



**Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias Pecuarias
Escuela de Ingeniería Zootécnica**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

**UTILIZACIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE SOYA (*Glycine max.*) EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES PERUANOS MEJORADOS
(*Cavia porcellus* Linnaeus)**

Autor:

JAIME RUDIGER FABARA BARCIA

Director:

ING. ZOOT. M. Sc. ALEJANDRO MEZA CHICA

Quevedo-Los Ríos-Ecuador

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Jaime Rudiger Fabara Barcia, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, y por la normatividad institucional vigente.

Jaime Rudiger Fabara Barcia



CERTIFICACIÓN

El suscrito, Ing. M.Sc. Alejandro Meza Chica, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica:

Que el señor egresado Jaime Rudiger Fabara Barcia autor de la tesis de grado **“UTILIZACIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE SOYA (*Glycine max.*) EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES PERUANOS MEJORADOS (*Cavia porcellus* Linnaeus)”**, ha cumplido con todas las disposiciones respectivas.

Ing. M. Sc. Alejandro Meza Chica

Director de Tesis



Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias Pecuarias
Escuela de Ingeniería Zootécnica

Tesis presentada al Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Pecuarias como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

UTILIZACIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE SOYA (*Glycine max.*) EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES PERUANOS MEJORADOS (*Cavia porcellus* Linnaeus)

Autor:

JAIME RUDIGER FABARA BARCIA

APROBADO:

Ing. Zoot. M. Sc. Alejandro Meza Chica
Director de Tesis

Ing. Zoot. M. Sc. Franklin Pelaez M.
Presidente del Tribunal

Ing. Zoot. M. Sc. Tito Solís B.
Miembro del Tribunal

Ing. Zoot. M. Sc. Ing. Edison Mazón
Miembro del Tribunal

AGRADECIMIENTO

El autor agradece por su colaboración y apoyo constante para la culminación del presente trabajo de investigación a:

Ing. Zoot. M.Sc. Roque Vivas Moreira. Rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ).

Facultad de Ciencias Pecuarias (UTEQ).

Ing. Gerardo Segovia Freire. Decano FCP.

Ing. Zoot. M. Sc. Alejandro Meza Chica. Director de Tesis.

Ing. Zoot. M. Sc. Franklin Peláez Mendoza. Coordinador de Carrera Ingeniería Zootecnia

DEDICATORIA

Al culminar una fase de mi vida académica la dedico en primer lugar a Dios el que me ayudo y guió para alcanzar una de mis metas en este largo caminar de la vida.

A mis padres, hermanos, abuelos y familiares por depositar toda la confianza en mí ya que siempre estuvieron dispuestos apoyarme en los momentos difíciles y en mis triunfos como en este caso.

Jaime Fabara

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO	PÁGINA
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
TRIBUNAL DE TESIS.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	Xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Problematización.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. El cuy (<i>Cavia porcellus Linnaeus</i>).....	5
2.2. Características del comportamiento.....	5
2.3. Conocimiento básicos de anatomía y fisiología digestiva.....	5

2.4. Capacidad fermentativa en porcentaje del total del tracto digestivo.....	6
.	8
2.4.1. Metabolismo del ciego.....	10
2.4.2. Mecanismo de la cecotrófia.....	10
2.5. Etapa de cría y engorde.....	10
2.5.1. Cría.....	11
2.5.2. Engorde.....	12
2.6. Necesidades nutritivas del cuy en sus diferentes etapas.....	12
2.6.1. Proteína.....	13
2.6.2. Fibra.....	13
2.6.3. Energía.....	14
2.6.4. Agua.....	14
2.7. Sistemas de alimentación.....	15
2.7.1. Alimentación con forraje.....	15
2.7.2. Alimentación mixta.....	16
2.7.3. Alimentación a base de concentrado.....	16
2.8. Hidroponía.....	
2.8.1. Generalidades de la hidroponía.....	17
2.8.2. Factores que influyen en la producción de forraje verde hidropónico.....	17
2.8.2.1. Calidad de la semilla.....	18
2.8.2.2. Temperatura.....	19
2.8.2.3. Iluminación.....	19
2.8.2.4. Dióxido de carbono.....	19
2.8.2.5. La humedad.....	20
2.8.2.6. El agua.....	20
2.8.2.7. pH.....	20
2.9. Métodos de producción del forraje verde hidropónico.....	21
2.9.1. Elección de semilla.....	21
2.9.2. Lavado y desinfección de las semillas.....	
2.9.3. Periodo de remojo y pregerminación de la semilla.....	22
	22

2.9.3.1. Fisiología de la producción de forraje verde hidropónico.....	23 24
2.9.3.2. La germinación.....	25 25
2.9.4. Etapa de producción (inicio de riego).....	26
2.9.5. Cosecha y rendimiento.....	
2.10. Valoración nutritiva del forraje verde hidropónico.....	28
2.11. El forraje verde hidropónico en la alimentación animal.....	32
2.12. La soya.....	32
2.13. Trabajos realizados en la alimentación de cuyes con hidropónico de soya.....	32 32
CAPÍTULO III.....	32
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1. Materiales y métodos.....	32
3.1.1. Localización y duración del experimento.....	33
3.1.2. Condiciones meteorológicas.....	35
3.1.3 Materiales y equipos.....	36
3.2 Tipo de investigación.....	36
3.3. Tratamientos.....	36
3.4. Diseño experimental.....	36
3.5. Población y muestra	37
3.5.1. Unidades experimentales.....	37
3.6. Mediciones experimentales.....	38
3.6.1. Consumo de alimento cada 14 días y total (g).....	38
3.6.2. Ganancia de peso cada 14 días y total (g).....	39
3.6.3. Conversión alimenticia cada 14 días y total.....	39
3.6.4. Peso a la canal (g).....	39
3.6.5. Rendimiento a la canal (%).....	40
3.7. Análisis económico.....	40
3.7.1. Ingreso bruto.....	40
3.7.2. Costos totales.....	42
3.7.3. Beneficio neto.....	42
3.7.4. Rentabilidad (%).....	42

3.8. Procedimiento experimental.....	42
CAPÍTULO IV.....	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	
4.1. Consumo de alimento cada 14 días y total (g).....	44
4.1.1. Efecto simple del sexo.....	45
4.1.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya.....	45
4.1.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya.....	46
4.2. Consumo de balanceado cada 14 días y total (g).....	46
4.2.1. Efecto simple del sexo.....	48
4.2.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya.....	48
4.2.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya.....	49
4.3. Consumo de forraje cada 14 días y total (g).....	50
4.3.1. Efecto simple del sexo.....	51
4.3.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya.....	51
4.3.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya.....	52
4.4. Peso vivo cada 14 días (g).....	53
4.4.1. Efecto simple del sexo.....	54
4.4.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya.....	54
4.4.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya.....	55
4.5. Ganancia de peso cada 14 días y total (g).....	56
4.5.1. Efecto simple del sexo.....	58
4.5.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya.....	58
4.5.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya.....	59
4.6. Conversión alimenticia.....	60
4.6.1. Efecto simple del sexo.....	61
4.6.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya.....	61
4.6.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya.....	62

4.7. Peso a la canal (g) y rendimiento a la canal (%).....	
4.7.1. Efecto simple del sexo.....	64
4.7.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya.....	65
4.7.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya.....	66
4.8. Análisis económico (\$).....	66
CAPÍTULO V.....	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
5.1. Conclusiones.....	67
5.2. Recomendaciones.....	67
CAPÍTULO VI.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	71
6.1. Literatura citada.....	71
CAPÍTULO VII.....
ANEXOS.....
7.1. Anexos.....

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Condiciones meteorológicas de la Quinta “LA FASE. MOCACHE 2013.....	32
2	Tratamientos.....	34
3	Esquema del experimento.....	35
4	Esquema del análisis de varianza.....	35
5	Efecto simple de los sexos y tres porcentajes del forraje hidropónico de soya sobre el consumo de alimento cada 14 días y total (g) en el engorde de cuyes. Quinta “LA FASE”, Mocache, 2013.....	41
6	Efecto simple de los sexos y tres porcentajes del forraje hidropónico de soya sobre el consumo de balanceado cada 14 días y total (g) en el engorde de cuyes. Quinta “LA FASE”, Mocache, 2013.....	47
7	Efecto simple de los sexos y tres porcentajes del forraje hidropónico de soya sobre el consumo de forraje cada 14 días y total (g) en el engorde de cuyes. Quinta “LA FASE”, Mocache, 2013.....	50
8	Efecto simple de los sexos y tres porcentajes del forraje hidropónico de soya sobre el peso vivo cada 14 días (g) en el engorde de cuyes. Quinta “LA FASE”, Mocache, 2013.....	54
9	Efecto simple de los sexos y tres porcentajes del forraje hidropónico de soya sobre la ganancia de peso cada 14 días y total (g) en el engorde de cuyes. Quinta “LA FASE”, Mocache,	

2013.....	57
10 Efecto simple de los sexos y tres porcentajes del forraje hidropónico de soya sobre la conversión alimenticia cada 14 días y total (g) en el engorde de cuyes. Quinta “LA FASE”, Mocache, 2013.....	61
11 Efecto simple de los sexos y tres porcentajes del forraje hidropónico de soya sobre el peso (g) y rendimiento a la canal (%) en el engorde de cuyes. Quinta “LA FASE”, Mocache, 2013.....	64
12 Análisis económico del forraje hidropónico de soya en el engorde de cuyes. Quinta “LA FASE”, Mocache, 2013.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 REGRESIÓN CUADRÁTICA DE LOS NIVELES DE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA LA “FASE” MOCACHE. 2013.....	45
2 REGRESIÓN CUADRÁTICA DE LOS NIVELES DE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE EL CONSUMO DE BALANCEADO TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA LA “FASE” MOCACHE. 2013.....	48
3 REGRESIÓN CUADRÁTICA DE LOS NIVELES DE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE EL CONSUMO DE FORRAJE TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA LA “FASE” MOCACHE. 2013.....	51
4 REGRESIÓN CUADRÁTICA DE LOS NIVELES DE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE LA GANANCIA DE PESO TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA LA “FASE” MOCACHE. 2013.....	58

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	Página
A CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL CONSUMO DE ALIMENTO CADA 14 DÍAS (G).....	70
B CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL CONSUMO DE BALANCEADO CADA 14 DÍAS (G)....	71
C CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL CONSUMO DE FORRAJE CADA 14 DÍAS (G).....	71
D CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL PESO INICIAL Y VIVO CADA 14 DÍAS (G).....	72
E CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA LA GANANCIA DE PESO CADA 14 DÍAS (G).....	72
F CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA CADA 14 DÍAS (G)...	73
G CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL PESO Y RENDIMIENTO A LA CANAL CADA 14 DÍAS (G).....	73

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se ejecutó en la Finca “La FASE”, propiedad del Ing. Alejandro meza Ch, localizada en el km 8 de la vía Quevedo-Mocache Provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica de 1° 6' 13" de latitud sur y 79° 29' 22" de longitud oeste y a una altura de 73 msnm. La investigación tuvo una duración de 56 días. Se evaluaron tres forrajeras tropicales, los tratamientos evaluados fueron: **T1**= hembra balanceado 100%; **T2**= Hembra balanceado 90% + 10% MS forraje hidropónico; **T3**= Hembra balanceado 80% + 20% MS forraje hidropónico; **T4**= Hembra balanceado 70% + 30% MS forraje hidropónico; **T5**= machos balanceado 100%; **T6**= machos balanceado 90% + 10% MS forraje hidropónico; **T7**= machos balanceado 80% + 20% MS forraje hidropónico y **T8**= machos balanceado 70% + 30% MS forraje hidropónico. Se utilizaron 48 cuyes machos de 30 días de edad con un peso promedio de 390 g. Se aplicó un arreglo factorial 2 (sexos) x 4 (niveles de forraje hidropónico de soya) dentro de un diseño completo al azar (**DCA**), con seis repeticiones, la unidad experimental estuvo conformada por dos animales. Se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$). Las variables bajo estudio fueron: consumo de balanceado, consumo de forraje, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal. La rentabilidad de los tratamientos se la determinó a través de la relación beneficio-costos. El consumo de alimento, consumo de balanceado y consumo de forraje no se ven afectados por el efecto del sexo ($P > 0,05$). El peso a la canal y el rendimiento a la canal no se ven afectados por los niveles de inclusión del forraje hidropónico de soya ($P > 0,05$). El mayor peso vivo, la ganancia de peso, la mejor conversión alimenticia, peso a la canal y rendimiento a la canal la registraron los cuyes machos ($P < 0,05$). La mayor rentabilidad se la obtiene con los machos y hembras al consumir el 30% de forraje hidropónico de soya.

Palabras clave: Forrajes, hidroponía, soya, alimentación, cuyes.

ABSTRACT

The research was carried out in the farm "FASE" owned by Mr. Alejandro Meza Ch, located at km 8 Quevedo-Mocache Los Ríos Province, the geographical location of 1 6 '13 " south latitude satellite and 79th 29' 22 " W and a height of 73 m. The investigation lasted 56 days. Three forage tropical evaluated , the treatments were : T1 = hembra balanceado 100%; T2 = Hembra Balanceado 90% + 10% MS forraje hidropónico; T3 = Hembra Balanceado 80% + 20% MS forraje hidropónico; T4 = Hembra Balanceado 70% + 30% MS forraje hidropónico; T5 = machos balanceado 100%; T6 = machos balanceado 90% + 10% MS forraje hidropónico, T7 = machos balanceado 80% + 20% MS forraje hidropónico y T8 = machos balanceado 70% + 30% MS forraje hidropónico. 48 male guinea pigs 30 days old were used with an average weight of 390 g. A factorial arrangement 2 (gender) x 4 (levels hydroponic forage soybeans) in a complete randomized design (CRD) with six replicates, the experimental unit consisted of two animals was applied. The multiple range test of Tukey ($P \leq 0.05$) was applied. The variables under study were balanced intake, forage intake, feed intake, weight gain, feed conversion and carcass yield. The profitability of the treatments were determined using a benefit- cost ratio. Feed intake, consumption of forage intake balanced and not affected by the effect of sex ($P > 0.05$). The carcass weight and carcass yield was not affected by the inclusion levels of soybean forage hydroponic ($P > 0.05$). The highest live weight, gain weight, better feed conversion, carcass weight and carcass yield the recorded male guinea pigs ($P < 0.05$). The higher return is obtained with the males and females consuming 30% of soybean forage hydroponic.

Keywords: Forage, hydroponics, soy, food, guinea pigs.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus* Linnaeus) es un pequeño roedor originario de los Andes, utilizado como alimento en una extensa región comprendida por Chile, Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia. Su crianza es generalizada en el ámbito rural como un animal de carne para autoconsumo, constituyéndose en una excelente alternativa para diversificar la dieta humana. Considerado por la ONU y la FAO como “Una fuente de seguridad alimenticia de la población mundial” (Sánchez, 2009)

Por consiguiente datos del último (Censo Agropecuario realizado en 1997) arrojan que la sierra es la región de mayor producción de cuyes con 4.804,614 seguidas de la región costa 714.969. Entre las provincias de mayor producción en la costa tenemos. El Oro 27.840, Manabí 19.426, Guayas 15.479, los Ríos 7.689 y finalmente Esmeraldas con la cantidad de 1.535 cuyes sin especificar tamaños ni peso.

A pesar de que nuestro país cuenta con dos estaciones climáticas (lluviosa y seca) existe escases de forrajes en los meses de octubre, noviembre y diciembre, problemática forrajera para la alimentación animal, por consiguiente una tecnología apropiada es el forraje verde hidropónico, el mismo que es nutritivo, digestivo y de bajo costo, que permite hacer uso de semillas de leguminosas así como de gramíneas utilizadas en el medio, como son: maíz, soya, sorgo, canavalía, pueraría, entre otras.

El forraje verde hidropónico es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir de la germinación de las semillas viables y crecimiento inicial de las plantas en estado de germinación y crecimiento temprano de

plántulas a partir de semillas viables que producen un forraje vivo de alta digestibilidad, calidad nutricional y apto para el consumo animal (FAO, 1999).

De allí que el forraje verde hidropónico es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producida muy rápidamente (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 (FAO, 2001; Sánchez, 2002)

1.2. PROBLEMATIZACIÓN

Existen graves deficiencias y altos costos en los alimentos proteicos indispensables para el sector pecuario, lo que es motivo de constante preocupación para los productores de cuyes y otros animales de interés zootécnico en países en vías de desarrollo como el nuestro.

Este problema se ha hecho más evidente por la falta de conocimiento e investigaciones de alternativas en alimentación de cuyes, convirtiendo la explotación de este animal en una actividad menos productiva y poco rentable para solucionar la crisis alimenticia que presentan los sectores sociales de escasos recursos.

La mayoría de productores ha seguido el modelo de la explotación tradicional usando alimento que no cumplen los requisitos mínimos nutritivos en la alimentación del animal, presentándose así una alta incidencia en enfermedades, y reducidos pesos al nacimiento y destete; por lo cual se debe presentar nuevas opciones en la alimentación con un alto contenido de proteína, tal es el caso del forraje de soya, alternativa que permitirá equilibrar las exigencias alimenticias del cuy.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los altos costos de los concentrados y forrajes en general, hacen que la rentabilidad de la producción de cuyes sea baja, por lo que es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas que permitan disminuir los costos de alimentación y mejorar el performance productivo, para de esta manera ser eficiente dentro de un mundo cada día más competitivo, por lo cual en la presente investigación, se ha considerado utilizar el forraje verde hidropónico de soya es totalmente diferente a los pastos tradicionales, ya que 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. Su sabor y textura le confieren gran palatabilidad y fácil asimilación como una alternativa alimenticia en la producción de cuyes, que nos permite alcanzar eficiencia en la producción de esta especie que tiene gran importancia desde el punto de vista económico, social, y ecológico dentro del contexto nacional.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

- ✓ Estudiar el forraje verde hidropónico de soya (*Glycine max*) en el engorde de cuyes peruanos mejorados (*Cavia porcellus* Linnaeus)

1.4.2. Específicos

- ✓ Evaluar los niveles (10; 20 y 30%) de forraje verde hidropónico de soya en la alimentación de cuyes peruanos mejorados con el fin de determinar sus parámetros productivos.
- ✓ Evaluar el sexo (macho y hembra) de los cuyes peruanos con el fin de determinar sus parámetros productivos y canal.

- ✓ La interacción entre niveles de forraje verde hidropónico de soya y sexo y su incidencia en los parámetros productivos.
- ✓ Determinar la rentabilidad de los tratamientos.

1.5. Hipótesis

- ✓ H1: Uno de los niveles de forraje verde hidropónico de soya en la alimentación de cuyes mejorados presentará mejor consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal.
- ✓ H0: Todos los niveles de forraje verde hidropónico de soya en la alimentación de cuyes mejorados presentarán los mismos consumos de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal.
- ✓ H2: El sexo en los cuyes peruanos mejorados influenciará en el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal.
- ✓ H0: El sexo en los cuyes peruanos mejorados no influenciará en el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal.
- ✓ H3: Entre los niveles de forraje verde hidropónico de soya y el sexo presentará interacción en el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal.
- ✓ H0: Entre los niveles de forraje verde hidropónico de soya y el sexo no habrá interacción en el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal.
- ✓ H4: Uno de los tratamientos presentará mejor rentabilidad económica.
- ✓ H0: Todos los tratamientos tendrá la misma rentabilidad económica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. El cuy (*Cavia porcellus Linnaeus*)

El cuy (*Cavia porcellus* Linnaeus) (cobayo o curí) es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. El cuy constituye un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos (FAO, 1997; citado por Meza, 2003).

En los países andinos existe una población estable de más o menos 35 millones de cuyes. En el Perú, país con la mayor población y consumo de cuyes, se registra una producción anual de 16.500 toneladas de carne proveniente del beneficio de más de 65 millones de cuyes, producidos por una población más o menos estable de 22 millones de animales criados básicamente con sistemas de producción familiar. La distribución de la población de cuyes en el Perú y el Ecuador es amplia; se encuentra en la casi totalidad del territorio, mientras que en Colombia y Bolivia su distribución es regional y con poblaciones menores. Por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, los cuyes pueden encontrarse desde la costa o el llano hasta alturas de 4.500 m.s.n.m y en zonas tanto frías como cálidas (FAO, 1997; citado por Meza, 2003).

Las ventajas de la crianza de cuyes incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos (Meza, 2013). En la tabla 1 se detalla la clasificación taxonómica del cuy.

TABLA 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CUY

Clase	Mamíferos
Orden	Roedores
Sub orden	Hystricomorpha
Familia	Caviidae
Género	Cavia
Especie	Porcellus

Fuente: Raggi, (2006)

2.2. Característica del comportamiento

Por su docilidad los cuyes se crían como mascotas en diferentes países. Como animal experimental en los bioterios se aprecia por su temperamento tranquilo, que se logra con el manejo intensivo al que son expuestos; algunas líneas albinas se seleccionan por su precocidad y su prolificidad, e indirectamente se ha tomado en cuenta su mansedumbre. Sin embargo, se tiene dificultad en el manejo de los machos en recría. Hacia la décima semana inician las peleas que lesionan la piel, bajan sus índices de conversión alimenticia. Las hembras muestran mayor docilidad por lo que se las puede manejar en grupos de mayor tamaño. (Chauca, 1997).

2.3. Conocimientos básicos de anatomía y fisiología digestiva

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

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

El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego, sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas. El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 por ciento del peso total (Gómez y Vergara, 1993).

La flora bacteriana existente en el ciego permite un buen aprovechamiento de la fibra (Gómez y Vergara, 1993). La producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbiana y vitaminas del complejo B la realizan microorganismos, en su mayoría bacterias grampositivas, que pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno a través de la "cecotrófia", que consiste en la ingestión de las cagarrutas que permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, así como permite reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado (Holstenius y Bjornhag, 1985).

2.4. Capacidad fermentativa en porcentaje del total del tracto digestivo

2.4.1. Metabolismo del ciego

El ciego de los cuyes es menos eficiente que el rumen debido a que los microorganismos se multiplican en un punto que sobrepasa al de la acción de las enzimas proteolíticas. A pesar de que el tiempo de multiplicación de los microorganismos del ciego es mayor que la retención del alimento, esta especie lo resuelve por mecanismos que aumentan su permanencia y en consecuencia la utilización de la digesta (Gómez y Vergara, 1993) (Tabla 2).

Tabla 2. Capacidad fermentativa en porcentaje del total del tracto digestivo

Especie	Retículo rumen	Ciego	Colon y recto	Total
Vacuno	64	5	58	75
Ovino	71	8	4	83
Caballo	-	15	54	69
Cerdo	-	15	54	69
Cuy	-	46	20	66
Conejo	-	43	8	51
Gato	-	-	16	16

Fuente: (Parra, 1978; citado por Gómez y Vergara, 1993).

El ciego es un órgano grande que constituye cerca del 15% del peso total del aparato digestivo (Hagen y Robienson, 1953; citado por Chauca, 1997), es el sitio principal de digestión microbiana en el intestino grueso de roedores y lagomorfos; el movimiento retrógrado del contenido desde la porción proximal del colon hasta el ciego es un medio de retrasar el tránsito. Comparado con el conejo, el ciego del cuy es mucho más especializado, siendo su capacidad fermentativa 13% mayor, por lo que utiliza 23% más de fibra (Rigoni *et al.*, 1993; citado por Ordóñez, 1997), ayudado también por una mayor capacidad de modificar las características de la excreta.

En términos de masa y capacidad, el ciego abarca aproximadamente el 40% del tracto gastrointestinal. Es el mayor sitio de fermentación y degradación de los componentes fibrosos de la dieta a través de la fermentación anaeróbica. Presenta ciertas particularidades tales como la secreción del apéndice cecal y una alta movilidad circadiana de llenado y vaciado asociada con el mecanismo de la cecotrófia (Lebas *et al.*, 1996; Gidenne, 1997).

Aunque existe cierta similitud con el retículo-rumen de rumiantes, la población bacteriana en el contenido cecal es menor, dominan los bacilos no esporulados gram negativos y, bajo condiciones normales de alimentación, prácticamente no se detectan lactobacilos. Tampoco se ha demostrado la existencia de protozoos, probablemente debido a la falta de sustratos adecuados (almidón y azúcares solubles) para su establecimiento. La actividad enzimática de la flora bacteriana presente en el ciego es principalmente pectinolítica, seguida por enzimas del tipo hemicelulolíticas y celulolíticas. Las enzimas del tipo xilanolíticas, proteolíticas y aminolíticas se encuentran en menor cantidad (Gidenne, 1997; 2000).

La formación de ácidos grasos volátiles (AGV), como resultado de la actividad fermentativa, contribuye a satisfacer las necesidades energéticas del animal, en una proporción variable según la cantidad y tipo de fibra que contiene la dieta. Algunas estimaciones indican que los AGV producidos pueden ser del orden del 30% del metabolismo basal (Gidenne, 1997). Todos los AGV pueden ser metabolizados en la mucosa intestinal y el ácido butírico parece ser el que suministra energía de manera preferente a las células de la mucosa del ciego y colon. Una mayor producción de AGV favorece el crecimiento de la mucosa, ejerciendo cierta protección contra la adhesión de microorganismos patógenos, y por tanto previniendo la incidencia de diarreas (Carabaño *et al.*, 1988).

2.4.2. Mecanismo de la cecotrófia

Algunos autores indican que el cuy es un animal que realiza cecotrófia, produciendo dos tipos de excretas en forma de pellets, uno rico en nitrógeno que

es reutilizado (cecótrofo) y el otro que es eliminado como heces (Vergara, 1992). Este proceso se basa en el “mecanismo de separación colónica” por el cual las bacterias presentes en el colon proximal son transportadas hacia el ciego por movimientos antiperistálticos para su fermentación y formación del cecótrofo, el cual es reingerido (Holstenius y Bjornhag, 1985).

La cecotrófia es un proceso digestivo poco estudiado; siendo una actividad que explica muchas respuestas contradictorias halladas en los diferentes estudios realizados en pruebas de raciones. Así, balanceados con niveles proteicos entre 13 y 25% no muestran diferencias significativas en cuanto a crecimiento, una explicación a estos resultados puede tener su base en la actividad cecotrófica. La ingestión de los cecótrofos permite aprovechar la proteína contenida en la célula de las bacterias presentes en el ciego, así como reutilizar el nitrógeno proteico y no proteico que no alcanzó a ser digerido en el intestino delgado (Chauca, 1997).

Los conejos producen dos tipos de heces: heces blandas y heces duras. Las primeras son consumidas por el animal directamente desde el ano y las segundas son realmente el producto de excreción. La fuente común de ambos tipos de heces es el material cecal pero la diferencia en composición química entre ambas refleja la existencia de un mecanismo específico para producir las heces blandas. Las heces blandas tienen un mayor contenido de humedad, nitrógeno total, minerales, vitaminas, AGV's y un menor contenido de fibra bruta. (Björnrag, 1981; Ehrlein *et al.*, 1983; de Blas y Wiseman, 1998; Riquelme, 2004).

Los cecótrofos son tomados directamente desde el ano e ingeridos sin masticar. Al final de la mañana es posible observar la presencia de una gran cantidad de este material encapsulado en el estómago (hasta un 75% del contenido total) sin que se disgreguen de inmediato, ya que permanecen intactos en la región fúndica del estómago durante un periodo de 6 a 8 horas (Griffiths y Davies, 1963; citados por Hörnicke 1981; Björnrag, 1981). Durante este período los cecótrofos resisten las acciones mecánicas y químicas del estómago gracias a su envoltura mucoide que los protege. En el interior del estómago actúan como

pequeños fermentadores y producen amilasas que se difunden hacia el lumen estomacal y, junto con la amilasa de la saliva y del alimento, inician la degradación del almidón a maltosa y glucosa. La acción microbiana sobre estos productos genera AGV's que se difunden a través del contenido estomacal y del intestino delgado, siendo estas fuentes energéticas más utilizadas que la glucosa (Hörnicker, 1981).

2.5. Etapa de cría y engorde

2.5.1. Cría

Esta etapa considera los cuyes desde el destete hasta la cuarta semana de edad. Los gazapos deben recibir una alimentación con porcentajes altos de proteína (17 por ciento). Se logran incrementos diarios de peso entre 9,32 y 10,45 g/animal/día (Ordoñez, 1997).

Vargas (1988) considera la etapa de crecimiento (cría) de los 21 – 49 días de edad.

En la etapa de cría los gazapos alcanzan a triplicar su peso de nacimiento por lo que debe suministrárseles raciones de calidad. Al evaluar dos raciones con alta y baja densidad nutricional se han logrado resultados que muestran que debe continuar investigándose en esta etapa productiva para maximizar el crecimiento. Durante este período los animales incrementan el 55 por ciento del peso de destete. En la primera semana el incremento es del 28% y en la segunda semana del 27%. Durante esta época los machos tuvieron incrementos de peso estadísticamente superiores ($P < 0.05$) a los de las hembras (Ordoñez, 1977).

2.5.2. Engorde

Esta etapa se inicia a partir de la 4ª. Semana de edad hasta la edad de comercialización que está entre la novena o décima semana de edad. Se deberá ubicar lotes uniformes en edad, tamaño y sexo. Responden bien a dietas con alta energía y baja proteína (14 por ciento). Muchos productores de cuyes utilizan el afrecho de trigo como suplemento al forraje. No debe prolongarse esta etapa para evitar peleas entre machos, las heridas que se hacen malogran la carcasa. Estos cuyes que salen al mercado son los llamados «parrilleros»; no debe prolongarse la recría para que no se presente engrosamiento en la carcasa (Chauca, 1997).

Vargas (1988) reconoce la etapa de engorde o acabado de los 49 – 91 días de edad del animal.

Después de iniciada la recría no debe reagruparse animales porque se inician peleas, con la consiguiente merma del crecimiento de los animales. En granjas comerciales, al inicio de esta etapa, se castran los cuyes machos (Moncayo, 1992).

2.6. Necesidades nutritivas del cuy en sus diferentes etapas

La nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Aún no han sido determinados los requerimientos nutritivos de los cuyes productores de carne en sus diferentes estadios fisiológicos.

Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra. Energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza (Chauca, 1997).

Tabla 2. Requerimiento nutritivo de cuyes.

Etapa				
Nutrientes	Unidad	Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteína	(%)	18	18 a 22	13 a 17
ED 1	(Kcal/Kg)	2800	3000	2800
Fibra	(%)	8 a 17	8 a 17	10
Calcio	(%)	1,4	1,4	0,8 a 1,0
Fósforo	(%)	0,8	0,8	0,4 a 0,7
Magnesio	(%)	0,1 a 0,3	0,1 a 0,3	0,1 a 0,3
Potasio	(%)	0,5 a 1,4	0,5 a 1,4	0,5 a 1,4
Vitamina C	Mg	200	200	200

¹ Energía digestible. Fuente: Nutrient requirements of laboratory animal. 1990. Universidad de Nariño, Pasto, (Colombia). Citado por Caycedo, 1992. Investigaciones en cuyes. III Curso Latinoamericano de producción de cuyes, UNA, La Molina, Lima, Perú.

2.6.1. Proteína

Las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada uno de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de la calidad que de la cantidad que se ingiere. Existen aminoácidos esenciales que se deben suministrar a los monogástricos a través de diferentes insumos, ya que no pueden ser sintetizados. El suministro inadecuado de proteína, tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficacia de utilización del alimento (Chauca, 1997).

2.6.2. Fibra

Los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes van de 5 al 18 por ciento. Cuando se trata de alimentar a los cuyes como animal de laboratorio, donde solo reciben como alimento una dieta balanceada, ésta debe tener porcentajes altos de fibra. Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través de tracto digestivo.

El aporte de fibra esta dado básicamente por el consumo de los forrajes que son fuente alimenticia esencial para los cuyes. El suministro de fibra de un alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta. Sin embargo, las raciones balanceadas recomendadas para cuyes deben contener un porcentaje de fibra no menor de 18 por ciento (Chauca, 1997)

2.6.3. Energía

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

El NRC (1978) sugiere un nivel de ED de 3000 Kcal/Kg de dieta. Al evaluar raciones con diferente densidad energética, se encontró mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia alimenticia con las dietas de mayor densidad energética.

Los cuyes responden eficientemente al suministro de alta energía, se logran mayores ganancias de peso con raciones con 70,8 por ciento que con 62,6 por ciento de NDT. Si se enriquece la ración dándole mayor nivel energético se mejoran las ganancias de peso y mayor eficiencia de utilización de alimentos. A mayor nivel energético de la ración, la conversión alimenticia mejora (Zaldívar y Vargas, 1969).

2.6.4. Agua

Tradicionalmente se ha restringido el suministro de agua para beber. La alimentación con pastos suculentos de estos herbívoros satisface sus necesidades hídricas. Las condiciones ambientales y otros factores a los que se adapta el animal son los que determinan su consumo de agua para compensar las pérdidas que se producen a través de la piel, pulmones y excreciones (Chauca, 1997).

2.7. Sistemas de alimentación

Los estudios de nutrición nos permiten determinar los requerimientos óptimos que necesitan los animales para lograr un máximo de productividad, pero para llevar con éxito una crianza es imprescindible manejar bien los sistemas de alimentación, ya que ésta no solo es nutrición aplicada, sino un arte complejo en el cual juegan importante papel los principios nutricionales y los económicos.

En cuyes los sistemas de alimentación se adaptan de acuerdo a la disponibilidad de alimento. La combinación de alimentos dada por la restricción, sea del concentrado que del forraje, hacen del cuy una especie versátil en su alimentación, pues puede comportarse como herbívoro o forzar su alimentación en función de un mayor uso de balanceados.

Los sistemas de alimentación que es posible utilizar en la alimentación de cuyes son: Alimentación con forraje, alimentación con forraje + concentrado (mixta) y alimentación con concentrado + agua + vitamina C.

Cualquiera de los sistemas puede aplicarse en forma individual o alternada de acuerdo a la disponibilidad de alimento existente en cualquiera de los sistemas de producción de cuyes, sea familiar, familiar-comercial o comercial. Su uso está determinado no sólo por la disponibilidad sino por los costos que éstos tienen a través del año (Chauca, 1997).

2.7.1. Alimentación con forraje

El cuy es una especie herbívora por excelencia, su alimentación es sobre todo a base de forraje verde y ante el suministro de diferentes tipos de alimentos, muestra siempre su preferencia por el forraje. Las leguminosas por su calidad nutritiva se comportan como un excelente alimento, aunque en muchos casos la capacidad de ingesta que tiene el cuy no le permite satisfacer sus requerimientos nutritivos. Las gramíneas tienen menor valor nutritivo, por lo que conveniente combinar especies gramíneas y leguminosas, enriqueciendo de esta manera las primeras. Los cambios en la alimentación no deben ser bruscos; siempre debe irse adaptando a los cuyes al cambio de forraje. Esta especie es muy susceptible a presentar trastornos digestivos, sobre todo las crías de menor edad (Chauca, 1997).

2.7.2. Alimentación mixta

La disponibilidad de alimento verde no es constante a lo largo del año, hay meses de mayor producción y épocas de escasez por falta de agua de lluvia o de riego. En estos casos la alimentación de los cuyes se torna crítica, habiéndose tenido que estudiar diferentes alternativas, entre ellas el uso de concentrado, granos o subproductos industriales (afrecho de trigo o residuo seco de cervecería) como suplemento al forraje. Diferentes trabajos han demostrado la superioridad del comportamiento de los cuyes cuando reciben un suplemento alimenticio conformado por una ración balanceada. Con el suministro de una ración el tipo de forraje aportado pierde importancia. Un animal mejor alimentado exterioriza mejor su bagaje genético y mejora notablemente su conversión alimenticia (Chauca, 1997).

2.7.3. Alimentación a base de concentrado

El utilizar un concentrado como único alimento, requiere preparar una buena ración para satisfacer los requerimientos nutritivos de los cuyes. Bajo estas condiciones los consumos por animal/día se incrementan, pudiendo estar entre 40 a 60 g/animal/día, esto dependiendo de la calidad de la ración. El porcentaje mínimo de fibra debe ser 9 por ciento y el máximo 18 por ciento. Bajo

este sistema de alimentación debe proporcionarse diariamente vitamina C. El alimento balanceado debe en lo posible peletizarse, ya que existe mayor desperdicio en las raciones en polvo (Chauca, 1997).

2.8. Hidroponía

2.8.1. Generalidades de la hidroponía

El forraje verde hidropónico es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apta para la alimentación animal. Amaya (1998); citado por Sinchiguano (2008), señala que el forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales o leguminosas (maíz, sorgo, cebada, alfalfa, etc.), que se realiza durante el periodo de 9 a 15 días, captando energía del sol y asimilando los minerales de la solución nutritiva, se utilizan técnicas de hidroponía sin ningún sustrato.

Sinchiguano (2008), indica que el forraje verde hidropónico es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 - 10 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. Las ventajas del forraje verde hidropónico se puede resumir en: suministro constante durante todo el año, evita las alteraciones digestivas, menor incidencia de enfermedades, aumento de la productividad de los animales, las unidades hidropónicas producen volúmenes elevados y constantes de forraje verde.

El forraje verde hidropónico es un pienso o forraje vivo para alimento de animales de engorde para producción de carne o de leche. Se produce bajo la técnica del cultivo sin suelo en invernadero, que permite el control del gasto de agua y de todos los elementos del micro - clima para poder producirlo aún en

condiciones adversas de clima. Sirve para producir cereales y gramíneas. Puede sustituir por completo o en gran parte el alimento procesado para animales es económico y fácil de producir. La técnica de cultivo se basa en la producción sobre sustratos que no sean tierra y se hace en invernaderos que permiten su producción incluso en épocas de sequía u otras condiciones climáticas adversas. (Sinchiguano, 2008).

2.8.2. Factores que influyen en la producción de forraje verde hidropónico

2.8.2.1. Calidad de la semilla

Sinchiguano (2008), menciona que el éxito del FVH comienza con la elección de una buena semilla, tanto en calidad genética como fisiológica. Si bien todo depende del precio y de la disponibilidad, la calidad no debe ser descuidada. La semilla debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación no inferior al 75 % para evitar pérdidas en los rendimientos de FVH. Muestra un claro ejemplo acerca de la mala calidad de una semilla. El usar semillas más baratas, o cultivares desconocidos, puede constituir una falsa economía y tal como se planteó antes, hacer fracasar totalmente el nuevo emprendimiento. Se deben utilizar semillas de alto porcentaje de germinación.

2.8.2.2. Temperatura

Sinchiguano (2008), manifiesta que la temperatura es una de las variables más importantes en la producción de forraje verde hidropónico. Ello implica efectuar un debido control sobre la regulación de la misma. El rango óptimo para la producción de forraje verde hidropónico se sitúa siempre entre 18° C y 26° C. la variabilidad de las temperaturas óptimas para la germinación y posterior crecimiento de los granos en forraje verde hidropónico es diverso. Es así que los granos de avena, cebada, y trigo entre otros, requieren de temperaturas bajas para germinar. El rango oscila entre los 18° C a 21° C, sin embargo el maíz, muy deseado por el importante volumen de forraje verde hidropónico que produce,

aparte de su gran riqueza nutricional, necesita de temperaturas óptimas que varían entre los 25° C y 28° C.

Cada especie presenta requerimientos de temperatura óptima para germinación lo que se suma a los cuidados respecto a la humedad. En las condiciones de producción de FVH, la humedad relativa ambiente es generalmente cercana al 100 %. A medida que aumenta la temperatura mínima de germinación, el control del drenaje de las bandejas es básico para evitar excesos de humedad y la aparición de enfermedades provocadas por hongos. La presencia de estos microorganismos puede llegar a ser la causa de fracasos de producción por lo que la vigilancia a cualquier tipo de situación anómala, debe constituirse en rutina de nuestra producción. El ataque de los hongos usualmente resulta fulminante y puede en cuestión de horas arrasarse con toda nuestra producción y quedarnos sin alimento para el ganado. Tener una buena aireación del local, así como riegos bien dosificados son un excelente manejo contra este tipo de problemas. (Sinchiguano, 2008).

2.8.2.3. Iluminación

Sinchiguano (2008), indica que si no existiera luz dentro de los recintos para el forraje verde hidropónico, la función fotosintética no podría ser cumplida por las células verdes de las hojas y por lo tanto no existiría producción de biomasa. La radiación solar es por lo tanto básica para el crecimiento vegetal, a la vez que es promotora de la síntesis de compuestos por ejemplo: vitaminas, los cuales serán de vital importancia para la alimentación animal.

Sinchiguano (2008), al comienzo del ciclo de producción de forraje verde hidropónico, la presencia de luz durante la germinación de las semillas no es deseable por lo que, hasta el tercer o cuarto día de sembradas, las bandejas, deberán estar en un ambiente de luz muy tenue pero con oportuno riego para favorecer la aparición de los brotes y el posterior desarrollo de las raíces. A partir del tercer o cuarto día iniciamos el riego con solución nutritiva y exponemos las bandejas a una iluminación bien distribuida pero nunca directa de la luz solar.

Una exposición directa a la luz del sol puede traer consecuencias negativas (aumento de la evapotranspiración, endurecimiento de las hojas, quemaduras de las hojas). La excepción se realiza, cuando la producción de forraje verde hidropónico se localiza en lugares cerrados y/o aislados de la luz solar (piezas cerradas, galpones viejos sin muchas ventanas casa abandonadas, etc.), en los dos últimos días del proceso de producción, se expone las bandejas a la acción de la luz para lograr, que el forraje obtenga su color verde intenso y que completa su riqueza.

2.8.2.4. Dióxido de carbono

Sinchiguano (2008), manifiesta al controlar la concentración del anhídrido carbónico dentro del ambiente de producción de forraje verde hidropónico, ofrece una excelente oportunidad para aumentar la producción del forraje, a través de un incremento de la fotosíntesis. Se pretende de esta manera provocar un aumento significativo en la cosecha de forraje verde hidropónico, a través del control atmosférico dentro del local de producción. El control se ejerce mediante controladores automáticos los cuales enriquecen constantemente el ambiente interno con altos niveles de anhídrido carbónico, promoviendo una mayor fotoasimilación celular y el aumento de la masa vegetal.

2.8.2.5. La humedad

El cuidado de la condición de humedad en el interior del recinto de producción es muy importante. La humedad relativa del recinto de producción no puede ser inferior al 90 %. Valores de humedad superiores al 90 % sin buena ventilación pueden causar graves problemas fitosanitarios debido fundamentalmente a enfermedades fungosas difíciles de combatir y eliminar, además de incrementar los costos operativos. Excesiva ventilación provoca la desecación del ambiente y disminución significativa de la producción por deshidratación del cultivo. Por lo tanto compatibilizar el porcentaje de humedad relativa con la temperatura óptima es una de las claves para lograr una exitosa producción de FVH. (Sinchiguano, 2008).

2.8.2.6. El agua

La calidad de agua de riego es otro de los factores singulares en nuestra ecuación de éxito. La condición básica que debe presentar el agua para ser usada en el sistema hidropónico, su característica es de potabilidad. Su origen puede ser de pozo, de lluvia, o agua corriente de cañerías. Si el agua disponible no es potable, tendremos problemas sanitarios y nutricionales con el forraje verde hidropónico. Para el caso en que la calidad del agua no sea la más conveniente, será imprescindible el de realizar un detallado análisis químico de la misma y en base a ello reformular nuestra solución nutritiva, así como evaluar que otro tipo de tratamiento tendría que ser efectuado para asegurar su calidad (filtración, decantación, asoleo, acidificación o alcalinización). (Sinchiguano, 2008).

2.8.2.7. pH

El valor del pH del agua de riego debe oscilar entre 5.2 y 7, salvo raras excepciones como son las leguminosas, que pueden desarrollarse hasta con el pH cercano a 7.5, el resto de las semillas utilizadas (cereales mayormente), usualmente en forraje verde hidropónico, no se comportan eficientemente por encima del valor 7. (Sinchiguano, 2008).

2.9. Métodos de producción del forraje verde hidropónico

2.9.1. Elección de semilla

Sinchiguano (2008), menciona que debería usar semillas de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de probada germinación y rendimiento. Sin embargo, por una razón de eficiencia y costo, el productor puede igualmente producir forraje verde hidropónico con semilla de menor calidad pero manteniendo un porcentaje de germinación adecuada. Es muy importante que las semillas estén libres de piedras, paja, tierra, semillas partidas las que son luego de fuentes de contaminación, semillas

de otras plantas y fundamentalmente saber que no hayan sido tratadas con cura semillas.

Mientras que Gutiérrez *et al.*, (2000); citado por Sinchiguano (2008), señala que la humedad de la semilla debe estar en un 12 % y debe haber tenido un reposo para que cumpla con los requisitos de madurez fisiológica. Las especies más empleadas son el maíz, cebada, sorgo.

2.9.2. Lavado y desinfección de las semillas

Sinchiguano (2008), señala que se inunda el grano en un tanque o recipiente, con el fin de retirar todo el material que flote como: lanas, basura, granos partidos y cualquier otro tipo de impurezas. Rodríguez, (2000); citado por Sinchiguano (2008), manifiesta que las semillas deben lavarse y desinfectarse con una solución hipoclorito de sodio al 1 % (diluyendo 10 milímetros de hipoclorito de sodio por cada litro de agua). El lavado tiene como objeto eliminar hongos y bacterias contaminantes, liberarlas de residuos y dejarlas bien limpias. El tiempo que dejamos las semillas en la solución de hipoclorito no debe ser menos de 30 segundos ni exceder de los 3 minutos.

El dejar las semillas por mucho tiempo puede perjudicar la viabilidad de las mismas. Finalizando el lavado procedemos a un enjuague riguroso de las semillas con agua limpia.

2.9.3. Periodo de remojo y pregerminación de la semilla

Sinchiguano (2008), señala que esta etapa consiste en colocar las semillas dentro de una bolsa de tela y sumergirlas completamente en agua limpia durante un periodo no mayor a las 24 horas, para lograr una completa inhibición. Este tiempo lo dividiremos en dos periodos de 12 horas cada uno. A las 12 horas de estar la semilla sumergida procedemos a sacarlas y orear durante 1 hora, acto seguido la sumergimos nuevamente por 12 horas para finalmente realizar el último oreado. Mediante este fácil proceso estamos induciendo la rápida

germinación de la semilla a través del estímulo que estamos efectuando a su embrión.

Es suficiente utilizar suficiente cantidad de agua para cubrir completamente la semilla y a la razón de un minuto de 0.8 a 1 litro de agua por cada kilo de semilla. Luego de la siembra se coloca por encima de las semillas una capa de papel periódico el cual también se moja. Posteriormente tapamos todo con un plástico negro recordando que la semilla debe estar en semi-oscuridad en el lapso de tiempo que transcurre desde la siembra hasta su germinación o brotación. Una vez detectada la brotación completa de la semilla retiramos el plástico negro y el papel. (Sinchiguano, 2008).

Samperio, (1997); citado por Sinchiguano (2008), manifiesta que como en cualquier cultivo cuya producción se pretende acelerar, después de lavar la semilla con agua limpia natural, se mantendrá un remojo durante 5 a 10 horas en un recipiente con agua tibia (entre 21 y 25 °C). A continuación se sacan y se colocan en una caja o contenedor, en el cual se iniciará la actividad enzimática dentro de la semilla. Una vez que haya despuntado los brotes (al cuarto día aproximadamente), se colocarán en charolas de 50 a 80 cm.

2.9.3.1. Fisiología de la producción de forraje verde hidropónico

El embrión de la futura planta, despierta su vida latente provocando la ruptura de los tegumentos seminales y a partir de un almacén de energía, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar energía del sol (fotosíntesis), y absorber elementos minerales de la solución nutritiva. La germinación se inicia desde el momento en que se somete a imbibición o hidratación. Las enzimas se movilizan invadiendo el interior de la semilla y ocurre una disolución de las paredes celulares por la acción de ellas. Posteriormente, se liberan granos de almidón que son transformados en azúcares y así empieza el proceso de germinación (Gutiérrez *et al.*, 2000; citado por Sinchiguano, 2008).

2.9.3.2. La germinación

Gutiérrez *et al.*, (2000); citado por Sinchiguano (2008), indica que es el conjunto de cambios que experimenta la semilla. Durante este periodo el embrión rompe la cutícula de la semilla y emerge la radícula. Las semillas poseen sustancias que inhibe la germinación y que durante el remojo quedan disueltas en el agua pudiendo ser extraídas; entonces conviene cambiar el agua repetidas veces. El tiempo de germinación varía entre 24 y 48 horas, que es cuando el grano alcanzado estructuras radiculares notorias, formando de tres a cuatro raicillas. Se puede considerar que el proceso de germinación ha terminado cuando los cotiledones han salido del tegumento de la semilla.

Sinchiguano (2008), manifiesta al proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla ha sido transportada a un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión. Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua, oxígeno y temperatura apropiada. Durante la germinación, el agua se difunde a través de las envolturas de la semilla y llega hasta el embrión, que durante las fases de descanso se ha secado casi por completo. El agua hace que la semilla se hinche, a veces hasta el extremo de rasgar la envoltura externa. El proceso de germinación las enzimas se movilizan invadiendo el interior de la semilla y ocurre una disolución de las paredes celulares por la acción de ellas, posteriormente se liberan granos de almidón que son transformados en azúcares y así empieza el proceso de germinación.

2.9.4. Etapa de producción (inicio de riego)

Sinchiguano (2008), muestra que el riego de las bandejas de crecimiento de FVH debe realizarse sólo a través de microaspersores, nebulizadores y hasta con una sencilla pulverizadora o “mochila “de mano. El riego por inundación no es recomendado dado que causa generalmente exceso de agua que estimula la asfixia radicular, ataque de hongos y pudriciones que puede causar inclusive la pérdida total del cultivo, que los primeros 4 días no deben aplicarse más de 0.5

litros de agua por metro cuadrado. El volumen de agua de riego está de acuerdo a los requerimientos del cultivo y a las condiciones ambientales internas del recinto de producción de FVH. Un indicador práctico que se debe tener en cuenta es no aplicar riego cuando las hojas del cultivo se encuentran levemente húmedas al igual que su respectiva masa radicular.

Sinchiguano (2008), expone que es importante recordar que la cantidad de agua de riego debe ser dividida en varias aplicaciones por día. Lo usual es entregarle el volumen diario dividido en 6 o 9 veces en el transcurso del día, teniendo este una duración no mayor a 2 minutos. El agua a usar debe estar convenientemente oxigenada y por lo tanto los mejores resultados se obtienen con la pulverización sobre el cultivo o en el caso de utilizar riego por goteo, posee un sistema de burbujeo en el estanque que cumpla con la función de oxigenación del agua.

2.9.5. Cosecha y rendimiento

Gutiérrez *et al.*, (2000); citado por Sinchiguano (2008), indica que la cosecha se hace cuando la plántula ha alcanzado una altura promedio de 25 cm. Este desarrollo demora de 9 a 15 días, dependiendo de la temperatura, condiciones ambientales, el invernadero y la frecuencia de riego. Como resultado obtendremos un gran tapete radicular ya que las raíces se entrecruzan unas con otras por la alta densidad de siembra. Este tapete está formado por las semillas que no alcanzaron a germinar, las raíces y la parte aérea de 25 cm de altura.

Chiriboga (2001); citado por Sinchiguano (2008), dice que por cada kilo de semilla se produce de 18 a 24 kilos de forraje verde hidropónico con 18 % de materia seca y más de 16 % de proteína, y para cosechar el forraje verde hidropónico se enrolla y se desmenuza en los comederos para que los animales lo puedan consumir, ya que este forraje es muy palatable y de gran valor nutricional.

Pérez *et al.*, (2006)); citado por Sinchiguano (2008), manifiesta que la cosecha del forraje verde hidropónico se realiza cuando la plántula alcanzado 25 cm este desarrollo dura entre 10 y 15 días dependiendo de la temperatura, condiciones ambientales, el invierno la frecuencia de riego etc, como resultado obtendremos un gran tapete radicular, ya que las semillas enraízan una con otras por la alta densidad de siembra la relación de conversión es de 1 a 9, es decir que por cada kilogramo de semilla se obtiene 9 kg de forraje verde hidropónico y no es difícil llegar a relaciones de 1 a 12 ó 1 a 15, esto se obtiene cuando las condiciones medio ambientales (temperatura, luz, pH), de invernadero son adecuadas, aplicación de nutrientes durante los primeros días, además las semillas sean de buena calidad libre de impurezas

2.10. Valoración nutritiva del forraje verde hidropónico

Sinchiguano (2008), manifiesta que la calidad nutritiva de los diferentes forrajes cambia de acuerdo a los diferentes factores, incluyendo la época de cosecha, edad, tipo, variedad, clima y manejo de cultivo; en el medio ganadero se conoce a la alfalfa como la reina de las forrajeras. Es por esto que se presentan los valores de este forraje en relación a los concentrados en forraje verde hidropónico a partir de diferentes semillas; aquí es conveniente recordar que el alto costo de una ración siempre está dado por el componente que aporta el mayor contenido de proteína y en este caso el FVH constituye una proteína de bajo costo. Por lo que la ración resultará más económica y además el animal le come con gusto. Cabe destacar también que el FVH cuenta con una buena cantidad de vitamina E y valores altos de pro vitamina A.

2.11. El forraje verde hidropónico en la alimentación animal

Rodríguez, (2000); citado por Sinchiguano (2008), manifiesta que el forraje verde hidropónico es el resultado de utilizar el poder germinativo de los cereales

en el cual se libera todos los nutrientes del grano para permitir que la planta crezca; al estar todos los nutrientes liberados, estos están inmediatamente disponibles y digeribles para que los animales lo consuman (vacas, caballos, animales menores). Las principales ventajas de la producción de un forraje hidropónico son:

- Producción programada de acuerdo a las necesidades
- Reemplazo de los concentrados
- Alta digestibilidad
- Se puede producir en todo clima y época del año
- Bajos costos de producción
- Ahorro de agua
- Suministro constante de alimento de buena calidad, manteniendo uniforme el pH del rumen, evitando así alteraciones digestivas que inciden en la productividad.
- Incremento de peso
- Incremento de la fertilidad
- Menor incidencia de enfermedades
- Aumento de la producción de leche
- Potencia y resistencia como resultado de la alimentación completa y natural en animales de competencia

2.12. La Soya

El desarrollo de las plantas de soja en un cultivo tiene como objetivo principal el rendimiento en grano. Desde el inicio de este proceso se plantean para el cultivo requerimientos ambientales (agua, luz, nutrientes, temperatura, etc.) y adversidades que pueden afectarlo (heladas, granizo, plagas, malezas, enfermedades, etc.).

El manejo del cultivo, tendiente a un buen rendimiento, necesita de un conocimiento detallado del proceso de desarrollo de sus distintas etapas.

Esta etapa se extiende desde el comienzo de la germinación hasta que la pequeña planta, ya emergida, ha desarrollado su primer par de hojas y se independiza de reservas acumuladas en los cotiledones (planta autótrofa).

La semilla de soja es particularmente exigente en humedad para germinar. La generalidad de las especies de cultivo extensivo germinan con tensiones de humedad de suelo de hasta 12,5 bares (cercano a un contenido de humedad del 10% en suelos Franco-limosos a Franco-arcillosos); la semilla de soja es incapaz de hacerlo con tensiones mayores de 6,6 bares, lo cual equivale a permitir una imbibición cercana al 50% de humedad en la semilla, igualmente frente a suelos casi saturados de humedad. La raíz de la soja detiene el crecimiento con valores superiores a -0,3 bares (cercano a suelos en capacidad de campo con un contenido de humedad próximo al 30%), los microorganismos patógenos se desarrollan sobre la semilla, mientras que en la raíz crece rápidamente próximo a la saturación.

Producida la imbibición, las semillas originalmente casi esféricas se tornan arriñonadas inclusive las muertas. La radícula es lo primero que emerge desgarrando el tegumento. Al segundo o tercer día puede extenderse unos, dos a tres centímetros hacia abajo y poco después emite las primeras ramificaciones. Con estos apoyos de anclaje, el alargamiento del hipocótilo proyecta a los cotiledones hacia la superficie arrastrados por el gancho hipocotilar. La oscuridad y la resistencia del suelo determinan la formación del gancho, el que se endereza recién luego de la emergencia. Este mecanismo presente en las semillas con vigor, representa las ventajas de una menor resistencia al arrastre de los cotiledones por su unión, los que protegen a su vez el epicótilo. La luz provoca el enderezamiento del gancho hipocotilar, promueve la síntesis de clorofila en los tejidos expuestos al sol, incluso los cotiledones, que se vuelven verdes y quedan horizontales a cada lado del eje comenzando la expansión de las dos hojas unifoliadas y la primera trifoliar. Si bien los cotiledones forman clorofila, su contribución fotosintética es baja, siendo muy importante lo que sigue aportando desde sus reservas a los jóvenes tejidos de la plántula. Los daños de los cotiledones en esta época (primera semana después de la emergencia),

retrasan considerablemente el crecimiento inicial y total de la planta. Luego los cotiledones caen. El tiempo requerido para el establecimiento de la plántula variará substancialmente en relación a la temperatura ambiente.

Composición química del grano de soya por cada 100 gramos.

- Agua 7,00gr
- Grasas 23,50 gr
- Fibras 11,90 gr
- Carbohidratos 23,50 gr
- Energía 453,00 Kcal
- Flúor 0,36mg
- Calcio 260,00 mg
- Ácido Fólico 94,00 ug
- Proteínas 36,80 gr.
- Vitamina A 95,00 UI
- Vitamina E 13,30 mg
- Vitamina K 190,00 ug
- Vitamina B2 0,30 mg
- Vitamina B3 2,50 mg
- Vitamina B1 1,00 mg
- Magnesio 250,00mg
- Fósforo 590,00mg
- Potasio 1750,00mg
- Hierro 8,60 mg
- Sodio 4,00mg
- Cobre 110,00ug
- Selenio 60,00ug
- Yodo 6,00ug
- Manganeso 2800,00ug
- Zinc 1000,00ug

2.13. Trabajos realizados en alimentación de cuyes con hidropónico de soya

Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), obtuvo un consumo de concentrado para el T5 y T 2 de 1740 y 1522 g MS animal⁻¹; consumo de alimento para los tratamientos T5, T4 y T3 de 3363,00; 3262,00 y 3107,00 g MS animal⁻¹; consumo de alfalfa para el tratamiento T1 y T3 de 3132,00 y 1470 g MS animal⁻¹; peso final para los tratamientos T5; T4; T3 T2 y T1 de 846,00; 821,00; 816,00; 785,00 y 677 g animal⁻¹. con unas ganancias de peso total para los tratamientos T5; T3; T4 T2 y T1 de 578,00; 537,00; 531,00; 501,00 y 380 g animal⁻¹. conversión alimenticia para los tratamientos T3; T5; T4; T2 y T1 de 5,86; 5,89; 6,21; 6,27 y 8,47 respectivamente. Peso a la canal para los tratamientos T5 y T1 de 706,00 y 482,00 g animal⁻¹. Un rendimiento a la canal para los tratamientos T5; T4; T3; T2 y T1 de 75,37; 73,18; 72,69; 69,91 y 60,32% respectivamente. Los resultados del factor sexo se concluye que los cuyes machos registro diferencias significativas en todas las variables: peso final, ganancia de peso, consumo de alfalfa, concentrado, consumo total de alimento, conversión alimenticia, peso a la canal, y el rendimiento a la canal, de 821,00 g animal⁻¹; 539,00 g animal⁻¹; 1834,00 g MS animal⁻¹; 1663,00 g MS animal⁻¹; 3161,00 g MS animal⁻¹; 6,07; 654,00 g y 73,15 % respectivamente.

Gómez, (2006), en su estudio sobre el uso de forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para alimentación en la etapa crecimiento-engorde de cuyes, el trabajo de campo duro 75 días. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Cebada 0,75; T2= Cebada 0,50; T3= Cebada 1,00; T4= Maíz 1,00; T5= Maíz 0,75; T6= Maíz 0,5 y T7= alfalfa. Obteniendo un consumo de alimento para los tratamientos T7; T6; T5; T4; T2; T1 y T3 de 2293,03; 2823,00; 2384,80; 2561,70; 2436,10; 2484,50 y 2378,70 g

animal⁻¹. Peso final para los tratamientos T1; T2; T3; T4; T5; T6 y T7 de 900,00; 883,33; 861,67; 810,00; 806,67; 801,67 y 756,67 g animal⁻¹. La ganancia de peso para los tratamientos T1; T2; T3; T5; T4; T6 y T7 de 636,67, 605,00; 605,00; 530,00; 528,33; 526,67 y 485,00 g animal⁻¹ respectivamente. Una conversión alimenticia para los tratamientos T7; T6; T4; T5; T2; T1 y T3 de 6,16; 5,36; 4,83; 4,53; 4,03; 3,93 y 3,93 respectivamente. El peso a la canal para los tratamientos T2; T1; T7; T3; T4; T6 y T5 de 591,67; 588,30; 570,00; 558,33; 551,67; 547,67 y 547,67 g en su orden.

Usca, (2000), al evaluar forraje hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento – engorde. Los tratamientos fueron: T1= 0% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T2= 25% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T3= 50% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T4= 75% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T5= 100% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada. El mayor consumo de alimento y rendimiento a la canal lo registro el tratamiento T2 (4370,00 g MS animal⁻¹ y 66,68%, respectivamente); La mayor ganancia de peso y peso final lo obtuvieron los tratamientos T5 y T1 (717,00 y 973,00 g animal⁻¹ respectivamente) y (498,00 y 745,00 g animal⁻¹ respectivamente); La mejor conversión alimenticia tuvo el tratamiento T5 con 5,99.

Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), en arreglo combinatorio de dos factores, correspondientes al factor A, forraje hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada y maíz), y el factor B al sexo, los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo un consumo de alimento, consumo de forraje hidropónico, peso final; ganancia de peso, conversión alimenticia, peso a la canal y rendimiento a la canal para el factor A para los tratamientos T1; T2; T3 y T4 de (57,18 g MS animal⁻¹ día⁻¹; 0,00; 898,38 g animal⁻¹; 7,65 g animal⁻¹ día⁻¹; 7,48; 659,53 g y 73,39%); (56,68 g MS animal⁻¹ día⁻¹; 34,63 g MS animal⁻¹ día⁻¹;

923,38 g animal⁻¹; 8,01 g animal⁻¹ día⁻¹; 7,09; 675,00 g y 73,09%); (56,65 g MS animal⁻¹ día⁻¹; 34,62 g MS animal⁻¹ día⁻¹; 968,38 g animal⁻¹; 8,59 g animal⁻¹ día⁻¹; 6,60; 792,25 g y 81,79%) y (56,69 g MS animal⁻¹ día⁻¹; 34,62 g MS animal⁻¹ día⁻¹; 953,38 g animal⁻¹; 8,39 g animal⁻¹ día⁻¹; 6,77; 773,38 g y 81,10%), respectivamente. Y para el factor B (S1= machos y S2= hembras) Obteniendo un consumo de alimento, consumo de forraje hidropónico, peso final; ganancia de peso, conversión alimenticia, peso a la canal y rendimiento a la canal para el S1 de (56,76 g MS animal⁻¹ día⁻¹; 28,85 g MS animal⁻¹ día⁻¹; 965,63 g animal⁻¹; 8,55 g animal⁻¹ día⁻¹; 6,64; 751,01 g y 77,70%) y el S2 de (56,76 g MS animal⁻¹ día⁻¹; 28,85 g MS animal⁻¹ día⁻¹; 898,38 g animal⁻¹; 7,86 g animal⁻¹ día⁻¹; 7,23; 705,45 g y 77,14%) respectivamente.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Localización y duración de la investigación

La investigación se ejecutó en la Quinta “LA FASE”, localizada en el kilómetro 8 de la Vía Quevedo – Mocache, provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica de 1° 6’ 18” de latitud sur y 79° 29’ 24” de longitud oeste y a una altura de 120 msnm. La investigación tuvo una duración de 56 días.

3.1.2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas del sitio experimental se detallan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA QUINTA “LA FASE”. MOCACHE 2013.

Parámetros	Promedios
Temperatura (°C)	24,70
Humedad (%)	87,20
Heliófila (horas/luz/año)	855,10
Precipitación (mm/año)	1536,71
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical
Topografía	Ligeramente ondulada

**Fuente: Estación Agrometeorológico del INAMI, Estación Experimental Pichilingue, 2013*

3.1.3. Materiales y equipos

Se utilizó los siguientes materiales equipo e instalaciones.

- Galpón de 4 x 5 m de ancho y largo, de estructura de caña y techo de toquilla.

- Cuarenta y ocho cuyes peruanos mejorados (24 hembras y 24 machos) de 16 días de edad.
- Veinte y cuatro jaulas metálicas 50 x 40 x 30 cm (largo, ancho y alto).
- Diez bandejas de 47 x 60 cm (largo y ancho).
- Veinte y cuatro bebederos automáticos.
- Veinte y cuatro comederos.
- Una balanza digital.
- Una carretilla.
- Una escoba
- Una pala.
- Una bomba de mochila capacidad 20 litros.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Materiales para registros.
- Un machete.
- Un balde.
- Una hoz.
- Balanceado.
- Forraje hidropónico de soya.
- Materiales de escritorio: computadora, internet, pen drive.
- Materiales bibliográficos.

3.2. Tipo de investigación

Cabe indicar que el tema de investigación corresponde a la línea 11:

Nutrición y Alimentación Animal.

3.3. Tratamientos

Se combinaron los dos sexos (machos y hembras) con tres niveles de hidropónico de soya (balanceado; balanceado + 10% MS forraje hidropónico de soya; balanceado + 20% MS forraje hidropónico de soya; balanceado + 30% MS

forraje hidropónico de soya. De la combinación de los dos factores en estudio se obtiene los siguientes tratamientos y se detallan en el cuadro

Cuadro2. Tratamientos

Tratamientos	Códigos	Descripción
T1	s ₁ h ₁	Hembra balanceado 100%
T2	s ₁ h ₂	Hembra balanceado 90% + 10% MS forraje hidropónico
T3	s ₁ h ₃	Hembra balanceado 80% + 20% MS forraje hidropónico
T4	s ₁ h ₄	Hembra balanceado 70% + 30% MS forraje hidropónico
T5	s ₂ h ₁	Machos balanceado 100%
T6	s ₂ h ₂	Machos balanceado 90% + 10% MS forraje hidropónico
T7	s ₂ h ₃	Machos balanceado 80% + 20% MS forraje hidropónico
T8	s ₂ h ₄	Machos balanceado 70% + 30% MS forraje hidropónico

Factor S: (sexo)

S1 = Hembra

S 2= Machos

Factor H: (Forraje hidropónico)

H₁ = balanceado *ad libitum*

H₂ = balanceado + 10% MS forraje hidropónico de soya.

H₃= balanceado + 20% MS forraje hidropónico de soya.

H₄ = balanceado + 30% MS forraje hidropónico de soya

3.4. Diseño experimental

Se aplicó un diseño completos al azar (*DCA*) en arreglo bifactorial A (sexo = 2) x B (dietas = 4) con 3 repeticiones y 2 cuyes por unidad experimental. Para establecer las diferencias entre medias se aplicó la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

En los Cuadro 3 y 4 se detalla el esquema del experimento y del ADEVA. El análisis de los datos se los realizo en el paquete estadístico SAS.

Cuadro 3. Esquema de experimento

Tratamientos	Codificación	Rep.	T.U.E	N. Animales / T
T1	s ₁ h ₁	3	2	6
T2	s ₁ h ₂	3	2	6
T3	s ₁ h ₃	3	2	6
T4	s ₁ h ₄	3	2	6
T5	s ₂ h ₁	3	2	6
T6	s ₂ h ₂	3	2	6
T7	s ₂ h ₃	3	2	6
T8	s ₂ h ₄	3	2	6
Total				48

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	
Tratamientos	sh -1	7
Sexo (S)	s - 1	1
Hidroponía (H)	h - 1	3
S x H	(s - 1) (h - 1)	3
Error experimental	sh (r - 1)	16
Total	s.hs - 1	23

Modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha \cdot \beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = total de una observación

μ = media de la población

α_i = efecto del sexo

β_j = efecto de la dieta

$\alpha \cdot \beta$ = efecto de la interacción de los niveles del factor sexo (S)x niveles del factor Hidroponia (H)

ε_{ijk} = efecto aleatorio

.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Unidades experimentales

Se utilizaron 48 cuyes (24 hembras y 24 machos) de 30 días de edad, constituyendo las respectivas unidades experimentales para cada tratamiento

3.6. Mediciones experimentales

Las variables bajo estudio son las siguientes:

3.6.1. Consumo de alimentos cada 14 días y total (g)

El consumo de alimento por tratamientos se lo registró cada 14 días y total (g); considerando para ello el alimento ofrecido por la mañana 50% y en la tarde 50% diariamente y el alimento residual, hasta finalizar el experimento, para lo cual se aplicó la siguiente formula.

$$CA = AS (Kg) - RAS (g)$$

Donde:

CA = Consumo de alimento (g)

AS = Alimento suministrado (g)

RAS = Resíduo de alimento suministrado (g)

3.6.2. Ganancia de peso cada 14 días y total (g)

La ganancia de peso se registró cada 14 días y total. Para la cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$GP = P1 - P2$$

Donde:

GP = Ganancia de peso

P1 = Peso anterior (g)

P2 = Peso actual (g)

3.6.3. Conversión alimenticia cada 14 días y total

La conversión alimenticia se evaluó por repetición y por tratamiento, cada 14 días y total. Para este cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{AC}{GP}$$

Donde:

CA = Conversión alimenticia

AC = Alimento consumido (g)

GP = Ganancia de peso (g)

3.6.4. Peso a la canal (g)

Se lo registró al momento de faenar las unidades experimentales

3.6.5. Rendimiento a la canal (%)

Al finalizar la investigación se calculó el rendimiento a la canal, para lo cual se sacrificó el 100% de los animales, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{RC \%} = \text{PC (g) / PV (g) x 100}$$

Donde:

RC = Rendimiento A la canal (%)

PC = Peso a la canal (g)

PV = Peso vivo (g)

3.6.6. Mortalidad

Para obtener el porcentaje de mortalidad se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Mortalidad \%} = \frac{\text{N° de cuyes muertos}}{\text{N° de cuyes iniciados}} \times 100$$

Donde:

M = Mortalidad (%)

CM = Cuyes muertos

CI = Cuyes iniciados

3.7. Análisis económico

Para efectuar el análisis económico y determinar cuál de los tratamientos generó una mejor utilidad económica, se utilizó la relación beneficio/costo.

3.7.1. Ingreso bruto

El ingreso bruto se lo calculó de la multiplicación entre las unidades producidas de los cuyes y el precio de cada unidad, y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IB = Y \times PY;}$$

Donde:

IB = Ingreso Bruto

Y = Producto

PY = Precio del Producto

3.7.2. Costos totales

El costo total, se lo obtuvo de la suma de los costos fijos (costos de los cuyes, sanidad y mano de obra) y de los costos variables (costo de alimentación del balanceado), se lo calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CT = X + PX}$$

Donde:

CT = Costo total

X = Costo variable

PX = Costos fijo

3.7.3. Beneficio neto

El beneficio neto se lo obtuvo de la diferencia del ingreso bruto y el costo total de cada tratamiento y se lo calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

Donde:

BN = Beneficio neto

IB = Ingreso bruto

CT = Costo total

3.7.4. Rentabilidad (%)

El análisis económico de cada uno de los tratamientos se lo determinó mediante la relación beneficio/costo, para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo total}} \times 100$$

Donde:

R (B/C) = Relación beneficio/costo

BN = Beneficio neto

CT = Costo total

3.8. Procedimiento experimental

Se realizó la construcción de un estante de madera de dos pisos con un declive de 10% con capacidad para 10 bandejas de 0,47 x 0,60 cm con un volumen de 15 kg de soya por bandeja para la obtención del forraje hidropónico de soya se procedió con las siguientes actividades.

Se limpiaron los granos de soya de todas las impurezas y partes quebradas; se lavó las semillas con agua, posteriormente desinfecto con cloro 5 cc por kg de semilla y se dejó por 20 minutos reposar y poner la soya en agua limpia por 24 horas, transcurridas este tiempo, se volvió a la lavar escurrir y ponerlo en un balde tapado por 48 horas, después de este tiempo se sembró las semillas en las bandejas.

Se rego 4 veces al día agua con fertilizante Menorel, una vez obtenido el

forraje a los 20 días de edad se realizó la cosecha para darle a los cuyes, posteriormente se deshidratarlo el forraje durante 12 horas dándole el alimento de acuerdo a los tratamientos en estudio, es decir que el tratamiento T0 recibirá balanceado 100% (100 g.), el tratamiento T1 recibirá el 90% de balanceado + 10% ms (50.3 g fvhs); tratamiento T2 balanceado + 20% ms (105.6 g fvhs); T3 balanceado + 30% ms (157 g fvhs).

Se utilizó 48 cuyes de los cuales fueron 24 hembras y 24 machos de 25 días de edad, los mismos que tuvieron una adaptación de 5 días al forraje. El agua se suministró a voluntad a través de los bebederos automáticos tipo chupón y por la misma vía recibieron los fármacos respectivos cada vez que sea necesario.

Cada 14 días se registró el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia al finalizar los 56 días de engorde se sacrificaron el 100% de los animales.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Consumo de alimento cada 14 días y total (g)

Los resultados de esta variable se detallan en los Cuadros 5; A del Anexo y Figura 1.

4.1.1. Efecto simple del sexo

El consumo de alimento no registró diferencias estadísticas en todos los periodos evaluados y total ($P \geq 0,05$).

Resultados que son inferiores a los reportados por: Cargua (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), se concluye que los cuyes machos registro diferencias significativas para la variable consumo total de alimento de 3161,00 g MS animal⁻¹ respectivamente.

Sin embargo estos resultados se asemejan a los de Sinchiguano (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo un consumo de alimento para el sexo macho (S1) y sexo hembra (2) de 56,76 y 56,76 g MS animal⁻¹, respectivamente).

4.1.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya

El mayor consumo de alimento lo registró el tratamiento testigo (balanceado) registrándose diferencias altamente significativas en todos los periodos evaluados y total ($P \leq 0,01$).

Resultados que son inferiores a los de Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), la cual obtuvo un consumo de alimento para los tratamientos T5, T4 y T3 de 3363,00; 3262,00 y 3107,00 g MS animal⁻¹, respectivamente. Usca (2000), al evaluar forraje hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento – engorde. Los tratamientos fueron: T1= 0% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T2= 25% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T3= 50% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T4= 75% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T5= 100% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada, obteniendo un consumo de alimento el tratamiento T2 (4370,00 g MS animal⁻¹). Sinchiguano (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo un consumo de alimento para los tratamientos T1, T2; T3 y T4 (57,18; 56,68; 56,65 y 56,69 g MS animal⁻¹ día⁻¹, respectivamente).

Sin embargo estos resultados se asemejan a los reportados por: Gómez, (2006), al utilizar forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para alimentación en la etapa crecimiento-engorde de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Cebada 0,75; T2= Cebada 0,50; T3= Cebada 1,00; T4= Maíz 1,00; T5= Maíz 0,75; T6= Maíz 0,5 y T7= alfalfa. Obteniendo un consumo de alimento para los tratamientos T7; T6; T5; T4; T2; T1 y T3 de 2293,03; 2823,00; 2384,80; 2561,70; 2436,10; 2484,50 y 2378,70 g MS animal⁻¹.

4.1.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya

La interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya no se registraron diferencias estadísticas en todos los periodos evaluados y total ($P>0,05$).

CUADRO 5. EFECTO SIMPLE DE LOS SEXOS Y TRES PORCENTAJES DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO CADA 14 DÍAS Y TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA “LA FASE”, MOCACHE, 2013.

Factores	Periodos (d)				
	14	28	42	56	Total
a) Sexo					
Hembra	744,08 ^{1,2} a	775,39 a	775,00 a	774,70 a	3069,32 a
Machos	744,56 a	775,03 a	775,00 a	774,70 a	3069,21 a
Sigf.	Ns	ns	ns	ns	Ns
b) Hidropónico de soya					
Balanceado	862,76 a	985,60 a	985,60 a	985,60 a	3819,56 a
B+10% SH	783,62 b	784,35 b	783,60 b	783,40 b	3134,99 b
B+20% SH	704,84 c	704,84 c	704,80 c	704,40 c	2818,92 c
B+30% SH	626,06 d	626,06 d	626,10 d	625,40 d	2503,58 d
Sigf.	**	**	**	**	**
CV (%)	0,11	0,11	0,12	0,12	0,04

¹Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P<0,01$) según prueba de Tukey

²Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P>0,05$)

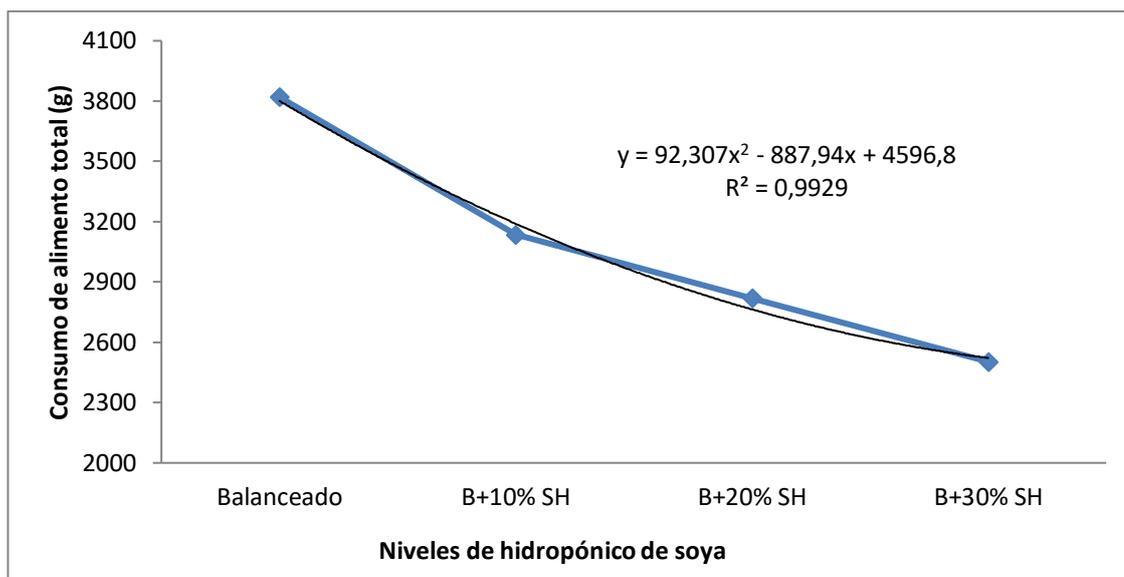


FIGURA 1. REGRESIÓN CUADRÁTICA DE LOS NIVELES DE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA LA “FASE” MOCACHE. 2013.

4.2. Consumo de balanceado cada 14 días y total (g)

Los resultados de esta variable se detallan en los cuadros 6; B del anexo y figura 2.

4.2.1. Efecto simple del sexo

El consumo de balanceado no registró diferencias estadísticas en todos los periodos evaluados y total ($P > 0,05$).

Resultados que son superiores a los reportados por: Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), se

concluye que los cuyes machos registro diferencias significativas para el consumo de balanceado total de 1663,00 g MS animal⁻¹ respectivamente.

4.2.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya

El mayor consumo de balanceado lo registró el tratamiento T1 (balanceado) registrándose diferencias altamente significativas en todos los periodos evaluados y total ($P < 0,01$).

Resultados que son superiores a los de Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), la cual obtuvo un consumo de concentrado para el T5 y T 2 de 1740 y 1522 g MS animal⁻¹, respectivamente.

4.2.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya

La interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya no registraron diferencias estadísticas en todos los periodos evaluados y total ($P > 0,05$).

CUADRO 6. EFECTO SIMPLE DE LOS SEXOS Y TRES PORCENTAJES DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE EL CONSUMO DE BALANCEADO CADA 14 DÍAS Y TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA “LA FASE”, MOCACHE, 2013.

Factores	Periodos (d)				
	14	28	42	56	Total
a) Sexo					
Hembra	677,45 ^{1,2} a	708,76 a	708,40 a	708,40 a	2803,02 a
Machos	677,93 a	708,40 a	708,40 a	708,40 a	2803,13 a
Sigf.	ns	ns	ns	ns	Ns
b) Hidropónico de soya					
Balanceado	862,76 a	985,60 a	985,60 a	985,60 a	3819,56 a
B+10% SH	739,20 b	739,93 b	739,20 b	739,20 b	2957,53 b
B+20% SH	616,00 c	616,00 c	616,00 c	616,00 c	2464,00 b
B+30% SH	492,80 d	492,80 d	492,80 d	492,80 d	1971,20 c
Sigf.	**	**	**	**	**
CV (%)	0,12	0,12	0,12	0,12	0,05

¹Promedios com letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) según prueba de Tukey

²Promedios com letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P > 0,05$)

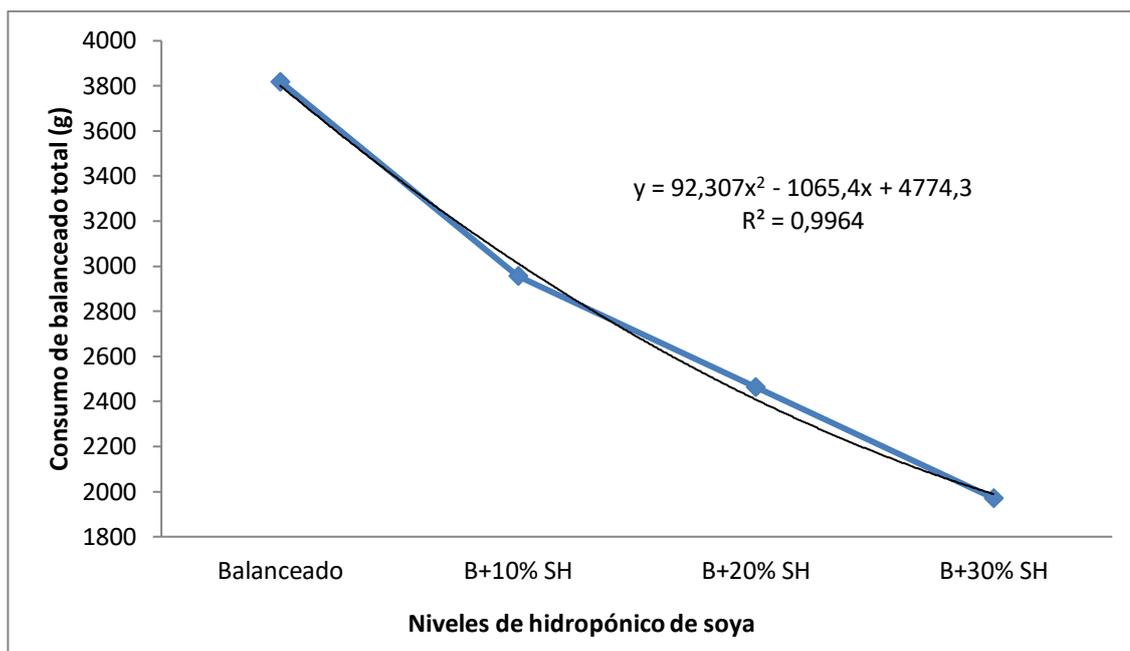


FIGURA 2. REGRESIÓN CUADRÁTICA DE LOS NIVELES DE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE EL CONSUMO DE BALANCEADO TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA LA “FASE” MOCACHE. 2013.

4.3. Consumo de forraje cada 14 días y total (g)

Los resultados de esta variable se detallan en los cuadros 7; C del anexo y figura 3.

4.3.1. Efecto simple del sexo

El consumo de forraje no registró diferencias estadísticas en todos los periodos evaluados y total ($P > 0,05$).

Resultados que son inferiores a los reportados por: Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico

de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), se concluye que los cuyes machos registro diferencias significativas para el consumo de alfalfa de 1834,00 g MS animal⁻¹, respectivamente. Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo un consumo de forraje hidropónico para el sexo macho (S1) y sexo hembra (2) de (28,85 y 28,85 g MS animal⁻¹ día⁻¹, respectivamente).

4.3.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya

El mayor consumo de forraje lo registró el tratamiento T4 (B+30% SH) registrándose diferencias altamente significativas en todos los periodos evaluados y total (P<0,01).

Resultados que son inferiores a los de Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), obtuvo un consumo de alfalfa para el tratamiento T1 y T3 de 3132,00 y 1470 g MS animal⁻¹ respectivamente. Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo un consumo de forraje para los tratamientos T2; T3 y T4 (34,63; 34,62 y 34,62 g MS animal⁻¹ día⁻¹, respectivamente).

4.3.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya

La interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya no registraron diferencias estadísticas en todos los periodos evaluados y total ($P>0,05$).

CUADRO 7. EFECTO SIMPLE DE LOS SEXOS Y TRES PORCENTAJES DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE EL CONSUMO DE FORRAJE CADA 14 DÍAS Y TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA “LA FASE”, MOCACHE, 2013.

Factores	Periodos (d)				
	14	28	42	56	Total
a) Sexo					
Hembra	66,63 ^{1,2} a	66,63 a	66,63 a	66,20 a	266,20 a
Machos	66,63 a	66,63 a	66,63 a	66,30 a	266,20 a
Sigf.	ns	ns	ns	ns	Ns
b) Hidropónico de soya					
Balanceado	-	-	-	-	-
B+10% SH	44,40 c	44,40 c	44,40 c	44,20 c	177,50 c
B+20% SH	88,80 b	88,80 b	88,80 b	88,40 b	354,90 b
B+30% SH	133,30 a	133,30 a	133,30 a	132,60 a	532,40 a
Sigf.	**	**	**	**	**
CV (%)	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

¹Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P<0,01$) según prueba de Tukey

²Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P>0,05$)

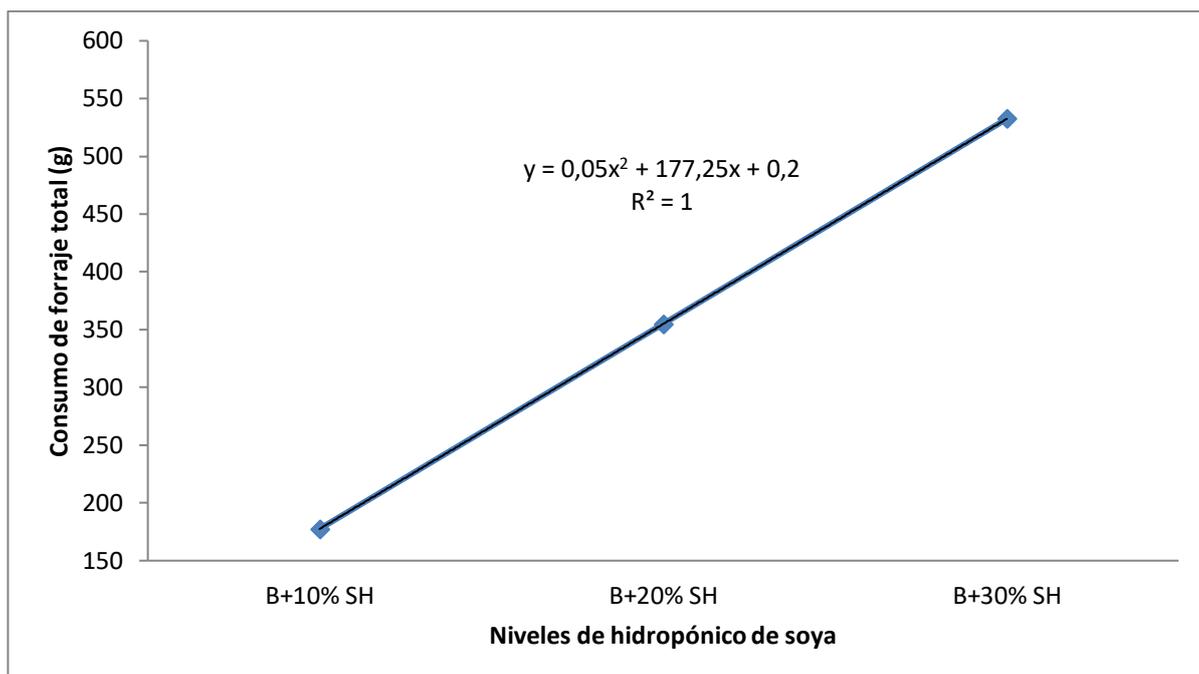


FIGURA 3. REGRESIÓN CUADRÁTICA DE LOS NIVELES DE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE EL CONSUMO DE FORRAJE TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA LA “FASE” MOCACHE. 2013.

4.4. Peso vivo cada 14 días y total (g)

Los resultados de esta variable se detallan en los cuadros 8 y D del anexo.

4.4.1. Efecto simple del sexo

El peso vivo registró diferencias estadísticas a los 14, 42 y 56 días ($P < 0,01$), siendo los machos que alcanzaron los mejores pesos.

Resultados que son superiores a los de Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), se

concluye que los cuyes machos registro diferencias significativas para el peso final de 821,00 g animal⁻¹, respectivamente. Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo un peso final para el sexo macho (S1) y sexo hembra (2) de (965,63 y 898,38 g animal⁻¹, respectivamente).

4.4.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya

El peso vivo no registró diferencias significativas en el peso inicial y a los 28 días ($P>0,05$), sin embargo el tratamiento T3 (B+20% SH) registró diferencias estadísticas altamente significativas a los 14, 42 y 56 días ($P<0,01$).

Resultados que son superiores a los de Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), obtuvo un peso final para los tratamientos T5; T4; T3 T2 y T1 de 846,00; 821,00; 816,00; 785,00 y 677 g animal⁻¹, respectivamente. Gómez, (2006), al utilizar forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para alimentación en la etapa crecimiento-engorde de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Cebada 0,75; T2= Cebada 0,50; T3= Cebada 1,00; T4= Maíz 1,00; T5= Maíz 0,75; T6= Maíz 0,5 y T7= alfalfa. Obteniendo un peso final para los tratamientos T1; T2; T3; T4; T5; T6 y T7 de 900,00; 883,33; 861,67; 810,00; 806,67; 801,67 y 756,67 g animal⁻¹.

De igual forma Usca, (2000), al evaluar forraje hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento – engorde. Los tratamientos fueron: T1= 0% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada;

T2= 25% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T3= 50% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T4= 75% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T5= 100% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada. El mayor peso final lo registro el tratamiento T5 y T1 con 498,00 y 745,00 g animal⁻¹. Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo un peso final para los tratamientos T1, T2; T3 y T4 (898,38; 923,38; 968,38 y 953,38 g animal⁻¹, respectivamente).

4.4.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya

La interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya presentó diferencia significativa a los 14, 42 y 56 días ($P < 0,01$), sin embargo a los 28 días no registró diferencias estadísticas ($P > 0,05$).

CUADRO 8. EFECTO SIMPLE DE LOS SEXOS Y TRES PORCENTAJES DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE EL PESO VIVO CADA 14 DÍAS (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA “LA FASE”, MOCACHE, 2013.

Factores	Periodos (d)				
	PI	14	28	42	56
a) Sexo					
Hembra	392,00 a ^{1,2}	505,87 b	660,87 a	820,04 b	919,75 b
Machos	391,66 a	519,12 a	671,33 a	820,00 a	938,37 a
Sigf.	ns	*	Ns	*	*
b) Hidropónico de soya					
Balanceado	392,25 a	504,91 b	664,00 a	820,66 b	923,41 b
B+10% SH	391,41 a	506,33 b	672,00 a	829,66 ab	934,75 a
B+20% SH	391,50 a	534,00 a	680,17 a	835,83 a	940,83 a
B+30% SH	392,16 a	504,75 b	648,25 a	809,91 c	917,25 b
Sigf.	Ns	**	ns	**	**
CV (%)	0,56	0,60	3,12	0,76	0,56

¹Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) según prueba de Tukey

²Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P > 0,05$)

4.5. Ganancia de peso cada 14 días y total (g)

Los resultados de esta variable se detallan en los cuadros 9; E del anexo y figura 4; 5.

4.5.1. Efecto simple del sexo

La mayor ganancia de peso a los 14, 56 días y total la registraron los machos ($P < 0,01$).

Resultados que son superiores a los reportados por: Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los

tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), se concluye que los cuyes machos registro diferencias significativas para la ganancia de peso final de 539,00 g animal⁻¹, respectivamente. Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo una ganancia de peso para el sexo macho (S1) y sexo hembra (2) de (8,55 y 7,86 g animal⁻¹ día⁻¹, respectivamente).

4.5.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya

La mayor ganancia de peso la reportó el tratamiento T3 (B+20% SH) encontrándose diferencias estadísticas a los 14 días y total ($P < 0,01$), sin embargo a los 28, 42 y 56 días no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$).

Resultados que son superiores a los de Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), obtuvo unas ganancias de peso total para los tratamientos T5; T3; T4 T2 y T1 de 578,00; 537,00; 531,00; 501,00 y 380 g animal⁻¹, respectivamente. Gómez, (2006), al utilizar forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para alimentación en la etapa crecimiento-engorde de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Cebada 0,75; T2= Cebada 0,50; T3= Cebada 1,00; T4= Maíz 1,00; T5= Maíz 0,75; T6= Maíz 0,5 y T7= alfalfa. Obteniendo una ganancia de peso para los tratamientos T1; T2; T3; T5; T4; T6

y T7 de 636,67, 605,00; 605,00; 530,00; 528,33; 526,67 y 485,00 g animal⁻¹ respectivamente.

De la misma forma Usca, (2000), al evaluar forraje hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento – engorde. Los tratamientos fueron: T1= 0% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T2= 25% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T3= 50% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T4= 75% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T5= 100% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada. La mayor ganancia de peso lo registraron los tratamientos T5 y T1 (717,00 y 973,00 g animal⁻¹, respectivamente). Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo una ganancia de peso para los tratamientos T1, T2; T3 y T4 (7,65; 8,01; 8,59 y 8,39 g animal⁻¹ día⁻¹, respectivamente).

4.5.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya

La interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya registró diferencia significativa a los 14 días y total ($P < 0,01$) a los 56 días ($P < 0,05$), no siendo así para los 428 y 56 días ($P > 0,05$).

CUADRO 9. EFECTO SIMPLE DE LOS SEXOS Y TRES PORCENTAJES DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE LA GANANCIA DE PESO CADA 14 DÍAS Y TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA “LA FASE”, MOCACHE, 2013.

Factores	Periodos (d)				
	14	28	42	56	Total
a) Sexo					
Hembra	113,87 ^{1,2} b	155,00 a	159,12 a	99,75 b	527,75 b
Machos	127,45 a	152,20 a	156,70 a	110,33 a	546,70 a
Sigf.	*	ns	ns	*	*
b) Hidropónico de soya					
Balanceado	112,66 b	159,08 a	156,67 a	102,75 a	531,16 b
B+10% SH	114,91 b	165,67 a	157,67 a	105,08 a	543,33 a
B+20% SH	142,50 a	146,17 a	155,67 a	105,00 a	549,33 a
B+30% SH	112,58 b	143,50 a	161,67 a	107,33 a	525,08 b
Sigf.	**	ns	ns	ns	**
CV (%)	1,81	12,39	14,10	2,74	0,96

¹Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) según prueba de Tukey

²Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P > 0,05$)

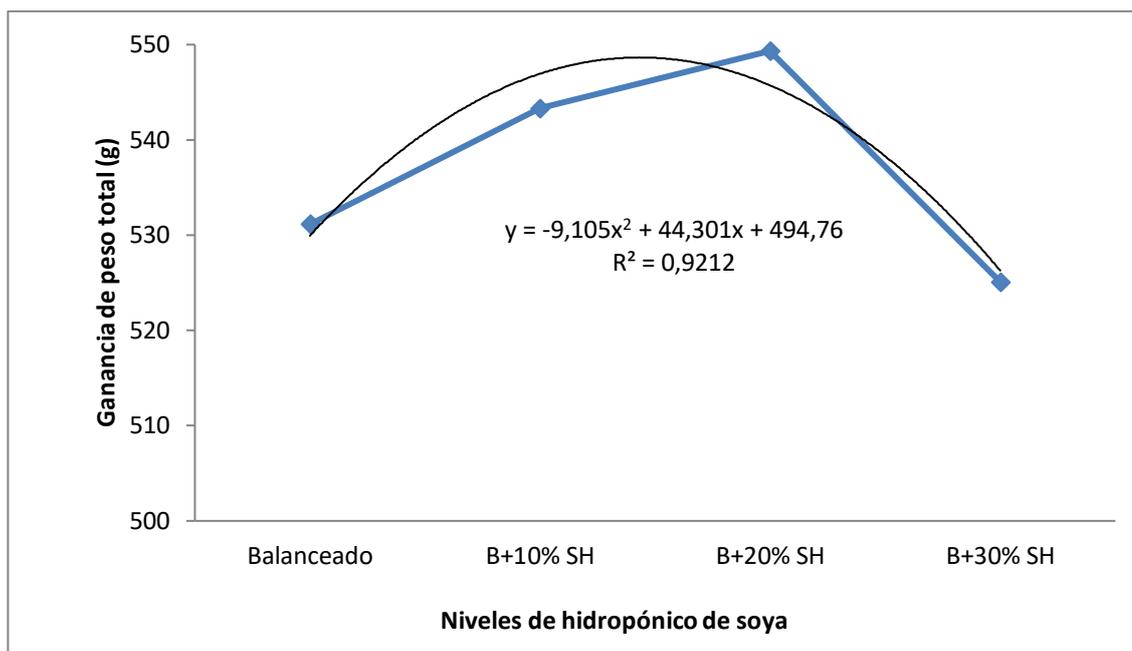


FIGURA 4. REGRESIÓN CUADRÁTICA DE LOS NIVELES DE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE LA GANANCIA DE PESO TOTAL (G) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA LA “FASE” MOCACHE. 2013.

4.6. Conversión alimenticia cada 14 días y total

Los resultados de esta variable se detallan en los cuadros 10; F del anexo y figura 6; 7.

4.6.1. Efecto simple del sexo

La mejor conversión alimenticia a los 14, 56 días y total la registraron los machos ($P < 0,01$).

Resultados que coinciden con Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), se concluye que los cuyes machos registro diferencias significativas para la conversión alimenticia de

6,07. Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo una conversión alimenticia para el sexo macho (S1) y sexo hembra (2) de (6,64 y 7,23 respectivamente).

4.6.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya

La mejor conversión alimenticia la reportó el tratamiento T4 (B+30% SH) encontrándose diferencias estadísticas a los 14,42, 45 días y total ($P < 0,01$), sin embargo a los 28 días no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$).

Resultados que se asemejan a los de Usca, (2000), al evaluar forraje hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento – engorde. Los tratamientos fueron: T1= 0% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T2= 25% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T3= 50% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T4= 75% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T5= 100% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada. La mejor conversión alimenticia lo registro el tratamiento T5 con 5,99.

Sin embargo estos resultados que son inferiores a los de Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento- engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), obtuvo una conversión alimenticia para los tratamientos T3; T5; T4; T2 y T1 de 5,86; 5,89; 6,21; 6,27 y 8,47 respectivamente. Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de

cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo una conversión alimenticia para los tratamientos T1, T2; T3 y T4 (7,48; 7,09; 6,60 y 6,77, respectivamente).

Sin embargo estos resultados son superiores a los de Gómez, (2006), al utilizar forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para alimentación en la etapa crecimiento-engorde de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Cebada 0,75; T2= Cebada 0,50; T3= Cebada 1,00; T4= Maíz 1,00; T5= Maíz 0,75; T6= Maíz 0,5 y T7= alfalfa. Obteniendo una conversión alimenticia para los tratamientos T7; T6; T4; T5; T2; T1 y T3 de 6,16; 5,36; 4,83; 4,53; 4,03; 3,93 y 3,93 respectivamente.

4.6.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya

La interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya registró diferencias significativas a los 14 días ($P < 0,01$), no siendo así a los 28, 42, 56 días y total ($P > 0,05$).

CUADRO 10. EFECTO SIMPLE DE LOS SEXOS Y TRES PORCENTAJES DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE

**SOYA SOBRE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y TOTAL
EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA “LA FASE”,
MOCACHE, 2013.**

Factores	Periodos (d)				
	14	28	42	56	Total
a) Sexo					
Hembra	6,55 ^{1,2} a	5,25 a	4,96 a	7,78 a	6,14 a
Machos	6,02 b	5,14 a	4,96 a	7,06 b	5,79 b
Sigf.	*	ns	ns	*	*
b) Hidropónico de soya					
Balanceado	7,66 a	6,20 a	6,29 a	9,61 a	7,44 a
B+10% SH	6,82 b	4,73 a	4,98 b	7,47 b	6,00 b
B+20% SH	5,56 c	4,95 a	4,53 bc	6,72 c	5,32 c
B+30% SH	5,07 d	4,88 a	4,04 c	5,85 d	5,08 c
Sigf.	**	ns	**	**	**
CV (%)	1,93	22,17	10,09	2,38	3,85

¹Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) según prueba de Tukey

²Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P > 0,05$)

4.7. Peso a la canal (g) y rendimiento a la canal (%)

Los resultados de esta variable se detallan en los cuadros 11; G del anexo y figura 8.

4.7.1. Efecto simple del sexo

El mayor peso y rendimiento a la canal la registraron los machos ($P < 0,01$).

Resultados que son superiores a los de Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico

de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), se concluye que los cuyes machos registro diferencias significativas para el peso a la canal 654,00 g. Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo un peso a la canal para el sexo macho (S1) y sexo hembra (2) de (751,01 y 705,45 g, respectivamente).

Resultados que son inferiores a los de Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), se concluye que los cuyes machos registro diferencias significativas para el rendimiento a la canal 73,15%. Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo un rendimiento a la canal para el sexo macho (S1) y sexo hembra (2) de (77,70 y 77,14%, respectivamente)

4.7.2. Efecto simple del forraje hidropónico de soya

El peso y rendimiento a la canal no registraron diferencias estadísticas ($P>0,05$).

Resultados que son superiores a los de Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC

10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), obtuvo un peso a la canal para los tratamientos T5 y T1 de 706,00 y 482,00 g respectivamente. Gómez, (2006), al utilizar forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para alimentación en la etapa crecimiento-engorde de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Cebada 0,75; T2= Cebada 0,50; T3= Cebada 1,00; T4= Maíz 1,00; T5= Maíz 0,75; T6= Maíz 0,5 y T7= alfalfa. Obteniendo un peso a la canal para los tratamientos T2; T1; T7; T3; T4; T6 y T5 de 591,67; 588,30; 570,00; 558,33; 551,67; 547,67 y 547,67 g respectivamente. Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo un peso a la canal para los tratamientos T1, T2; T3 y T4 (659,53; 675,00; 792,25 y 773,38 g, respectivamente).

Resultados que son inferiores a los reportados por: Cargua, (2003), al evaluar el efecto del sexo por el forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la alimentación en cuyes durante las etapas de crecimiento-engorde, los tratamientos estudio fueron T1= Alfalfa; T2= Forraje hidropónico de cebada (FHC 10%); T3= Forraje hidropónico de cebada (FHC 20%); T4= Forraje hidropónico de cebada (FHC 30%) y T5= Forraje hidropónico de cebada (FHC 40%), obtuvo un rendimiento a la canal para los tratamientos T5; T4; T3; T2 y T1 de 75,37; 73,18; 72,69; 69,91 y 60,32% respectivamente. Usca, (2000), al evaluar forraje hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento-engorde. Los tratamientos fueron: T1= 0% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T2= 25% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T3= 50% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T4= 75% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada; T5= 100% de inclusión de forraje verde hidropónico cebada. El rendimiento a la canal lo registro el tratamiento T2 66,68%. Sinchiguano, (2008), con la finalidad de conocer la producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y

su efecto en la alimentación de cuyes. Los tratamientos bajo estudio fueron: T1= Alfalfa; T2= Forraje verde hidropónico de avena; T3= Forraje verde hidropónico de cebada y T4= Forraje verde hidropónico de maíz. Obteniendo un rendimiento a la canal para los tratamientos T1, T2; T3 y T4 (73,39; 73,09; 81,79 y 81,10%, respectivamente).

4.7.3. Interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya

La interacción del sexo por el forraje hidropónico de soya no registraron diferencias estadísticas en todos los periodos evaluados y total ($P>0,05$).

CUADRO 11. EFECTO SIMPLE DE LOS SEXOS Y TRES PORCENTAJES DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE SOYA SOBRE EL PESO A LA CANAL (G) Y RENDIMIENTO A LA CANAL (%) EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA “LA FASE”, MOCACHE, 2013.

Factores	Peso a la canal		Rendimiento a la canal (%)	
a) Sexo				
Hembra	543,95 ^{1,2}	b	59,14	b
Machos	567,04	a	60,43	a
Sigf.	*		*	
b) Hidropónico de soya				
Balanceado	548,75	a	59,42	a
B+10% SH	561,83	a	60,10	a
B+20% SH	565,83	a	60,09	a
B+30% SH	546,00	a	59,51	a
Sigf.	Ns		Ns	
CV (%)	2,13		2,17	

¹Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P<0,01$) según prueba de Tukey

²Promedios con letras diferentes presentan diferencias altamente significativas ($P>0,0$)

4.8. Análisis Económico

La mayor rentabilidad la registraron los tratamientos T8 (61%) y T7 (39,75%). (Ver cuadro 10). Aceptándose la hipótesis “El uso de forraje verde hidropónico de soya incrementará la rentabilidad”.

CUADRO 12. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE SOYA EN EL ENGORDE DE CUYES. QUINTA “LA FASE”, MOCACHE, 2013.

Concepto	B H	B+HS	B+HS	B+HS	B M	B+HS	B+HS	B+HS
		10%	20%	30%		10%	20%	30%
		H	H	H		M	M	M
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
INGRESOS								
Costo (kg) carne (\$)	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Carne producida (kg)	6,44	6,66	6,66	6,35	6,73	6,82	6,91	6,75
Ingreso venta (\$)	57,96	59,94	59,94	57,15	60,57	61,38	62,19	60,75
Total ingresos	57,96	59,94	59,94	57,15	60,57	61,38	62,19	60,75
EGRESOS								
Costos fijos.								
Cuyes	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Galpón, comederos, bebederos y jaulas	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Sanidad	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Total costos fijos	26,00							
Costos variables								
Precio (kg) balanceado	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Consumo de balanceado	45,82	35,49	29,56	23,65	45,84	35,48	29,56	17,65
Costo de balanceado	27,49	21,29	17,74	14,19	27,50	21,29	17,74	10,59
Precio (kg) forraje de soya		0,18	0,18	0,18		0,18	0,18	0,18
Consumo de soya		2,10	4,26	6,39		2,10	4,26	6,39
Costo de forraje de soya		0,37	0,76	1,15		0,37	0,76	1,15
Costos de alimentación	27,49	21,66	18,50	15,34	27,50	21,66	18,50	11,74
Total egresos	53,49	47,66	44,50	41,34	53,50	47,66	44,50	37,74
Beneficio neto	4,47	12,28	15,44	15,81	7,67	13,72	17,69	23,01
Rentabilidad (%)	8,36	25,76	34,70	38,24	13,21	28,79	39,75	61,00

B= Balanceado

HS= Hidropónico de soya

H= Hembras

M= Machos

Kg Balanceado= \$0,60

FHS= \$0,18

Capítulo V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Conclusiones

El mejor consumo de alimento se registró a los 14, 42, y 56 días en el T3 (B 80% + 20% SH) con lo que se aprueba la Hipótesis H1 que dice los niveles de forraje verde hidropónico de soya y el sexo presentará interacción en el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal.

El mayor peso vivo, la ganancia de peso, la mejor conversión alimenticia, peso a la canal y rendimiento a la canal la registraron los cuyes machos por lo tanto se acepta la hipótesis H2: El sexo en los cuyes peruanos mejorados influenciará en el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal

El peso a la canal y el rendimiento a la canal no se ven afectados por los niveles de inclusión del forraje hidropónico de soya.

La mayor rentabilidad se la obtiene con los machos y hembras al consumir el 30% de forraje hidropónico de soya.

5.2. Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. Utilizar forraje hidropónico de soya en el engorde de cuyes machos y hembras con el 30% de reemplazo del balanceado por alcanzar la mayor rentabilidad.

2. Realizar investigaciones con el forraje hidropónico de soya en las etapas de gestación y lactancia.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

- Björnhag, G. 1981.** Separation and retrograde transport in the large intestine of herbivores. *Livest. Prod. Sci.* 8:351.
- Carabaño, R., M. J. Fraga, G. Santomá y J. C. de Blas. 1988.** Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion of soft and hard feces of rabbits. *J. Anim. Sci.* 66: 901.
- Cargua, E. 2003.** Utilización del forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la utilización en cuyes durante las etapas de gestación - lactancia y crecimiento - engorde. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. p 154.
- Caycedo, V.A. 1992.** Investigaciones en cuyes. III Curso latinoamericano de producción de cuyes, Lima, Perú. UNA La Molina, Lima, Perú.
- Chauca, L. 1997.** "Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*), Instituto Nacional de Investigación.
- Correa, N. 1990.** La crianza de cuy. Instituto Colombiano Agropecuario. Subgerencia de Fomento y Servicios. División de desarrollo campesino. Regional N° 5 Pasto, Colombia. P.p. 25 – 28.
- de Blas, J. C. y J. Wiseman. 1998.** The Nutrition of the Rabbit. CABI Publishing. Wallingford, UK. P 352.
- Ehrlein, H., H. Reich, y M. Schwinger. 1983.** Colonic motility and transit of digesta during hard and soft feces formation in rabbits. *J. Physiol.* 338:75.

- FAO. 1990.** Sericulture training manual. FAO Agricultural Services Bulletin 80, Rome, 117p
- FAO. 1997.** Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Editado Chauca, L. ISBN 92-5-304033-5. Consultado el 25-05-2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/W6562s/w6562s00.htm#TopOfPage>
- Gidenne, T. 1997.** Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. Livest. Prod. Sci. 51:73.
- Gidenne, T. 2000.** Recent advance in rabbit nutrition: emphasis on fiber requirements. World Rabbit Sci. 8:23.
- Gómez, B.C. y Vergara, V. 1993.** Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares, págs. 38-50, INIA-EELM-EEBI
- Gómez, M. 2006.** Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para alimentación en la etapa crecimiento y engorde de cuyes. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. p 135.
- Holtenius, K. y Bjornhag, G. 1985.** The colonic separation mechanism in the guinea pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). Comparative biochemistry and Physiology 82(3):537-542.
- Hörnricke, H. 1981.** Utilization of caecal digesta by caecotrophy (soft faeces ingestion) in the rabbit. Livest. Prod. Sci. 8:361.
- Lebas, F., P. Coudert, R. Rouvier y H. Rochambeau. 1996.** The rabbit husbandry, health and production. FAO Animal Production and Health. Series no.

21.<http://www.fao.org/docrep/x5082e/X5082E00.htm#Contents>.
Disponibile el 30 de octubre de 2006.

Meza, G.A. 2013. Valoración nutritivo de forrajeras arbustivas tropicales en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* Linnaeus). Tesis de Magister en Producción Animal. Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo-Ecuador. pp, 1-157

National Research Council (NRC). 1978. Nutrient requeriments of laboratoy animals. 33 ed. Washington. D.C., National Academy of Science. 96 págs.

Ordoñez, R. 1997. Efecto de dos niveles de proteína y fibra cruda en el alimento de cuyes (*Cavia porcellus*) en lactación y crecimiento. UNA La Molina, Lima, Perú. 65 págs. (Tesis.)

Raggi, L.2006. El cobayo – *Cavia Porcellus*, [http:// www.foyel.com](http://www.foyel.com).

Riquelme, E. 2004. Apuntes de Cunicultura. Departamento de Industria Pecuaria, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.

Sánchez, A; Sánchez, S; Godoy, S; Díaz, R; Vega, N. 2009. Gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados (*Cavia porcellus linnaeus*) en la zona de la Maná. Revista Ciencia y Tecnología 2: 17-20

Sánchez, M.D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. En Sanchez M.D. (Ed). Mulberry for Animal Production. FAO Animal Production and Health Paper N° 147. FAO, Roma. pp. 1-9.

Sinchiguano, (2008), Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la

alimentación de cuyes”. Tesis de Grado. Ing. Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. p 1-108.

Usca, J. 2000. Evaluación del uso del forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento - engorde. Tesis de Grado de Maestría. Escuela de Post Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. p 142.

Zaldívar, A.M. y Rojas, S. 1968. Tratamientos dietéticos en el crecimiento de dos ecotipos de cuyes (*Cavia porcellus*). Investigaciones Agropecuarias del Perú 1(2):7-13.
<http://granjadecuyes.wordpress.com/2010/02/23/el-cuy-metodo-de-crianza-mejorada>

CAPÍTULO VII

Anexos

7.1. Anexos

ANEXO A. CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL CONSUMO DE ALIMENTO CADA 14 DÍAS (G)

FV	GL	Cuadrados medios				
		14	28	42	56	Total
Trat.	7	26673,52 **	61324,92 **	61313,32 **	61531,78 **	814329,76 **
A	1	1,36 ns	0,80 ns	0,00 ns	0,00 ns	0,07 ns
B	3	62236,40 **	143090,42 **	143064,42 **	143574,16 **	1899889,88**
AxB	3	1,36 ns	0,80 ns	0,00 ns	0,00 ns	2,86 ns
Error. Exp	16	0,73	0,80	0,00	0,00	1,54
Total	23					
CV (%)		0,11	0,11	0,12	0,12	0,04

**Significativo, ** Altamente significativo, NS: No significativo*

ANEXO B. CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL CONSUMO DE BALANCEADO CADA 14 DÍAS (G)

FV	GL	Cuadrados medios				
		14	28	42	56	Total
Trat.	7	65166,37 **	113876,32 **	113836,80 **	113836,80 **	159780,72 **
A	1	1,36 ns	0,80 ns	0,00 ns	0,00 ns	0,07 ns
B	3	152053,64 **	265710,35 **	265619,20**	265619,20**	3728201,11 **
AxB	3	1,36 ns	0,80 ns	0,00 ns	0,00 ns	2,87 ns
Error. Exp	16	0,73	30,80	0,00	0,00	1,54
Total	23					
CV (%)		0,12	0,12	0,12	0,12	0,05

**Significativo, ** Altamente significativo, NS: No significativo*

ANEXO C. CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL CONSUMO DE

FORRAJE CADA 14 DÍAS (G)

FV	GL	Cuadrados médios				
		14	28	42	56	Total
Trat.	7	8456,29 **	8456,29 **	8456,29 **	8372,74 **	134965,93 **
A	1	0,00 ns	0,00 ns	0,00 ns	0,00 ns	0,00 ns
B	3	19731,36 **	59194,09 **	19731,36 **	19536,40 **	314920,51 **
AxB	3	0,00 ns	0,00 ns	0,00 ns	0,00 ns	0,00 ns
Error. Exp	16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	23					
CV (%)		0,12	0,12	0,12	0,12	0,12

**Significativo, ** Altamente significativo, NS: No significativo*

ANEXO D. CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL PESO INICIAL Y VIVO CADA 14 DÍAS (G)

FV	GL	Cuadrados médios				
		PI	14	28	42	56
Trat.	7	9,04 ns	1059,38 **	785,47 ns	463,34 **	697,64 **
A	1	0,66 ns	1053,37**	656,26 ns	388,01 ns	2081,34 **
B	3	1,13 ns	1235,69**	1111,42 ns	763,17 **	684,62 **
AxB	3	19,75 *	885,06 **	502,59 ns	188,62 *	249,42 *
Error. Exp	16	4,93	9,48	433,22	39,42	27,60
Total	23					
CV (%)		0,57	0,60	3,12	0,76	0,56

**Significativo, ** Altamente significativo, NS: No significativo*

ANEXO E. CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA LA GANANCIA DE PESO

CADA 14 DÍAS (G).

FV	GL	Cuadrados médios				
		14	28	42	56	Total
Trat.	7	1012,92 **	1048,49 *	65,42 ns	108,04 **	748,16 **
A	1	1107,04 **	46,76 ns	35,04 ns	672,04 **	2156,51 **
B	3	1278,19 **	665,87 ns	41,50 ns	21,01 ns	736,09 **
AxB	3	716,29 **	1765,03 *	99,48 ns	7,06 ns	290,78 **
Error. Exp	16	4,80	362,75	496,39	8,32	26,70
Total	23					
CV (%)		1,81	12,39	14,10	2,74	0,96

**Significativo, ** Altamente significativo, NS: No significativo*

ANEXO F. CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA CADA 14 DÍAS (G)

FV	GL	Cuadrados médios				
		14	28	42	56	Total
Trat.	7	4,19 **	2,61 ns	2,41**	7,07 **	3,02 **
A	1	1,17 **	0,06 ns	0,00 ns	3,11 **	0,69 ns
B	3	8,33 **	2,76 ns	5,61 **	15,46 **	6,72 **
AxB	3	0,87 **	3,31 ns	0,01 ns	0,00 ns	0,09 ns
Error. Exp	16	0,01	1,32	0,25	0,03	0,05
Total	23					
CV (%)		1,93	22,17	10,09	2,38	3,85

**Significativo, ** Altamente significativo, NS: No significativo*

ANEXO G. CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA Y SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA PARA EL PESO Y RENDIMIENTO

A LA CANAL CADA 14 DÍAS (G).

FV	GL	Cuadrados médios	
		Peso a la canal (g)	Rendimiento a la canal (%)
Trat.	7	736,14 **	1,88 ns
A	1	3197,04 **	9,98 *
B	3	548,52 *	0,80 ns
AxB	3	103,45 ns	0,25 ns
Error. Exp	16	140,75	1,69
Total	23		
CV (%)		2,13	2,17

**Significativo, ** Altamente significativo, NS: No significativo*