desarrollo. En las

evaluaciones que se realizan a los forrajes se les cataloga como alimento de buena calidad. Pero debido a su bajo contenido en materia seca no se pueden utilizar como único alimento, sino como complemento en la nutrición. Únicamente en caso de escasez o extrema sequía se proporcionan solos como emergencia

Cuadro 9. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE MAÍZ SUMINISTRADO A LOS CUYES EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO ENGORDE.

Variables	NIVELES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO				EE	Prob	Sign
	0%	10%	20%	30%			
	T0	T1	T2	T3			
Contenido de							
Materia Seca, %	14,4 a	11,32 a	8,35 a	13,75 a	1,74	0,198	ns
Contenido de							
humedad, %	85,61 a	88,68 a	91,66 a	86,25 a	1,74	0,198	ns
Contenido de							
Proteína, %	8,56 b	14,44 c	17,62 a	14 c	0,66	0,038	ns
Contenido de							
Fibra,%	13,65 a	16,4 a	18,37 a	14,74 a	1,26	0,1812	ns

Los resultados de la presente investigación que se ilustran en el gráfico 14, son inferiores a los reportados por Salas, L. (2005), quien al utilizar una fertilización con te de compost un contenido de materia seca del forraje verde hidropónico del 18,24%, así como también de León, S. (2005), quien al realizar el análisis bromatológico del FVHM, encontró medias de 16,17%. Además Gómez, M, 2007), reportó que el contenido de materia seca del Forraje verde hidropónico de maíz, a una densidad de siembra de 0,50 kg, registró promedios de 21,74%.

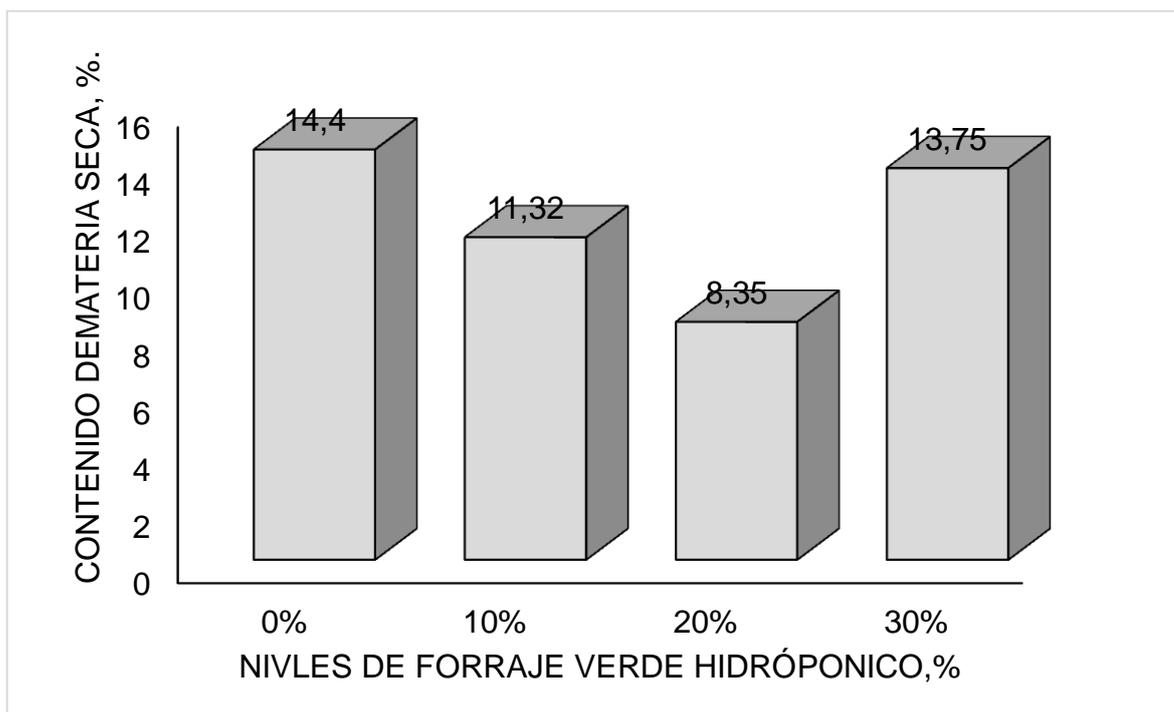


Gráfico 15. Comportamiento del contenido de materia seca del forraje verde hidropónico suministrado de los cuyes en la etapa de crecimiento-engorde.

2. Contenido de humedad

En el análisis del contenido de humedad del forraje verde hidropónico de maíz en comparación de un tratamiento testigo que fue el pasto Saboya, que se les proporcionó a los cuyes en la etapa de crecimiento-engorde no se presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$), entre medias, estableciéndose los mejores resultados cuando se evaluó la dieta con el 20% de forraje hidropónico (T2), con respuestas de 91,66%, y que descendieron a 88,68% en la dieta formulada con el 10% de forraje verde hidropónico (T1), continuando con el análisis se obtuvieron las medias al analizar la dieta del 30% de forraje verde hidropónico (T3), ya que las respuestas fueron de 86,25%, mientras tanto que el contenido de humedad más bajo fue registrado en el grupo control es decir el pasto Saboya alcanzando medias de 85,61%, razón por la cual se puede afirmar que al adicionar mayores niveles de forraje verde hidropónico en el alimento que se suministra a los cuyes en base a una dieta diaria se obtienen mejores respuestas

de proximal contenido de humedad, lo cual es óptimo ya que el cuy dentro de sus requerimientos nutricionales una de las exigencias para que se pueda desarrollar es el consumo considerable de niveles de agua, que es el contenido de humedad que es evaluada de acuerdo a la cantidad de agua que contiene el alimento menos el contenido de materia seca.

Espinosa, R. (2005), menciona que la alimentación de los cuyes según estudios realizados se tiene que por cada Kg de alimento que ingiera el cuy se debe proporcionar alrededor del 50% de contenido en peso de agua, ya que el agua es reguladora de todos los procesos biológicos del animal y lo cual permite regular los procesos fisiológicos, si el cuy no consume mayor cantidad de agua no se desarrollara adecuadamente y en ocasiones puede sufrir hasta la muerte por inanición o por atrancamiento, lo ideal es conseguir dentro de las dietas diarias un alimento con alto contenido de humedad, para que al ingerir el alimento también este consumiendo agua lo cual permitirá al animal que sus procesos metabólicos puedan ocurrir con normalidad dentro del organismo, y al pasar esta será indicativo de que el alimento está siendo aprovechado mejor a e incluso llegando a niveles de conversión alimenticia muy altos, por lo cual se deberá tener en cuenta el contenido de humedad y sobre todo materia seca del alimento para afirmar que este es mejor que otro y para tener una buena crianza del animal.

3. Proteína

En el análisis del contenido proteico del forraje verde hidropónico de maíz que se suministró diariamente a los cuyes en la etapa de crecimiento engorde no se presentó diferencias estadísticas ($P>0,05$), entre medias, estableciéndose los mejores resultados con el 20% de forraje hidropónico (T2), con 17,62% y que descendieron a 14,44% cuando se proporcionó el 10% de forraje verde hidropónico (T1), continuando con el análisis se obtuvieron las respuestas al utilizar el 30% de forraje verde hidropónico de maíz (T3), con resultados de 14,0%, mientras tanto que las respuestas más bajas se presentaron cuando no se proporcionó pasto Saboya (T0), con resultados de proteína del 8,56%, por lo

cual se puede afirmar que para mejores resultados de proteína por el alimento diario que consumen los cuyes en la etapa crecimiento-engorde se debe adicionar mayores niveles de forraje verde hidropónico, este factor aumenta el tamaño corporal del animal además de que en su fisiología permite crear mayor cantidad de anticuerpos para defender el organismo del animal de microorganismos, siendo una vía útil en la alimentación diaria del animal para obtener resultados satisfactorios en la crianza de cuyes para obtener mayores ganancias.

Esto se puede corroborar con lo que nos indica Saravia, J. (2003), quien manifiesta que cuando se realiza el cálculo y el balance de las raciones alimenticias debe cuidarse que cada una cuente con Usina, metionina y triptófano, en especial, con lisina y triptófano, a los que se suma la cistina, que es capaz de sustituir hasta el 50% de metionina.

Los aminoácidos nombrados anteriormente no pueden ser producidos por el animal ya que son aminoácidos esenciales y los cuales deben ser obtenidos en el alimento, una dieta diaria balanceada obligatoriamente deberá ser rica en proteínas, porque los aminoácidos son los encargados de producir masa corporal en el animal, ya que estos por procesos químicos de transformación en el interior del animal se transforman en proteína las cuales son los componentes principales del pelo, garras y músculos del cuy, así se busca que se ingieran en la dieta diaria, también un motivo por el cual es necesario el consumo de proteína es porque esta es parte del ciclo de Krebs en donde se obtiene energía ya que la glucosa se transforma en TPA y estas reacciones son controladas por enzimas(proteínas especializadas), mismas que son obtenidas del alimento diario, es por estas razones que es indispensable proporcionar al cuy una dieta diaria que cumpla con los requerimientos nutricionales del alimento.

Las respuestas al ser comparados con los registros de Ordoñez, M. (2012), que obtuvo medias iguales a 7,14% en el contenido de proteína cuando alimento a los cuyes con un 10% de maní forrajero en combinación con forraje, lo cual es indicativo de que la mezcla de forraje hidropónico en combinación con forraje es mejor en la obtención de proteínas del cuy.

4. Contenido de fibra

En la evaluación del contenido de fibra del forraje hidropónico de maíz que se les proporcionó a los cuyes en la etapa de crecimiento - engorde, no se presentó diferencias estadísticas ($P>0,05$), estableciéndose las mejores respuestas cuando se alimentó con el 20% del forraje verde hidropónico (T2), con respuestas de 18,37% y que descendieron a 16,4% cuando se alimentó con 10% de forraje verde hidropónico (T1), continuando con el análisis se reportaron las medias al suministrar 30% de forraje verde hidropónico (T3), con 14,74%; mientras tanto que las respuestas más bajas se obtuvieron en la dieta que comprendió solo pasto Saboya (T0), que es el tratamiento testigo, con 13,65% de fibra, por lo cual se afirma que para alcanzar mejores respuestas del contenido de fibra del alimento diario que consumen los cuyes en la etapa crecimiento-engorde se debe adicionar mayores niveles de forraje verde hidropónico, ya que la fibra en el animal ayuda a regular el sistema digestivo y favorece la absorción de grasas y de carbohidratos por lo cual estimula el aprovechamiento del alimento en el organismo animal, y esto ocasiona que el cuy mejore sus características productivas obteniendo mayores ganancias por la crianza de este animal.

Lo que es corroborado con lo que indica Zaldívar, M. (2002), quien señala que los porcentajes de fibra de los concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van de 5 al 18%. Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino porque su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo. El nivel de fibra encontrado varía en función al tipo de fibra, la edad de los animales, el tamaño de partícula y el contenido de nutrientes. La fibra es un componente que se encuentra únicamente en el alimento de origen vegetal, en el análisis proximal de los alimentos solo se obtienen buenas respuestas en los vegetales que tienen buena composición de celulosa, hemicelulosa, lignina y otros componentes que son considerados como fibra, mismos que se encuentran en la cascara del maíz y que hace de este alimento una vía óptima en la alimentación de animales y humanos, ya que la fibra tiene gran importancia en la alimentación ya que regula

el organismo animal, y además ayuda en la absorción de nutrientes por lo cual el consumo de la fibra será necesario para que el cuy mejore sus condiciones corporales.

El contenido de fibra de la investigación es superior al ser comparado con los obtenidos por Gómez, M. (2007), quien evaluó el alimento y obtuvo respuestas iguales a 13,68% de contenido de fibra cuando adiciono el 10% de forraje verde de cebada en combinación con forraje normal lo cual es indicativo de que para mejorar los resultados para que el cuy consuma mayor contenido de fibra es mejor la mezcla de forraje verde hidropónico de maíz en combinación con forraje, y lo cual mejorar las respuestas productivas del animal.

C. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Realizando el análisis económico de los egresos efectuados con los ingresos generados durante la etapa de producción de cuyes en crecimiento engorde que se indica en el cuadro 10, y considerando que los animales se los destina para la venta a la canal, se registró que al utilizarse 30% de forraje hidropónico, se alcanza una rentabilidad del 28% ya que el beneficio/costo fue de 1,28, es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 28%, que es superior respecto al empleo de pasto Saboya o tratamiento testigo, que registró una rentabilidad del 26% (B/C de 1,26), es decir que por cada dólar invertido se supera una ganancia de 26 centavos que superan a las rentabilidades obtenidas con el empleo del 20% de forraje hidropónico, con cuales se estableció la rentabilidad económica del 22% (B/C 1,23), mientras tanto que las respuestas económicas más bajas en relación al resto de tratamientos se registró en el lote de cuyes con la adición de 10% de forraje hidropónico (B/C 1,22), que registraron una rentabilidad del 22%.

Cuadro 10. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE CUYES FRENTE A LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FORRAJE HIDROPÓNICO EN LA FASE DE CRECIMIENTO - ENGORDE.

CONCEPTO	Detalle	NIVELES DE FORRAJE HIDROPÓNICO, %			
		0%	10%	20%	30%
EGRESOS					
Costo del animal	1	144	144	144	144
Forraje	2	9,66	10,40	10,38	9,56
Forraje Hidropónico	3	-	19,50	20,89	20,50
Sanidad	4	12	12	12	12
Servicios básicos	5	2,50	2,50	2,50	2,50
Mano de obra	6	37,50	37,50	37,50	37,50
Depreciación de maquinaria y equipos	7	2,50	2,50	2,50	2,50
TOTAL DE EGRESOS		208,16	228,40	229,77	228,55
INGRESOS					
Venta de canales	8	252,00	268,80	273,60	282,00
venta de abonos	9	10,00	10,00	10,00	10,00
TOTAL DE INGRESOS		262,00	278,80	283,60	292,00
BENEFICIO COSTO		1,26	1,22	1,23	1,28
1. Costo de animales: \$ 6		6. Costo de mano de obra total \$ 50/Mes			
2. Costo del Kg de forraje verde en base Húmeda: \$ 0,05		7. Costo de depreciación de instalación y equipos total: \$ 5,00			
3. Costo del Kg de forraje : \$ T0: 0,45; T1: 0,41; T2: 0,39; T3: 0,38		8. Cotización de canal: \$ 2,50/100 g			
4. Costo de desparasitantes y desinfectantes: \$ 0,50/animal		9. Venta de Abono: \$ 10 /Tratamiento			
5. Costo de Luz y Agua total: \$ 5					

Los resultados reportados en la evaluación económica de la producción de cuyes resultan alentadores ya que están entre 21% y 32%, que son muy alentadoras sobre todo tomando en cuenta que la banca comercial se encuentra muy inestable en los momentos actuales y los interés que proporcionan en el mejor de los casos no supera los 14% al año, por lo tanto es económicamente rentable incursionar en este tipo de actividad especialmente en el oriente ecuatoriano que por el clima adverso ya que existen temporadas de lluvia muy acentuadas que es imposible establecer plantaciones de especies propias de la dieta de cuyes como son la alfalfa, a lo que se suma el deficiente manejo del suelo y las políticas desfavorables, el bajo rendimiento de los cultivos, que afecta directamente a las explotaciones pecuarias en este caso a los cuyes en la etapa de crecimiento engorde que es en donde requiere de un mayor contenido de nutrientes.

Buscando una solución a los problemas de la agricultura tradicional surgen los cultivos alternativos entre los cuales se cita a los invernaderos y a la hidroponía, si bien no es la solución a todos los problemas, si presentan una alternativa de cultivo sobre todo para regiones con terrenos que presenten altos grados de erosión y problemas de agua, convirtiendo a la actividad cuyícola más rentable ya que se dispone de alimento en todas las épocas del año y no se requiere de una superficie alta de cultivo para alimentar a los cuyes.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados expuestos se emiten las siguientes conclusiones:

- Se determinó que el mayor peso final lo alcanzaron los cuyes alimentados con el 30% de FVHM (0,68 kg), el mayor consumo de forraje hidropónico (17,35 kg), mayor consumo total de alimento (16,49 kg), ganancia de peso (0,38 kg), en la etapa de crecimiento engorde de los cuyes.
- Los mejores índices de conversión alimenticia se registró al proporcionar dietas con mayores niveles de forraje verde hidropónico (30%), con resultados de 3,44 es decir que se requiere de menor cantidad de alimento para transformarlo en kilogramos de carne que se transforma en mayor ganancia para el productor de cuyes.
- El mayor peso a la canal fue registrado en el lote de cuyes del tratamiento T3, ya que los resultados fueron de 503 gramos, por lo que se obtiene un costo por kilogramo de alimento de 2,18 dólares que es alentador sobre todo porque el FVHM, tiene una alta digestibilidad y calidades nutricionales, excepcionalmente lo que lo hacen apto para la alimentación animal especialmente de los cuyes en crecimiento engorde.
- El análisis bromatológico del forraje verde estableció la mayor cantidad de proteína (17,62%), y fibra (18,37%), y humedad (91,66%), al utilizar una dieta con 20% de FVHM, en los cuyes.
- El mayor beneficio costo fue determinado en los cuyes del tratamiento con 30% de FVHM, ya que se espera una utilidad de 28% (1,28), que resulta alentadora sobre todo al compararlos con otras actividades pecuarias que requieren un mayor costo inicial y sobre todo una infraestructura más compleja.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones expuestas se derivan las siguientes recomendaciones:

- Utilizar en la alimentación de los cuyes mayores niveles de forraje verde hidropónico de maíz ya que se reporta el mejor comportamiento productivo de los cuyes en la etapa de crecimiento engorde.
- Se recomienda utilizar el forraje verde hidropónico de maíz especialmente en niveles más altos ya que se puede producir en cualquier clima y época del año, con un ahorro significativo de agua, recurso cada vez más limitante y clave en nuestro desarrollo productivo.
- Difundir la utilización de Forrajes verdes Hidropónicos, que permita incorporar esta técnica en los proyectos productivos comunitarios para proveer de alimentación animal especialmente a los cuyes de manera permanente, evitando así la escasez debido a factores adversos como sequías, inundaciones o erupciones volcánicas.
- Utilizar forraje verde hidropónico de maíz en otras etapas fisiológicas de los cuyes para corroborar los beneficios tanto productivos como económicos.

VII. LITERATURA CITADA

1. AGRORED, A. 2003. Horticultura, Fruticultura, Fertilización y Cultivos Hidropónicos. (en línea). Consultado 14 Oct. 2008. Disponibles en: <http://www.Agrored.Com.Mx/agricultura/63-Forraje.html>.
2. ALIAGA, L. 2005. Reproducción, sistemas de empadre en cuyes. INIA, Perú IV Congreso Latinoamericano de Cuye cultura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. pp. 185-200.
3. AUGUSTÍN, R. 2004. Determinación de la edad óptima de destete en cuyes. Investigaciones en cuyes. VII Reunión científica anual, APPA. Lima, Perú. Edit. INIA-CIID. pp. 5l. 89.
4. AGUSTÍN, R. 2003. Efecto del área y densidad de crianza en el engorde de cuyes (4 a 13 semanas de edad). Tesis Bachillerato. Fac. Ing. Zootec. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. pp. 16-36.
5. BAUTISTA, S. 2002. Producción de Forraje Verde Hidropónico de trigo triticum, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura Universal Autónoma de Guerrero (UAG). pp. 56 – 59.
6. ESPINOSA, R. 2005. Proyecto de inversión para la producción de forraje verde hidropónico en Santa María Chachoapan Nochixtlan, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Huajuapán de León, Oaxaca.
7. CASTRO, H. 2009. Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. Benson Agriculture and Food Institute Brigham Young University.
8. CANCHARI, A. 2005. El cuy. Material didáctico para su crianza en la comunidad. 1a ed. Lima, Perú Edit. MINAG Pronamachcs.. pp.12 - 21.

9. CASTELLÓN, R. 2008. Componentes de la variación genética y cálculo de la heredabilidad y heterosis y algunos caracteres de importancia económica del cuy (*Cavia porcellus*). 2a ed. Cochabamba, Bolivia. Edit. Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Biología. pp. 128-145.
10. CARRILLO H. 1999. Tesis: “Utilización del Forraje Verde Hidropónico de Cebada, Alfalfa en pellets y en heno, como forrajes en la alimentación de terneros Holstein en Lactación”. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. pp. 43,46,52,67.
11. CHAUCA, D. 2005. Factores que afectan el rendimiento de carcasa en cuyes. 2a ed. La Molina, Perú. Edit. INIAA. pp 12 – 45.
12. DÁVALOS, R. 2007. Crianza de cuyes. 1a ed. Lima, Peru. Edit Pub. Tec. FMV – UNMSM pp.3 - 67.
13. DOMÍNGUEZ, V. 1989. Tratado de Fertilización 2a edición. Mundi Prensa.- México.
14. GUERRERO J. 2002. Cultivo Hidropónico de Centeno Forrajero: densidad, edad de Utilización Y Respuesta en Cuyes Criollos en Crecimiento. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” Lambayeque, Perú.
15. HIDALGO, M. 2005. al realizar la evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes” reportó que n cuyes machos en las etapas de crecimiento y engorde.
16. HIGAONNA, O. 2009. Dos modalidades de empadre de cuyes en sistemas de producción familiar-comercial. XII Reunión, APPA, Lima, Perú. pp. 150 - 157.

17. <http://www.revistas.unipamplona.edu>. 2015. Armendáriz, P. Características generales del cuy.
18. <http://www.hydroenv.com>. 2015. Bautista, J. Características del forraje verde hidropónico.
19. <http://www.elmejorguia.com>. 2015. Cáceres, A. Proceso para producir un buen forraje hidropónico.
20. <http://www.irtasal.es>. 2015. Chiriboga, B. Condiciones ambientales para producir Forraje Verde Hidropónico.
21. <http://www.nutricioncuy.com>. 2015. Dávila, R. Selección de Semillas de maíz para elaborar un forraje verde hidropónico.
22. <http://www.fibracuy.com>. 2015. Ermida, T. Efecto de la Deshidratación del Forraje Verde Hidropónico.
23. <http://www.mineralescuy.com>. 2015. Fernández, C. Utilización del forraje deshidratado.
24. <http://www.energiacuy.com>. 2015. Gavilanes, G. Características productivas de los cuyes.
25. <http://www.hidroponia.gca.consultora.com>. 2015. Hernandez, A. Como realizar un forraje hidroponico.
26. <http://www.zea-mays.com>. 2015. Izurieta, P. Características y crianza de los cuyes en zonas tropicales.
27. <http://www.elmejorguia.com>. 2015. Jiménez J. Guía practica para la producción tecnificada de cuyes.

28. LEÓN, S. 2005. Efecto del Fotoperiodo en la producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz con diferentes soluciones nutritivas para alimentación de conejos en el período de engorde. Tesis de grado FCP ESPOCH. pp. 51-59.
29. MORENO, A. 2006. influencia de la edad de empadre sobre el peso y tamaño de camada. Reporte técnico, volumen N° 3. Lima, Perú. Edit. INIPA, pp 3: 96.
30. MUSCARI, J. 2003. Evaluación de gestaciones post partum y post destete en cuyes. 1a ed. Turrialba, Perú. Edit. Limonales. pp 12 -19.
31. NAVA, J. Córdova, A. 2005. Alimento balanceado forraje verde hidropónico en la alimentación de conejos criollos (*Oryctolagus cuniculus*). Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. Vol. VI, No 10.
32. OLIVO, R. 2009. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo del cuy (*Cavia porcellus*), criollo mejorado, 1a ed. Pichincha, Ecuador- Edit. Universidad Central de Quito. pp. 78 - 89.
33. QUIJANDRIA, B. 2004. Evaluación de la tasa de crecimiento, tamaño de camada y conversión alimenticia de cuatro líneas de cuyes. Investigaciones en cuyes. VII Reunión científica anual, APPA, Lima, Perú. Edit. INIA-CIID. pp. 67- 95.
34. RESH, H. 2001. Cultivos hidropónicos; nuevas técnicas de producción. Versión española de José Santos Caffarena. Madrid, España, Ediciones Mundi- Prensa. 284p.
35. SALAZAR, W. 2004. Utilización del Forraje Verde Hidropónico Henificado de Cebada en reemplazo de la alfalfa en la alimentación de conejos, tesis de grado, FCP – ESPOCH. Riobamba Ecuador. pp 45-54.

36. SARAVIA, J. 2003. Producción de cuyes. 1a ed. Huancayo. Perú. Edit Universidad Nacional del Centro del Perú. Pp 19 – 25.
37. TAMAKI, R. 2002 Prueba de dos niveles de vitamina C como posible sustituto del forraje verde en la alimentación de cobayos. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria. pp 86 – 89.
38. TEHORTUA, S. 2007. Situación y perspectivas de la producción de curíes en el Departamento de Nariño. 1a ed. Nariño, Colombia Edit IICA-OEA. pp: 78-97. 120.
39. TUBON, M. 2005, En su estudio sobre la utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad.
40. USCA, J. 2000. Evaluación del uso del forraje hidropónico (cebada), en reemplazo de la alfalfa en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde. Tesis de Grado. Maestría en Producción Animal Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp7-15.
41. VÁSCONEZ, J. 2004. Determinación del Valor Nutritivo del Forraje Verde Hidropónico de Trigo y su efecto en la alimentación de cuyes durante las etapas de gestación, lactancia y Crecimiento, Engorde. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.
42. ZALDÍVAR, M. 2004. Consumo voluntario y digestibilidad en cuyes de forrajes producidos en la costa central del Perú. Resúmenes de la X reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal. Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Peso inicial de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidropónico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.

A. Análisis de los datos

Niveles	Repetición					
	I	II	III	IV	V	VI
0%	0,28	0,27	0,29	0,26	0,27	0,27
10%	0,31	0,32	0,33	0,27	0,29	0,28
20%	0,34	0,31	0,26	0,30	0,32	0,28
30%	0,29	0,30	0,32	0,26	0,31	0,28

Anexo 2. Peso final de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidropónico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.

A. Análisis de los datos

Niveles	Repetición					
	I	II	III	IV	V	VI
0%	0,50	0,50	0,54	0,43	0,49	0,54
10%	0,66	0,64	0,63	0,57	0,55	0,56
20%	0,67	0,66	0,63	0,63	0,63	0,60
30%	0,71	0,65	0,64	0,66	0,75	0,66

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob.	Sign.
Total	23	0,01	0,006					
Tratamiento	3	0,003	0,034	21,43	4,94	3,10	0,0001	**
Error	20	0,01	0,002					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de forraje verde hidroponico

Nivel	Media	Grupo
0%	0,50	d
10%	0,60	c
20%	0,63	b
30%	0,68	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	de F	Valor crítico de F
Regresión	1	1895,98229	1895,98	45,805	1,077E-06
Residuos	21	869,235103	41,392148		
Total	22	2765,21739			

Anexo 3. Consumo de forraje (pasto Saboya), de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidroponico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.

A. Análisis de los datos

Niveles	Repetición					
	I	II	III	IV	V	VI
0%	13,79	14,11	14,32	12,14	13,16	14,14
10%	17,37	17,64	17,66	15,10	14,64	14,63
20%	17,88	16,54	15,30	16,60	17,31	15,20
30%	17,55	16,40	17,25	16,71	19,89	16,31

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad		Cuadrado Medio		Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob.	Sign.
	de	Suma de cuadrados	de	Medio					
Total	23,00	0,01	3,314						
Tratamiento	3,00	0,003	15,508	10,44	4,94	3,10	2,4E-04	**	
Error	20,00	0,01	1,485						

C. Separación de medias por efecto de los niveles de forraje verde hidroponico

Nivel	Media	Grupo
0%	13,61	d
10%	16,17	c
20%	16,47	b
30%	17,35	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	99,5667	99,567	40,40	2,01E-08
Residuos	21	167,589	2,465		
Total	22	267,156			

Anexo 5. Consumo de forraje hidropónico de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidropónico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.

A. Análisis de los datos

Niveles	Repetición					
	I	II	III	IV	V	VI
0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10%	1,65	1,68	1,68	1,43	1,39	1,39
20%	1,70	3,14	2,91	3,15	3,29	2,89
30%	5,00	4,67	4,92	4,76	5,67	4,65

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados			Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob.	Sign
	de libertad	Suma de cuadrados	de Cuadrado Medio					
Total	23,00	81,53	3,545					
Tratamiento	3,00	79,001	26,334	208,48	4,94	3,10	2,0E-03	**
Error	20,00	2,53	0,126					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de forraje verde hidropónico

Nivel	Media	Grupo
0%	0,00	d
10%	1,54	c
20%	2,85	b
30%	4,95	a

Anexo 6. Consumo total de alimento de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidropónico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.

A. Análisis de los datos

Niveles	Repetición					
	I	II	III	IV	V	VI
0%	13,10	13,41	13,61	11,53	12,50	13,43
10%	14,85	15,08	15,10	12,91	12,52	12,51
20%	15,29	12,57	11,63	12,61	13,15	11,55
30%	11,67	10,91	11,47	11,11	13,23	10,85

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob.	Sign
Total		23,00		68,80	2,991					
Tratamiento		3,00		41,988	13,996	10,44	4,94	3,10	2,4E-04	**
Error		20,00		26,81	1,340					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de forraje verde hidropónico

Nivel	Media	Grupo
0%	12,93	ab
10%	13,83	a
20%	12,80	ab
30%	11,54	b

Anexo 7. Ganancia de peso de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidroponico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.

A. Análisis de los datos

Niveles	Repetición					
	I	II	III	IV	V	VI
0%	0,22	0,23	0,25	0,17	0,22	0,28
10%	0,36	0,32	0,30	0,29	0,27	0,28
20%	0,33	0,35	0,37	0,33	0,31	0,32
30%	0,41	0,35	0,31	0,41	0,44	0,38

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados			Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob.	Sign.
	de	de	Suma de						
Total		23,00	0,10	0,004					
Tratamiento		3,00	0,077	0,026	21,15	4,94	3,10	2,0E-06	**
Error		20,00	0,02	0,001					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de forraje verde hidroponico

Nivel	Media	Grupo
0%	0,23	d
10%	0,30	c
20%	0,33	b
30	0,38	a

D. Análisis de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,1907	0,19064	107,281	1,27E-15
Residuos	68	0,1209	0,00178		
Total	69	0,3115			

Anexo 8. Conversión alimenticia de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidroponico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.

A. Análisis de los datos

Niveles	Repetición					
	I	II	III	IV	V	VI
0%	3,55	3,77	3,41	4,16	3,50	3,05
10%	3,17	3,51	3,86	3,34	3,55	3,31
20%	3,83	3,31	2,91	3,59	3,94	3,35
30%	3,22	3,54	4,16	3,09	3,39	3,21

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	de Grados libertad	de Suma cuadrados	de Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob.	Sign.
Total	23,00	2,53	0,110					
Tratamiento	3,00	0,066	0,022	0,18	4,94	3,10	9E-0	**
Error	20,00	2,46	0,123					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de forraje verde hidroponico

Nivel	Media	Grupo
0%	3,57	a
10%	3,46	a
20%	3,49	a
30%	3,44	a

Anexo 9. Peso a la canal de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidroponico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.

A. Análisis de los datos

Niveles	Repetición	
	I	II
0%	373	499
10%	385	485
20%	407	503
30%	439	503

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Fisher 0,01	Fisher 0,05	Prob.	Sign.
Total	23,00	20681,5	6893,83					
Tratamiento	3,00	20681,5	6893,83	40,43	2,91	0,97	0,002	**
Error	20,00	682	170,5					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de forraje verde hidroponico

Nivel	Media	Grupo
0%	379	a
10%	423	a
20%	492	a
30%	503	a

Anexo 10. Costos de los cuyes alimentados por efecto de los diferentes niveles de forraje hidropónico de Zea mays (Maíz), en la etapa crecimiento engorde.

A. Análisis de los datos

Niveles	Repetición	
	I	II
0%	208,16	228,40
10%	208,16	228,40
20%	228,55	229,77
30%	228,55	229,77

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher calculado	Prob.	Sign.
Total	23,00	647,89	215,96			
Tratamiento	3,00	647,89	215,96	5,5E+15	<0,0001	**
Error	20,00					

C. Separación de medias por efecto de los niveles de forraje verde hidropónico

Nivel	Media	Grupo
0%	208,16	c
10%	228,4	b
20%	228,55	b
30%	229,77	a