

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“EVALUACIÓN DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE CEBADA
(*Hordeum vulgare*) EN SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DURANTE
EL CRECIMIENTO DEL CUY (*Cavia porcellus*)”**

Presentada por:

VICTOR HUGO TABOADA MITMA

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Lima – Perú

2022

La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**“EVALUACIÓN DEL FORRAJE HIDROPÓNICO DE CEBADA
(*Hordeum vulgare*) EN SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DURANTE
EL CRECIMIENTO DEL CUY (*Cavia porcellus*)”**

Presentada por:

VICTOR HUGO TABOADA MITMA

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Víctor Vergara Rubín
Presidente

Dra. Lucrecia Aguirre Terrazas
Miembro

Ing. Gloria Palacios Pinto
Miembro

Ing. José Antonio Sarria Bardales
Asesor

Ing. Juancarlos Alejandro Cruz Luís
Co Asesor

DEDICATORIA

A mi abuelo, Pablo Mitma Murga, y a mi madre, Rosa Mitma Baez; porque lo dieron todo por mí.

A Jesús Coca Villegas, por ser siempre mi guía y amigo.

A mis Tíos, Wilfredo y César Mitma.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Mg. Sc. José Sarria, por apoyarme de inicio a fin en este proceso.

Al Ing. Mg. Sc. Juancarlos Cruz, por animarme siempre a seguir adelante.

Al Ing. Daniel Huamaní y a mis colegas del Laboratorio de Animales Menores, por sus aportes.

A Stefany Vicharra, por su constante apoyo y consejos.

A mis amigas de toda la vida, Ingrid Fernández y Aracely Aybar, por siempre estar ahí apoyándome; y al pequeño Salem.

A los miembros del jurado por su valioso tiempo y aporte.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 El cuy.	3
2.1.1 Generalidades.	3
2.2 Sistemas de alimentación del cuy.	4
2.2.1 Sistema de alimentación con solo forraje.....	4
2.2.2 Sistema de alimentación mixta.	5
2.2.3 Sistema de alimentación integral.	6
2.2.4 Comparación entre sistemas de alimentación.	7
2.3 Requerimientos nutricionales.	8
2.4 Parámetros productivos.	9
2.4.1 Pesos y ganancia de peso.	9
2.4.2. Consumo de alimento.....	11
2.4.3. Conversión alimenticia.....	12
2.4.4. Mortalidad.	14
2.4.5. Rendimiento de carcasa.....	15
2.5 Cultivos hidropónicos.	16
2.5.1. El forraje verde hidropónico.....	16
2.5.2. Ventajas del uso de forraje verde hidropónico.	16
2.5.3. Sistema de producción del forraje verde hidropónico.	17
2.5.4. Valor nutritivo del forraje verde hidropónico de cebada.	18
2.5.5. Uso del forraje verde hidropónico en la alimentación del Cuy.	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1 Lugar y fecha de ejecución.....	20
3.2 Instalaciones y equipos.....	20

3.3 Producción de forraje verde hidropónico de cebada.....	21
3.4 Animales experimentales.	23
3.5 Tratamientos.....	23
3.6 Alimentación.	24
3.6.1. Alimento balanceado mixto e integral.	24
3.6.2. Forraje verde hidropónico.	24
3.6.3. Chala.	24
3.6.4. Agua.	24
3.7 Características nutricionales.	25
3.8 Periodo de adaptación al alimento.	25
3.9 Parámetros de evaluación.....	26
3.9.1 Forraje verde hidropónico	26
3.9.2 Animales.....	26
3.10 Análisis estadístico.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1 Rendimiento y valor nutricional del forraje verde hidropónico.	30
4.2 Peso y ganancia de peso.	33
4.3 Consumo de alimento.....	36
4.4 Conversión alimenticia.....	38
4.5 Mortalidad	40
4.6 Rendimiento de carcasa.....	41
4.7 Retribución relativa y mérito económico.	43
V. CONCLUSIONES	46
VI. RECOMENDACIONES	47
VII. BIBLIOGRAFÍA	48
VIII. ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Performance de cuyes mejorados en crecimiento – engorde con alimento mixto de la UNALM	5
Tabla 2: Performance de cuyes mejorados en crecimiento - engorde con alimento integral de la UNALM, sin uso de forraje verde.....	6
Tabla 3: Requerimientos nutricionales del cuy (NRC)	8
Tabla 4: Estandares nutricionales recomendados para cuyes mejorados.....	9
Tabla 5: Parámetros productivos del cuy	13
Tabla 6: Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento y engorde.....	16
Tabla 7: Valor nutritivo de la cebada hidropónica	19
Tabla 8: Análisis proximal del germinado de cebada	19
Tabla 9: Protocolo de producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH)	22
Tabla 10: Tratamientos y sistemas de alimentación	23
Tabla 11: Características nutricionales de los alimentos usados.....	25
Tabla 12: Programa de adaptación a la dieta experimental.....	25
Tabla 13: Pruebas de rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada	32
Tabla 14: Valor nutricional del forraje verde hidropónico de cebada	32
Tabla 15: Pesos y ganancia de peso según tratamientos y sistema de alimentación	35
Tabla 16: Consumo total de alimento en tal como ofrecido (TCO) y en materia seca (MS) según tratamientos y sistema de alimentación	37
Tabla 17: Conversión alimenticia según tratamientos y sistema de alimentación	39
Tabla 18: Mortalidad (%) según tratamiento y sistema de alimentación.....	41
Tabla 19: Rendimiento de carcasa según tratamiento y sistema de alimentación.....	42
Tabla 20: Retribución relativa y mérito económico según tratamientos	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valor nutricional del forraje verde hidropónico.	54
Anexo 2. Etiquetas de los alimentos balanceados.	55
Anexo 3. Pesos promedio semanales según tratamiento.....	56
Anexo 4. Ganancia de peso semanal por tratamiento.	56
Anexo 5. Ganancia de peso diaria por tratamiento.....	57
Anexo 6. Ganancia de peso acumulada promedio semanal.	57
Anexo 7. Ganancia de peso acumulada promedio diario.	58
Anexo 8. Consumo de alimento en materia seca por tratamiento.	58
Anexo 9. Consumo acumulado de alimento en materia seca por tratamiento.	59
Anexo 10. Consumo acumulado de cada alimento en tal como ofrecido y en materia seca por tratamiento.	59
Anexo 11. Conversión alimenticia promedio por tratamiento.	60
Anexo 12. Conversión alimenticia acumulada promedio por tratamiento.....	60
Anexo 13. Rendimiento de carcasa con y sin ayuno.	61
Anexo 14. Tabla resumen de indicadores por tratamiento.....	61
Anexo 15. Tabla resumen de indicadores por sistema de alimentación.	62
Anexo 16. Análisis de variancia para el peso inicial.	63
Anexo 17. Análisis de variancia para el peso final.....	63
Anexo 18. Análisis de variancia para la ganancia total.	64
Anexo 19. Análisis de variancia para la mortalidad.	64
Anexo 20. Análisis de variancia para el rendimiento de carcasa sin ayuno.....	65
Anexo 21. Análisis de variancia para el rendimiento de carcasa con ayuno.....	65
Anexo 22. Archivo fotográfico.....	66

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Animales Menores de la Universidad Nacional Agraria La Molina, entre setiembre y noviembre de 2017, con la finalidad de analizar y comparar diversos sistemas de alimentación en el crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*), teniendo como base vegetal el forraje verde hidropónico (FVH) de cebada (*Hordeum vulgare*); y como control, forraje fresco de maíz (chala). Se trabajó durante 68 días, desde la producción del FVH, empleándose 80 cuyes machos mejorados de 14 ± 5 días de edad, con una adaptación de cinco días, antes del inicio del experimento durante siete semanas. Los animales se distribuyeron al azar en cinco tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. Los tratamientos fueron: Alimento balanceado integral (T1), solo FVH (T2), solo chala (T3), alimento balanceado mixto más FVH (T4) y el testigo, que consistía en alimento balanceado mixto más chala (T5). Los resultados reafirmaron que los sistemas de alimentación, donde se suministró solo forraje (T2 y T3) son significativamente ineficientes ($p < 0.05$) en ganancia de peso diaria (5.23 g/d), conversión alimenticia (6.18) y porcentaje de carcasa (61.55%) en comparación a los sistemas de alimentación mixta (15.88 g, 4.15 y 74.53%) o la alimentación integral (15.95 g, 3.70 y 73.66%), respectivamente. De otra parte, no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) en los diversos parámetros productivos entre la alimentación mixta e integral; ni tampoco entre el uso de FVH y la chala de maíz. Por lo expuesto, el FVH de cebada puede usarse como sustituto de la chala en sistemas de alimentación mixta para cuyes en la etapa de crecimiento; debiendo tener en cuenta los costos de forraje alternativo, el balanceado, así como el valor del cuy en cada etapa de producción y lugar de crianza, ya que la opción integral, fue en general la de mejor resultado técnico económico.

Palabras clave: cuyes, crecimiento, sistemas de alimentación.

ABSTRACT

The study was conducted at the Laboratory of Minor Animals of the La Molina National Agrarian University between September and November 2017. The purpose of the research was to analyze and compare different feeding systems in the growth of guinea pigs (*Cavia porcellus*). The plant-based hydroponic green fodder (HGF) corresponded to barley (*Hordeum vulgare*) and the control to fresh maize forage (chala). The work was carried out for 68 days, from the production of the HGF, using 80 improved male guinea pigs of 14 ± 5 days of age, with an adaptation of five days before the beginning of the experiment for seven weeks. The animals were randomly distributed in five treatments with four repetitions each. The treatments were: integral balanced feed (T1), only HGF (T2), only chala (T3), mixed balanced feed plus HGF (T4) and the control, which consisted of mixed balanced feed and chala (T5). The results reaffirmed that the feeding systems that only supplied forage (T2 and T3) are significantly inefficient ($p < 0.05$) in daily weight gain (5.23 g/d), feed conversion (6.18) and carcass percentage (61.55). % compared to mixed feeding systems (15.88 g, 4.15 and 74.53%) or integral feeding (15.95 g, 3.70 and 73.66%), respectively. On the other hand, there was no significant difference ($p > 0.05$) in the various productive parameters between mixed and integral feeding, nor between the use of HGF and maize (chala). Therefore, the barley HGF can be used as a substitute for chala in mixed feeding systems for guinea pigs in the growth stage. It is necessary to consider the costs of alternative forage, the balance, and the value of the guinea pig in each stage of production and place of rearing, since the integral option was, in general, the one with the best technical and economic result.

Keywords: guinea pigs, growth, feeding systems.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de cuyes no requiere extensas áreas para el establecimiento de sus instalaciones, por ello, la crianza comercial se ha venido localizando con preferencia en la costa peruana cerca de los grandes mercados, en zonas donde -por otra parte- el forraje es un recurso escaso, lo que genera que el costo de alimentación aumente y, por ende, también el costo total de producción; ya que ese es su mayor componente, representando alrededor del 70 por ciento de los costos totales en la explotación de esta especie (Solórzano & Sarria, 2014).

Los sistemas de alimentación de los cuyes han evolucionado desde las históricas modalidades tradicionales de origen preincaico, con uso exclusivo de vegetales, residuos hortícolas y pastos, que se da con la domesticación de esta especie y se generaliza hasta finales de la década del año 1950. A partir del año 1960, la tecnificación de su crianza sugiere considerar la llamada alimentación mixta (forrajes más balanceados), donde se sigue usando forraje verde, pero se agrega balanceado; el primero como alimento de volumen; aportando agua, fibra y vitaminas, mientras que el balanceado tiene como fin proveer proteína, energía, micronutrientes y otros complementos (Aliaga *et al*, 2009), especialmente para el caso del cuy mejorado. modelo que es practicado durante más de cuatro décadas por la mayoría de las explotaciones llamadas técnicas, algunas crianzas familiares e incluso empíricas, hasta finales de 1990. A partir del año 2000, y ante la necesidad de reducir la dependencia de uso de forrajes, cada vez más escasos y costosos, se promociona el desarrollo de un nuevo sistema con exclusión total de forraje, llamado alimentación integral; para ser aplicado, siempre y cuando la viabilidad técnica y económica lo justifique.

En el ámbito forrajero, donde el aporte de fibra y vitamina C, son factores de alta importancia para el cuy, también se ha tenido que buscar alternativas, mediante la realización de investigaciones de nuevas tecnologías, dentro de las que está la producción y uso de cultivos hidropónicos en esta especie. La hidroponía, como tal, es una herramienta que permite el cultivo de plantas sin suelo, vale decir sin tierra (Beltrano & Giménez, 2015). Las opciones más usadas por la zootecnia para animales herbívoros son los forrajes verdes hidropónicos

(FVH) provenientes de cereales, siendo una alternativa que pretende constituirse en una solución para mitigar los problemas de escasez de forrajes convencionales, con inocuidad y, por ende, con calidad. En este marco, el FVH más usado en alimentación animal es el proveniente de la germinación de la semilla de cebada (*Hordeum vulgare*), gracias a su buena rusticidad y alta productividad.

Definitivamente, los actuales cuyes mejorados -como productores de carne- precisan de un racionamiento completo y bien equilibrado, ya que mejorando el nivel nutricional se puede intensificar su crianza de modo que se aproveche y optimice su precocidad, prolificidad, y por derivación su productividad en general.

En la presente investigación, como primer objetivo se determinó el rendimiento y valor nutricional de la producción de FVH de cebada bajo un determinado protocolo previamente ensayado; para luego evaluar el efecto productivo del uso de esta alternativa forrajera en la alimentación de cuyes mejorados en la etapa de crecimiento, aplicándolo y comparándolo con otros sistemas de alimentación que se utilizan en la actualidad. La performance animal comparativa fue estudiada a través de la medición y análisis del peso y ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad en la referida etapa y rendimiento de carcasa; así como mediante el cálculo y análisis de la retribución relativa y mérito económico promedio de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El cuy.

2.1.1 Generalidades.

El cuy (*Cavia porcellus*) es un mamífero roedor de origen e interés sudamericano y particularmente andino, constituyendo una alternativa alimenticia de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural y periurbana de escasos recursos.

El Perú es el país donde se ha trabajado con más énfasis en la mejora, alimentación y producción general del cuy, puesto que desde el año 1960, en la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina se inició el desarrollo de una tecnología específica para el cuy como especie productora de carne; labor que fue emprendida y dirigida por el docente investigador Dr. Carlos Luna de la Fuente, pionero a nivel mundial al formar el primer plantel sobre el que se empezó el estudio y la tecnificación de la citada especie. El proceso de formación del plantel empezó con la compra de cuyes criollos de diversos lugares del país, principalmente de la sierra central; así como con el estudio de la caracterización de las crianzas tradicionales y del desarrollo de la domesticación que existía en ese entonces (Solórzano & Sarria, 2014). Posterior y progresivamente se sumaron a este objetivo otras instituciones con importantes aportes.

Este mamífero tiene alta presencia y preferencia con fines productivos de carne en amplias zonas con problemas de alimentación especialmente proteica de Ecuador, Perú, Bolivia y en el sur de Colombia; sin embargo, también se viene realizando investigaciones en otras partes del mundo, más precisamente en África, en donde se indica que la crianza de cuyes es una forma asequible de afrontar la desnutrición de mujeres rurales y de sus familias, así como una forma sostenible de generar ingresos para dichas poblaciones (Niba *et al*, 2012). Todo ello sin excluir su potencial empresarial que viene incrementándose en el Perú durante los últimos años.

Fenotípicamente los cuyes son clasificados con diversos criterios como la forma de su pelo,

identificándose -en los países andinos- cuatro tipos diferenciados; el tipo 1, animales de pelo lacio, corto y pegado al cuerpo, pudiendo presentar algunas veces un remolino en la frente; el tipo 2, que se caracteriza por tener el pelo corto, pero dispuestos en forma de remolinos o rosetas; distribuido en diferentes grados por todo el cuerpo. El tipo 3, que son cuyes de pelo largo generalmente lacio, debido a lo cual presentan dificultades en el apareamiento; y el tipo 4, que son animales que al nacer presentan pelo ondulado, pero a medida que van creciendo el ensortijado se pierde, tornándose en erizado. Otros criterios consideran la forma del cuerpo, el color del pelaje, el número de dedos y el color de ojos, para establecer otras clasificaciones por tipos. Cuando la diferenciación se hace por parámetros productivos, independientemente de aspectos exteriores, la clasificación se conceptúa como variedades; entendidas como grupos pre raciales, en algunas ocasiones llamados líneas (Sarría, 2011).

2.2 Sistemas de alimentación del cuy.

El cuy al ser un animal monogástrico herbívoro tiene dos tipos de digestión, una enzimática a nivel del estómago e intestino delgado y otra, muy importante, que es microbial a nivel del ciego. La actividad de cada una de estas formas va a depender de la composición de la ración (Meza *et al*, 2014). Siendo por esta razón que al cuy se le considera un animal muy versátil en su alimentación.

La alimentación de esta especie en cría tecnificada comúnmente involucra el uso paralelo de forraje verde y alimento balanceado; el primero es empleado como alimento de volumen, aporte de agua y vitaminas (en especial de vitamina C); mientras el alimento balanceado es suministrado básicamente como aporte proteico y energético, así como de minerales, vitamina y otros complementos (Solorzano & Sarría 2014).

En este sentido, según Aliaga *et al*. (2009) y Chauca (2018), se han configurado tres sistemas genéricos para atender la alimentación de cuyes tal como se mencionó con anterioridad, que son: el sistema de alimentación con solo forraje, el sistema de alimentación mixta (forraje y balanceado) y el sistema de alimentación integral (solo balanceado).

2.2.1 Sistema de alimentación con solo forraje.

El cuy es una especie herbívora por excelencia, su alimentación natural e histórica ha sido en base a forraje verde y ante el suministro de diferentes tipos de alimentos, siempre muestra su preferencia por los vegetales. Sin embargo, Sarría (2011) indica que con este sistema de alimentación no se logra cubrir los requerimientos nutricionales de los cuyes en general, y

mucho menos de los mejorados; generando bajo nivel en la productividad y producción.

De otro lado, en esta opción, la producción animal se hace severamente dependiente del forraje, tanto por su disposición estacional como por la distancia y costo de este recurso en cada momento y lugar.

2.2.2 Sistema de alimentación mixta.

El sistema de alimentación mixta busca complementar al forraje con los aportes del balanceado, ayudando al animal a exteriorizar sus cualidades genéticas mejorando su conversión alimenticia e incrementos de peso, en contraste con el sistema de alimentación con solo forraje. Según Sarria (2011), las ventajas de este sistema, sobre el uso exclusivo de forraje, se encuentran en el aporte necesario para cubrir los requerimientos nutricionales del cuy, lo que conlleva a una mayor productividad y, por ende, producción; mientras que la desventaja radica en que se requiere mayor capital de trabajo y una directa dependencia de la relación costo/precio de cada coyuntura para su viabilidad.

En la Tabla 1, se muestra la performance reportada por la Universidad Nacional Agraria La Molina, como fabricante de una línea de balanceado mixta (Vergara *et al*, 2008).

Tabla 1: Performance de cuyes mejorados en crecimiento – engorde con alimento mixto de la UNALM

Edad Semanas	Peso vivo ⁽¹⁾ (g)	Ganancia de peso (g)		Consumo de alimento ⁽²⁾ (g)		Conversión alimenticia ⁽³⁾	
		semanal	acumulado	Semanal	acumulado	semanal	Acumulado
Nacimiento	150	--	--	--	--	--	--
1	190	40	40	38	38	1.35	1.35
2	280	90	130	116	154	1.49	1.45
3	390	110	240	176	330	1.99	1.70
4	500	110	350	242	572	2.60	1.98
5	620	120	470	276	848	2.82	2.19
6	750	130	600	314	1,162	2.98	2.36
7	860	110	710	350	1,512	4.05	2.63
8	970	110	820	360	1,872	4.22	2.84
9	1,060	90	910	412	2,284	5.90	3.14

1) Peso promedio de nacimiento (ambos sexos).

2) Consumo de alimento en base tal como ofrecido (90% de materia seca).

3) Conversión alimenticia en base al consumo de materia seca.

FUENTE: Vergara et al. (2008).

2.2.3 Sistema de alimentación integral.

Este sistema de alimentación se denomina así debido a la exclusión absoluta de forraje y la incorporación de vitamina C sintética en el balanceado. Aliaga *et al* (2009) mencionan que la alimentación balanceada exclusiva se presenta en la actualidad como una alternativa interesante, puesto que la crianza de cuyes en nuestro medio depende mucho del forraje, recurso cada vez más escaso, distante y costoso. También indica que al utilizar el balanceado como único alimento, se requiere adicionar vitamina C, puesto que el organismo del cuy no tiene la capacidad genética de sintetizarla. Lo que obliga a preparar una buena ración para satisfacer todos los requerimientos nutricionales del cuy, incluyendo también el aporte de agua permanente e higiénica; y un apropiado nivel de fibra. En la Tabla 2, se presenta la performance reportada por la Universidad Nacional Agraria La Molina, como fabricante de un alimento integral (Vergara *et al*, 2008).

Tabla 2: Performance de cuyes mejorados en crecimiento - engorde con alimento integral de la UNALM, sin uso de forraje verde

Edad semanas	Peso vivo (g)	Ganancia de peso (g)		Consumo de alimento ⁽²⁾ (g)		Conversión alimenticia	
		Semanal	Acumulado	Semanal	Acumulado	Semanal	Acumulado
Nacimiento (1)	155	--	--	--	--	--	--
1	205	50	50	36	36	0.72	0.72
2	300	95	145	120	156	1.26	1.08
3	410	110	255	228	384	2.07	1.51
4	520	110	365	310	694	2.81	1.90
5	640	120	485	370	1,064	3.08	2.19
6	760	120	605	420	1,484	3.5	2.45
7	880	120	725	476	1,960	3.97	2.70
8	980	100	825	540	2,500	5.40	3.03
9	1,080	100	925	576	3,076	5.76	3.33

⁽¹⁾ Peso promedio de nacimiento (macho y hembra).

⁽²⁾ Consumo de alimento en base tal como ofrecido (90% de materia seca).

FUENTE: Vergara et al. (2008).

2.2.4 Comparación entre sistemas de alimentación.

Desde el inicio de la tecnificación del cuy, como especie productora de carne para el poblador, principalmente rural y andino de Sudamérica, son diversas las investigaciones y análisis comparativos entre los sistemas antes mencionados. En un comienzo se demostró que la suplementación de balanceados era significativamente mejor que el uso de solo forrajes o vegetales; sin embargo, con el paso de los años el progreso genético de la especie induce a suponer -con bases certeras- que se debe haber acrecentado esta dependencia.

Comparando los tres sistemas, Benito (2008) probó diferentes niveles de vitamina C en concentrados integrales, obteniendo conversiones alimenticias entre 3.1 y 3.3 en las dietas que excluían forraje verde, y 3.6 en el tratamiento de solo forraje, utilizando rastrojo de brócoli para tal efecto.

Trabajos comparativos entre la opción mixta y la integral son los de Reynaga (2018) quien comparó estos sistemas en cuyes de los genotipos Perú, Inti y Andina; Carbajal (2015) quien comparó el alimento balanceado mixto y balanceado integral de la marca "La Molina", con un balanceado local y Vargas (2014) quien evaluó cuyes de la variedad Cieneguilla-UNALM del destete hasta los 70 días de vida bajo sistemas de alimentación integral y mixto, denotando en todos los casos, tendencias de mejor rendimiento en diversos índices para la alternativa integral. Cayetano (2019) evaluó los sistemas de alimentación mixto e integral en diferentes genotipos: Cieneguilla (UNALM), Perú (INIA), Cuy G (IVITA-Mantaro) e Inkacuy (*Católica Sedes Sapientiae*); obteniendo por efecto aislado del sistema de alimentación que ambas alternativas son iguales en ganancia de peso promedio diario ($P > 0.05$). Sin embargo, en cuanto a conversión alimenticia reportó diferencias significativas ($P < 0.05$) a favor del sistema de alimentación integral.

Contrariamente, Chauca *et al.* (2011) hallaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la ganancia de peso diaria a favor del sistema de alimentación mixto en cuyes de la denominada línea sintética del INIA con sede en el distrito de La Molina. Reportando para la estación de verano bajas ganancias diarias tanto en el sistema de alimentación mixto (9.25 g/d) como en el sistema de alimentación integral (8.01 g/d).

2.3 Requerimientos nutricionales.

En la actualidad se cuenta con dos tipos de listados de requerimientos nutricionales, uno muy detallado por nutrientes, pero sin diferenciación por etapa fisiológica, determinados para cuyes de laboratorio que es publicado por el National Research Council de los EE.UU. de Norte América (NRC, 1995); y otros estimados para el cuy con fines zotécnicos, uno de los cuales fue tabulado por Vergara (2008) denominado “Estándares nutricionales recomendados para cuyes mejorados”. En la Tabla 3 se muestra los requerimientos nutricionales del NRC y en la Tabla 4 los estándares nutricionales de Vergara (2008). En general, siempre será conveniente trabajar con diferentes requerimientos por etapa productiva, condicionado a que sean correctamente determinados.

Tabla 3: Requerimientos nutricionales del cuy (NRC)

Nutrientes	Concentración en la dieta
Energía digestible (Mcal/kg)	3.0
Proteína (%)	18.0
Fibra (%)	15.0
Aminoácidos (%)	
Lisina	0.8
Metionina	0.4
Metionina + Cistina	0.6
Arginina	1.2
Treonina	0.6
Triptófano	0.2
Minerales (%)	
Calcio	0.8
Fósforo	0.4
Sodio	0.2
Vitaminas (%)	
Vitamina C (mg/100gr)	20.0

FUENTE: NRC, 1995.

Tabla 4: Estandares nutricionales recomendados para cuyes mejorados

Nutrientes	Etapas			
	Inicio	Crecimiento	Acabado	Gestación/ lactación
Energía digestible (Mcal/kg)	3.0	2.8	2.7	2.9
Proteína (%)	20.0	18.0	17.0	19.0
Fibra (%)	6.0	8.0	10.0	12.0
Aminoácidos (%)				
Lisina	0.9	0.8	0.8	0.9
Metionina	0.4	0.4	0.3	0.4
Metionina + Cistina	0.8	0.7	0.7	0.8
Arginina	1.3	1.2	1.1	1.2
Treonina	0.7	0.6	0.6	0.6
Triptófano	0.2	0.2	0.2	0.2
Minerales (%)				
Calcio	0.8	0.8	0.8	0.8
Fósforo	0.4	0.4	0.4	0.4
Sodio	0.2	0.2	0.2	0.2
Vitaminas (%)				
Vitamina C (mg/100gr)	30.0	20.0	20.0	20.0

FUENTE: Vergara, 2008.

2.4 Parámetros productivos.

La eficiencia del objetivo cárnico del cuy en su conjunto está constituida y se mide con parámetros productivos como son, pesos e incremento de peso, consumo de alimentos, conversión alimenticia y mortalidad, entre otros.

2.4.1 Pesos y ganancia de peso.

Los factores ambientales que más influyen en el crecimiento animal son el genético, el nutricional y el clima. Las ganancias de peso también están relacionadas directamente con otros factores como sanidad, manejo, instalaciones y equipos.

Es generalmente reconocido que el incremento de peso es un factor determinado por la calidad y cantidad del alimento consumido por los animales, así como por la calidad genética de estos. Para el periodo de crecimiento, las ganancias totales de peso que se reportan en investigaciones y publicaciones afines obviamente dependen de muchos factores, entre los principales está la duración del periodo en cada experimento; por lo que es mejor referirse a los incrementos promedios diarios, sin excluir del análisis, la duración del proceso.

En cuanto a esto último, Camino (2011) indica que, por efecto del factor genético, existen diferencias significativas a favor del genotipo Cieneguilla - UNALM, en cuanto al peso vivo final, reportando 1,276 y 1,154 g a las doce semanas de vida para Cieneguilla - UNALM y Perú - INIA, respectivamente; significando incrementos diarios ($P < 0.05$) de 15.6 y 13.6 g para dichos genotipos. Ferrari (2014) obtiene promedios de 11.3 g de ganancia diaria de peso vivo en siete semanas de engorde, con animales criados bajo un sistema mixto (alimento balanceado y rastrojo de brócoli). Con el mismo sistema, pero haciendo uso de un alimento de inicio durante dos semanas iniciales después del destete y otro de crecimiento durante cuatro más, en combinación con chala como forraje, permitió a Huamaní et al (2016) obtener ganancias promedio diarias de 16.7 g.

En cuanto al sistema integral, Vargas (2014) reporta 13.5 g de ganancia de peso diaria con balanceado integral y 11.4 g/día con balanceado y forraje chala, evaluando cuyes de la variedad Cieneguilla hasta las diez semanas de vida (ocho semanas de crecimiento); encontrando diferencia estadística ($P < 0.05$) entre estos valores, así como en los incrementos totales. Jara (2013) reporta que durante siete semanas tuvo una ganancia total de peso de 823.0 g y 16.8 g para ganancia diaria con balanceado integral, mientras que Reynaga (2018) en el mismo tiempo reporta 655.6 g en ganancia de peso total y 13.4 g para ganancia de peso promedio diaria. Y, Carbajal (2015) que obtiene 17.5 g de ganancia de peso diaria con balanceado mixto "La Molina" más alfalfa *ad libitum*; y tan solo de 12.1 g con balanceado integral también de la marca "La Molina".

En cuanto a la densidad de crianza como factor influyente en el desarrollo de los cuyes, Cáceres *et al* (2004) evaluando el área requerida por los cuyes criados en pozas, observan que el espacio vital (m^2/cuy) y la ganancia de peso están directamente relacionadas; en cuanto a machos se refiere, esta respuesta lineal es estadísticamente significativa al espacio disponible; sin embargo, en el caso de las hembras, no fue así; ya que no se presentó un patrón de respuesta estadísticamente significativo ($P > 0.05$).

Airahuacho (2007), al evaluar durante siete semanas cuyes del genotipo Cieneguilla - UNALM, obtuvo ganancia total de peso de 792.0 g con promedio diario de 16.2 g usando una ración conteniendo 3.0 Mcal/kg de ED, que hacía una cobertura adecuada del nivel de nutrientes recomendado por el NRC (1995). Chauca *et al.* (2008), afirman que los promedios de ganancia diaria y total del genotipo Perú durante seis semanas de engorde fueron de 16.9 g y 711.0 g, respectivamente. Mientras que, Villafranca (2003) no encontró diferencias

significativas entre tratamientos al evaluar durante siete semanas tres niveles de fibra en cuyes del genotipo Cieneguilla-UNALM en crecimiento y engorde, reportando ganancias totales de peso de 627.0, 632.0, 630.0, 651.0 g/cuy y ganancias diarias de 12.79, 12.89, 12.86 y 13.29 g con los tratamientos T1 (10% de fibra, solo concentrado), T2 (12% de fibra, solo concentrado), T3 (14% de fibra, solo concentrado) y T4 (12% de fibra, forraje y concentrado), correspondientemente.

Con relación a pruebas de alimentación con germinados en cuyes, Herrera y Núñez (2007) obtuvieron pesos de 820 gramos, con machos de alrededor de 80 días de edad, que habían consumido durante 60 días solo FVH de cebada germinada, sin solución nutritiva. Y, Tubón (2013), que obtuvo 731.7 gramos de ganancia de peso total en cuyes a la décimo tercera semana de evaluación, en el tratamiento de FVH cebada más balanceado.

2.4.2. Consumo de alimento.

El consumo de alimento es la diferencia de alimento ofrecido menos el alimento residual. Para los cuyes, los alimentos comunes son frecuentemente forraje verde y alimento balanceado. El forraje es un alimento de volumen que proporciona a los animales agua, fibra y nutrientes como la vitamina C. Por otro lado, el alimento balanceado actúa como suplemento energético y proteico que favorece el crecimiento adecuado de los cuyes (Sarria, 1999; citado por Roca Rey, 2001).

El consumo es un indicador muy relacionado, además de la edad del cuy, con la disponibilidad de agua, temperatura ambiental y nivel de energía de la dieta ofrecida al animal. Comparando sistemas de alimentación, Camino (2011) reporta consumo de materia seca de 49.8 y 47.3 g/día con dietas mixta e integral, respectivamente; misma tendencia que muestra Vargas (2014), con valores de 54 y 53 g/día de consumo en materia seca para dietas mixta e integral, correspondientemente. Datos que también son cercanos a los reportados por Ferrari (2014), quien, haciendo uso del sistema mixto, tras una evaluación de siete semanas, obtiene promedios diarios de 49.18 y 52.33 g de materia seca en pozas y jaulas; detectando diferencia significativa ($P < 0.05$). Caso contrario ocurre con Huamaní (2017) quien, haciendo uso del mismo sistema mixto de alimentación, con la diferencia de tener una evaluación de seis semanas; no encuentra diferencias estadísticas entre el consumo diario promedio en pozas y en instalaciones de piso emparrillado, con datos de 67.22 y 66.84 g/d de consumo en materia seca, respectivamente. Similares a los obtenidos por Cayetano (2019), que por efecto aislado del sistema de alimentación obtuvo consumos diarios en

materia seca entre 69.80 g y 83.87 g., para las alternativas integral y mixta, respectivamente con diferencia significativa entre ellos ($P<0.05$). El mismo autor, por el factor del genotipo, reporta consumos diarios promedios en materia seca de 74.60 g (Cieneguilla), 73.73 g (Perú), 78.97 g (Cuy G) y 80.03 g (Inkacuy); encontrando diferencia significativa ($P<0.05$) de los dos primeros datos con respecto a los otros dos. Reynaga (2018) reporta promedios de 43.95 g (Perú), 37.57 g (Andina) y 37.32 g (Inti) de consumo de materia seca al día, siendo el genotipo Perú el que presenta el consumo más alto ($P<0.05$).

2.4.3. Conversión alimenticia.

Este indicador mide la eficiencia de transformación de los alimentos en ganancia de peso (consumo total de alimento en M.S. para ganar un kg. de peso vivo) siendo un parámetro sumamente importante en la explotación animal, puesto que la alimentación representa entre el 60 y el 80 por ciento de los costos totales en la producción de cuyes (Solórzano & Sarria, 2014).

La conversión alimenticia varía en función al tipo de alimento utilizado; así, con una alimentación exclusivamente a base de concentrado se encuentra entre 3.5 y 6.5; mientras que con una alimentación a base de forraje verde y concentrado se eleva entre, 7.0 y 10.0. Sin embargo, evaluaciones más recientes muestran mejora significativa de este índice por el avance genético de los cuyes. Al respecto, Camino (2011) obtiene diferencias significativas en la conversión alimenticia (CA) por efecto de los genotipos, observando que la variedad Cieneguilla - UNALM tuvo un valor de 3.13, superior ($P<0.05$) a lo registrado con el genotipo Perú que llegó a 3.42. Villafranca (2003), al evaluar tres niveles de fibra en el alimento balanceado (10, 12 y 14 por ciento) con cuyes del genotipo Cieneguilla-UNALM y con una alimentación excluyente de forraje verde, observó conversiones alimenticias semejantes ($P>0.05$) con valores promedio de 2.27, 2.42 y 2.51 respectivamente; mientras el valor registrado con el tratamiento testigo a base de forraje verde más balanceado (con 12 por ciento de fibra) fue 3.11, marcando diferencia estadística en favor a los anteriores. Chauca *et al.* (2005), reportaron una conversión alimenticia similar a la antes indicada con el valor de 3.03 para el genotipo Perú alimentado a base de concentrado y forraje verde (sistema mixto) por un periodo de seis semanas de engorde. Empleando el sistema integral, Airahuacho (2007), con cuyes del genotipo Cieneguilla-UNALM, obtuvo el promedio de 3.38 con 3.0 Mcal/kg de ED, donde también se cubrían los demás nutrientes recomendado por el National Research Council (NRC, 1995).

Barrera *et al.* (2018) habiendo evaluado en Ecuador el efecto de las instalaciones sobre los parámetros productivos de cuyes negros, determinaron datos de conversión bastante ineficientes, siendo 11.73 en pozas y 11.15 en jaulas, con un sistema de alimentación mixta; valores que podrían deberse a una genética poco desarrollada, que no se especifica en el reporte. Por otro lado, con una genética determinada y por efecto aislado del sistema de alimentación, Cayetano (2019) reporta conversiones de 5.34 y 6.16 para los sistemas integral y mixto, respectivamente; Vargas (2014) obtiene 3.88 y 4.51 para el mismo orden de sistemas; mientras que Reynaga (2018) menciona 2.81 y 3.26 para el sistema integral y mixto, respectivamente. Este último con datos cercanos a los reportados por Chauca (2018), que muestra una conversión alimenticia acumulada a las nueve semanas de vida, de 2.93 con un sistema integral y 3.1 en un sistema de alimentación mixto en animales de alta selección. Huamaní (2017) informó conversiones alimenticias de 3.91 en jaulas y 4.12 en pozas, evidenciando diferencia significativa ($P < 0.05$) en favor de las primeras. Finalmente, con el sistema de alimentación mixto, y realizando otra evaluación de cuyeras, Ferrari (2014) no obtiene diferencias significativas ($P > 0.05$) en cuanto a la conversión alimenticia, arrojando datos de 4.55 y 4.46 en jaulas y pozas, respectivamente. En la Tabla 5, se presenta un compendio de valores para incremento diario, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa, por diferentes autores en pruebas de alimentación

Tabla 5: Parámetros productivos del cuy

AUTORES	PESOS (g)				CONSUMO de M.S. (g)	C.A.	R.C. (%)	TIEMPO
	PI	PF	GT	GD	Diario			Semanas de evaluación.
Cerna ¹ 1997	335	1046	711	16.9	51.3	3.0	72.6	6
Villafranca ² 2003	345	996	651	13.3	41.3	3.1	74.5	7
Milla ³ 2004	224	943	719	9.3	57	6.1	64.1	11
Torres ⁴ 2005	304	1041	737	13.2	48.2	3.7	71.8	7
Valverde ⁵ 2006	248	1044	797	16.3	52.6	3.3	73.2	7
Remigio ⁶ 2006	297	1121	825	14.7	53.3	3.6	68.2	7
Santa Cruz ⁷ 2006	279	1059	780	15.9	49.4	3.1	73.8	7
Airahuacho ⁸ 2007	357	1149	792	16.2	54.6	3.4	71.3	7
Benito ⁹ 2007	313	1124	810	16.5	51.3	3.1	68.9	7

PI: Peso inicial; PF: Peso final; GT: Ganancia total de peso; GD: Ganancia diaria; MS: Materia seca; PV: Peso vivo; CA: Conversión alimenticia; RC: Rendimiento de carcasa; T: Tiempo de evaluación.

¹ T2 (15% de Orujo), ² T4 (Forraje + Concentrado con 12% Fibra), ³ T4 (Forraje + Concentrado con 20% PC), ⁴ T2 (2.8 Mcal/kg ED - 18% PC), ⁵ (2.8 Mcal/kg ED - 18% PC), ⁶ T6 (0.84% lisina - 0.79% met + cist.), ⁷ T1 (0% Cascarrilla de arroz), ⁸ T1 (3.0 Mcal/kg ED - 100% densidad nutrientes NRC), ⁹ T6 (110 mg Vit C/100 g alimento).

FUENTE: Ccahuana, 2008.

2.4.4. Mortalidad.

En toda población de animales se presenta siempre un porcentaje de mortalidad considerado como normal, ya sea en reproductores por problemas de parto, accidentes, afecciones circunstanciales, etc.; en los recién nacidos y lactantes debido a muertes por aplastamiento, asfixia, diarreas, etc.; así como en la recría -durante el crecimiento y engorde- por enfermedades infecciosas, parasitarias o incluso accidentes. Dentro de las enfermedades infectocontagiosas más comunes, que afectan al cuy durante el crecimiento se tiene la salmonelosis y la pasteurelisis; siendo por tanto muy frecuentes las afecciones digestivas y respiratorias; como diarreas, neumonías y resfríos. Los índices de mortalidad pueden alcanzar hasta 5 por ciento en reproductores, de 10 a 15 por ciento desde el nacimiento hasta el destete y de 5 a 8 por ciento en la recría (Sarria, 2011). Dulanto (1999) encontró un porcentaje de mortalidad de 6.3 por ciento durante la recría en su evaluación de las líneas Perú, Andina e Inti del INIA.

La mortalidad en la crianza de cuyes se encuentra influenciada en su mayor parte por problemas de manejo e instalaciones, que derivan en desmejoramiento de los ejemplares y muerte (Solórzano & Sarria, 2014).

Espinoza (2005), citado por Damas (2018), menciona que, la prevención y control de enfermedades infecciosas y parasitarias, son más importantes que el mejor de los tratamientos curativos que se puedan utilizar. La presentación de enfermedades se origina generalmente por falta de higiene, demasiado número de animales por unidad de superficie (hacinamiento por sobre densidad) ambientes deficientemente ventilados, alta humedad, cambios bruscos de temperatura, alimentación y manejo inadecuado.

Al respecto, Sarria (2011), recomienda como medidas básicas de bioseguridad y política sanitaria las siguientes: cuidado especial en la adquisición inicial del plantel (reproductores); observación permanente de los animales; restringir el ingreso de personas extrañas, limpieza permanente con equipo adecuado; aislar y/o eliminar animales enfermos o sospechosos; desinfección en los ingresos al galpón y a la granja (pediluvios); alimentos y agua limpia (cuidado con pocillos empleados en pozas); evitar el ingreso de perros, ratas y otros animales portadores y depredadores, etc.; así como evitar la asistencia a ferias u eventos no garantizadas; practicar el *Vacío Sanitario*, que consiste en tener más pozas o jaulas que las estrictamente necesarias, para realizar limpieza y desinfecciones mucho más efectivas. Uso de material absorbente como cama de las pozas, sobre todo en medios y estaciones húmedas.

Mantener la cama seca; cambios graduales de alimentos e insumos y la más rápida detección y control de afecciones.

2.4.5. Rendimiento de carcasa.

Chauca (1997), observa rendimientos de carcasa de 54.43, 63.40 y 67.38 por ciento con cuyes criollos, cruzados y mejorados, respectivamente. De otra parte, se afirma que el tiempo de ayuno antes del beneficio distorsiona los valores porcentuales del rendimiento de carcasa; de esta manera con animales sin ayuno se alcanza rendimientos de carcasa de 54.48 por ciento, inferiores a los reportados con 24 horas de ayuno que llega a 64.37 por ciento.

Por su parte, Roca Rey (2001), no observó diferencias estadísticas en el rendimiento de carcasa (74.20, 76.87 y 73.54 por ciento), al evaluar el efecto del genotipo en animales de engorde procedentes de Cajamarca, Lima y Arequipa, correspondientemente. Chauca *et al.* (2005), reportaron a las ocho semanas de edad un rendimiento de carcasa de 72.64 por ciento en el genotipo Perú. En otro estudio, Inga (2008), evaluando dos niveles de energía digestible y dos niveles de fibra cruda con el mismo genotipo anterior obtuvo rendimientos de carcasa de 70.8 y 72.8 por ciento a las nueve semanas de edad con alimentación integral y mixta respectivamente; ambos con 2.8 Mcal/kg de ED y 8 por ciento de fibra cruda. Del mismo modo, Camino (2011), muestra promedios de 73.3 y 72.4 por ciento de rendimiento de canal, sin diferencia ($P>0.05$) entre los genotipos Cieneguilla y Perú; afirmando -sin embargo- que el tipo de alimentación puede afectar el rendimiento de carcasa, ya que los forrajes al tener una tasa de pasaje más lenta, por su menor digestibilidad, hacen que el alimento prolongue su presencia en el tracto digestivo, distorsionando el peso vivo final.

Vargas (2014) tampoco encontró diferencias en este parámetro, determinando 69.65 y 69.57 por ciento para los sistemas integral y mixto, respectivamente. Y, Vílchez (2014) concluye que las dietas con densidades nutricionales correspondientes a los niveles de energía digestible de 3.2 y 3.3 Mcal/Kg mejoran significativamente el rendimiento de carcasa a las nueve semanas de edad.

Huamaní *et al* (2016), evaluando el crecimiento y engorde de cuyes mejorados de 21 a 70 días de edad, (50 días efectivos) con los sistemas mixto, integral y solo forraje (alfalfa), determinaron mejores conversiones alimenticias y rendimientos de carcasa e iguales entre sí ($P>0.05$), para los tratamientos que usaban balanceado, con y sin forraje. Mientras que los rendimientos en el caso de solo forraje fueron inferiores ($P<0.05$) en estos indicadores, así como en el consumo de materia seca y en ganancias de peso, según se aprecia en la Tabla 6.

Tabla 6: Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento y engorde

Parámetros	Alfalfa verde	Alimentación mixta	Alimentación integral
Consumo alimento, g MS/cuy	1953.5 ^c	2478.3 ^a	2166.5 ^b
Ganancia de peso total, g	416.2 ^c	678.3 ^a	592.8 ^b
Ganancia de peso diaria, g	8.32 ^c	13.57 ^a	11.86 ^b
Conversión alimenticia	4.7 ^a	3.7 ^b	3.7 ^b
Rendimiento carcasa, %	69.8 ^b	72.7 ^a	73.7 ^a

^{a,b} Superíndices diferentes dentro de filas indican diferencia estadística ($p < 0.05$)

FUENTE: Huamaní *et al.*, 2016.

2.5 Cultivos hidropónicos.

2.5.1. El forraje verde hidropónico.

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 un periodo de 9 a 15 días, captando energía del sol y asimilando usualmente minerales de una solución nutritiva en donde no se utiliza ningún sustrato. El FVH o “*green fodder hydroponics*” es un forraje fresco, de alta digestibilidad, palatabilidad y calidad nutricional, muy apto para la alimentación animal (FAO, 2001).

La hidroponía, es una técnica empleada para producir alimento en zonas donde es escasa o nula la presencia de campos forrajeros, utilizando entre 30 a 50 veces menos agua que para producir rendimiento similar a los cultivos sembrados en suelo, pero en una superficie cien veces menor y sin utilización de agroquímicos. El FVH posee el suficiente valor nutricional como suplemento alimenticio ideal para mantener al ganado vivo en temporadas de sequía severa o ausencia de forraje verde (López *et al.*, 2012).

2.5.2. Ventajas del uso de forraje verde hidropónico.

Ruiz (1996) indica que la gran palatabilidad, como su alta asimilación nutritiva del FVH de cebada genera un aumento en la fertilidad de los cuyes, siendo por ello que es una interesante alternativa alimenticia. La adopción de esta técnica puede ser muy conveniente porque permite conseguir diversas ventajas entre las que se identifican:

- La producción de forraje verde hidropónico no usa suelo, sino únicamente agua y en poca cantidad, sumándole a ello que se evita la evaporación y el drenaje de este vital componente.
- Con la producción de forraje verde hidropónico se puede satisfacer las necesidades alimenticias de los animales herbívoros, durante todo el año, es decir no hay efecto negativo de ninguna significancia en épocas de heladas o sequías.
- El consumo del forraje verde hidropónico es total, puesto que se comen raíces, tallo y las hojas verdes; así como también los restos de semillas.
- El forraje se puede cultivar en áreas muy pequeñas en comparación con los campos tradicionales destinados a la producción de forraje convencional, y en periodos de tiempos muy cortos debido a la mayor precocidad de producción de los granos de cereales.
- El forraje se puede producir en el sitio de consumo, no siendo necesario el transporte, almacenamiento ni el ensilado, ya que su producción es diaria e *in situ*.
- Los gastos de mano de obra, maquinarias, fertilizantes, insecticidas, plaguicidas, etc. son prácticamente nulos, comparado con cultivos convencionales, lo cual genera un producto de calidad, y en su mayoría, libre de agroquímicos.

2.5.3. Sistema de producción del forraje verde hidropónico.

El sistema de producción de forraje verde hidropónico tiene una duración de 9 a 15 días y consta de cuatro etapas bien diferenciadas, según se describe a continuación:

La **primera etapa** denominada “tratamiento de la semilla”, es donde se inicia todo el proceso, empezando con el remojo de la semilla por 24 horas exactas, luego de lo cual se procede con el lavado de la misma; lo que se hace con una solución de hipoclorito de sodio, conocido comercialmente como lejía al 1 por ciento (10 ml por litro de agua). El lavado tiene como objetivo principal eliminar hongos, bacterias e impurezas; con la lejía eliminamos prácticamente todos los patógenos que han podido estar alojados en las semillas. El uso de la lejía también nos ayuda a ablandar la cutícula de la semilla para la futura germinación, pero este remojo no puede exceder de tres minutos, ya que perjudicaría su viabilidad. Finalizado el remojo, las semillas deben tener un enjuague riguroso; el cual se realiza con agua corriente con la finalidad de eliminar los restos de lejía. Después del lavado y enjuague, las semillas son trasladadas a jabas o recipientes con agujeros para que el agua en exceso drene durante 24 horas más, pasado este tiempo se riega y se deja drenar por otras 24 horas. Culminando estos tres días se pasará a la siguiente etapa (FAO, 2001).

La **segunda etapa** o “etapa de germinación”, se inicia el cuarto día, y consiste en colocar las semillas en algún recipiente liso, inclinado y con agujeros en el extremo para que el agua no se acumule a la hora del riego; el lugar donde se traslada esta bandeja se le denomina cámara de germinación, este ambiente es totalmente cubierto por un plástico negro que evita la entrada de luz, siendo ahí donde estarán durante cinco días. El riego es por nebulización durante tres minutos; mientras que el número de riegos depende de la humedad del germinado, es decir cada vez que esté seco es ideal regarlo, con fines prácticos se riega tres veces al día (FAO, 2001).

La **tercera etapa** o “etapa de producción” se inicia el noveno día, donde las plántulas que fueron germinadas en la segunda etapa son trasladadas al estante de producción, donde se tiene como finalidad hacer ganar biomasa al sembrío de la bandeja mediante la fotosíntesis, es decir es importante la participación de la luz en este paso; sin embargo, la iluminación tiene que ser de forma indirecta. El riego es por goteo y aspersion, el tiempo y el intervalo de riego es igual que en la segunda etapa. La duración de dicha etapa es de seis días, al cabo de lo cual, el forraje debe tener 25 cm. de altura y ser de color verde, característico de la clorofila.

La **cuarta etapa** o también llamada la “etapa de aireación o secado”, se realiza al aire libre, pero bajo sombra, la finalidad de este último proceso es la eliminación de la humedad excedente, debido a que un exceso de agua genera problemas gastrointestinales en los animales, como gases y timpanismo. La duración de esta etapa varía de cuatro a doce horas, dependiendo de la temperatura ambiental.

2.5.4. Valor nutritivo del forraje verde hidropónico de cebada.

El forraje verde hidropónico de cebada proporciona todas las vitaminas solubles y libres, y las hace muy digestibles en comparación con el grano seco; esto evita el uso de vitaminas sintéticas y otros suplementos dietéticos. Por ejemplo, la vitamina E es totalmente absorbible y se encuentra en libre circulación en toda la planta joven. La vitamina C, componente esencial de cualquier sistema vitamínico que reemplaza a la vitamina A en caso de deficiencia y que es extremadamente importante para el cuy, se encuentra en altas concentraciones en este tipo de forraje (Ruiz, 1996).

El forraje verde producido por hidroponía es sumamente palatable con niveles óptimos de energía, vitaminas y minerales; su calidad general es muy alta (Less, 1983). El valor nutritivo de la cebada hidropónica a los 11 días de edad se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7: Valor nutritivo de la cebada hidropónica

Nutrientes	Nivel
Materia seca	18%
Proteína cruda	15% (en BS)
Fibra cruda	15% (en BS)
Aceites	3.5% (en BS)
Vitamina A	25 mg/Kg

FUENTE: (Lees, 1983)

En la Tabla 8 se describen los análisis proximales del germinado de cebada a los 15, 11 y 10 días de edad, reportados por algunos autores en Perú.

Tabla 8: Análisis proximal del germinado de cebada

Nutrientes	15 días (1)	11 días (2)	10 días (3)
Humedad	81.25	87.08	83.7
Materia seca	18.75	12.92	16.3
Referido a 100% de materia seca			
Proteína	18.03	13.31	13.31
Grasa	3.15	2.79	2.64
Fibra	26.82	12.07	20.61
Ceniza	5.12	4.1	4.36
NIFEX	46.88	67.72	59.08

FUENTE: (1) Orihuela, 1995; (2) Silva, 1994; (3) Carrasco, 1994

2.5.5. Uso del forraje verde hidropónico en la alimentación del Cuy.

Andrade (1983), empleando 12 machos de dos a tres meses de edad con un promedio de 471.9 gramos de peso vivo, evaluó la digestibilidad *in vivo* de la cebada germinada (T1), asociación de cebada germinada con alfalfa (T2) y alfalfa (T3) como testigo. El incremento total de peso vivo fue 48.93, 120.53 y 85.4 gramos para el orden de tratamientos establecidos. El consumo promedio de forraje fresco fue de 167.8, 181.1 y 184.0 gramos para los mismos tratamientos. El coeficiente de digestibilidad de la proteína total fue mayor para el T3 (84.40%) seguido por T1 (83.19%) y el T2 (80.56%).

Según Miranda (2014), el uso del FVH en la alimentación de cuyes conlleva a una mayor producción de leche (mayor número de crías logradas al año), posible reducción en los costos de alimentación y cobertura de las necesidades de agua y vitamina C.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar y fecha de ejecución.

La investigación se realizó en el Laboratorio de Animales Menores (LAM) perteneciente al Programa de Investigación y Proyección Social de Animales Menores (PIPSAM) de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) del 20 de setiembre al 26 de noviembre de 2017.

La ubicación geográfica del LAM es de 12° 05' 06" Latitud Sur, 76° 57' 00" Longitud Oeste y se encuentra a una altitud de 238 m.s.n.m.

La investigación tuvo una duración total de 68 días. Los primeros 14 días se destinaron para la producción de forraje verde hidropónico, los 5 días siguientes fueron de adaptación de los animales a los diferentes sistemas de alimentación, y el periodo experimental duró siete semanas (49 días).

3.2 Instalaciones y equipos.

El trabajo se llevó a cabo en el galpón de investigación del Laboratorio de Animales Menores (LAM), instalación que tiene un área de 60 (12 m de largo y 5 m de ancho). El piso es de cemento pulido con canales de drenaje, el techo es de planchas de *eternit*®, las paredes son de material noble con mallas metálicas de protección y cortinas de plástico semiautomáticas para el manejo de la correcta ventilación.

En el galpón se cuenta con diez baterías, de cuatro jaulas cada una, de las cuales se usaron cinco. También cuenta con un módulo de producción de forraje verde hidropónico y un lavadero. Cada batería tiene un área de 1.6 (2 m de largo x 0.8 m de ancho) y cada compartimiento individual de igual dimensión tiene 0.4. El módulo de producción de forraje verde hidropónico consta de una cámara de germinación, un estante de producción, 64 bandejas, un tanque de agua de 250 l. de capacidad, una electrobomba y baldes.

Se utilizaron comederos de arcilla cocida (pocillos), colocándose un comedero por jaula, requiriéndose un total de 20 pocillos para los cinco tratamientos. Para la administración del

agua también se usaron pocillos, en igual número.

Para el control de peso de los animales se empleó una balanza marca KERN de 2 kg de capacidad con 0.1 g. de sensibilidad a la que se le acopló una canastilla donde fue pesado cada uno individualmente de manera semanal. Esta balanza además fue utilizada para el pesado del alimento y los residuos de estos.

La temperatura y humedad fueron controladas con un termohigrómetro que se ubicó en el interior del galpón. La ventilación se controló mediante cortinas ubicadas en las cuatro paredes del galpón.












3.3 Producción de forraje verde hidropónico de cebada.

La producción de FVH se limita al tamaño del módulo disponible, en nuestro caso al buscar una producción constante que pueda garantizar el experimento, se verificó la capacidad de la cámara de germinación y el estante de producción. Tanto la cámara como el estante tuvieron una capacidad de albergar 32 bandejas; y basándonos en los resultados de ensayos preexperimentales se determinó que se podía producir diariamente 32 kg de FVH de cebada con el uso rotativo del número de bandejas disponibles, cantidad que supera los requerimientos de FVH que se necesitaron en la presente investigación, por lo que no hubo ningún problema, ni falta de FVH en ningún momento. También, en la etapa preexperimental se determinó que se debía sembrar 450 g. de semillas de cebada produciendo 4 kg de forraje por bandeja, cabe recalcar que cada bandeja utilizada tenía 0.19 (0.52 m de largo x 0.38 m de ancho).

De esta forma se siguió trabajando hasta el inicio de la parte experimental, dicho lapso posibilitó el perfeccionamiento del proceso y la identificación del protocolo de producción de forraje verde hidropónico adecuado a nuestra realidad, en la costa central del Perú.

En la Tabla 9 se señala el protocolo definido en la etapa preexperimental, que se utilizó en la presente investigación, este proceso tiene como base las recomendaciones de la FAO (2001).

Tabla 9: Protocolo de producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH)

Etapas	Descripción
Tratamiento de semilla	
<p>1</p>	<p>Día 1: Remojo de semilla por 24 horas.</p> <p>Día 2: Lavado de semillas con lejía comercial por tres minutos (10ml/l de agua); enjuague y oreo de la semilla en balde oscuro, tapado y con agujeros para que filtre el agua.</p> <p>Día 3: Regar la semilla en el balde con agujeros y dejarlo drenar.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Pesado </div> <div style="text-align: center;">  Remojo </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Lavado y oreo </div> <div style="text-align: center;">  Riego y oreo </div> </div>
Germinación	
<p>2</p>	<p>Días 4 al día 8: Traslado a la cámara de germinación y regar por nebulización, tres veces al día.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Día 4 </div> <div style="text-align: center;">  Día 5 </div> <div style="text-align: center;">  Día 6 </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Día 7 </div> <div style="text-align: center;">  Día 8 </div> </div>
Producción de biomasa	
<p>3</p>	<p>Días 9 al día 12: Traslado al estante de producción y regar por aspersión y goteo.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Día 12</p> <p>Día 13</p> <p>Día 10</p> <p>Día 14</p> <p>Día 11</p> <p>Día 9</p> </div> </div>
Cosecha y oreo	
<p>4</p>	<p>Día 13: Retiro de biomasa producida a un lugar ventilado y seco por 20 horas.</p> <p>Día 14: FVH Listo para consumo.</p> <div style="text-align: center;">  </div>

3.4 Animales experimentales.

Para este ensayo se emplearon 80 cuyes machos de 14 ± 5 días de edad, con un promedio de 250 a 350 g de peso vivo, provenientes de reproductores mejorados del genotipo Cieneguilla - UNALM de la Granja de Cuyes de Cieneguilla, propiedad de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Estos animales se adquirieron observando que no mostrarán ninguna presencia de afecciones externas ni síntomas visibles de enfermedades.

Los animales fueron evaluados y pesados respectivamente para luego ser identificados mediante aretes de metal en las orejas. Luego se formaron cinco tratamientos, cada uno de los cuales estuvo conformado por cuatro repeticiones de cuatro animales en cada una. Los animales se repartieron al azar en cada uno de los tratamientos, de esta manera se obtuvo un total de 20 unidades experimentales (jaula) con cuatro animales destetados machos en cada una.

3.5 Tratamientos.

Los tratamientos fueron estructurados teniendo como base el FVH de cebada como modalidad de producción de forraje verde en condiciones de no disponibilidad de tierra. En tal sentido el FVH fue proporcionado solo y también suplementado con alimento balanceado producido en la Planta de Alimentos de la UNALM. Comparándose, además, con el sistema de alimentación mixta con forraje chala y con el sistema integral, sin aporte de forraje. En la Tabla 10 se detallan los tratamientos indicando los sistemas de alimentación correspondientes.

Tabla 10: Tratamientos y sistemas de alimentación

Tratamiento 1	Alimento balanceado integral
Tratamiento 2	Forraje verde hidropónico (FVH) al 100%
Tratamiento 3	Chala al 100%
Tratamiento 4	Alimento balanceado mixto con FVH
Tratamiento 5	Alimento balanceado mixto con chala (Testigo)

3.6 Alimentación.

3.6.1. Alimento balanceado mixto e integral.

Los balanceados se suministraron *ad libitum*, en horas de la mañana junto con el forraje. A los tratamientos 4 y 5 se les suministró balanceado mixto - crecimiento y al tratamiento 1, balanceado integral – crecimiento. Tanto el balanceado mixto - crecimiento y balanceado integral - crecimiento fueron adquiridos en la Planta de Alimentos Balanceados del PIPS en Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.6.2. Forraje verde hidropónico.

Para la producción de forraje verde hidropónico (FVH) de cebada se utilizó semilla proveniente de un mismo lote, adquirido del Mercado Mayorista “Caquetá”. Este germinado fue empleado como forraje en los tratamientos 2 y 4.

El forraje hidropónico de cebada se suministró *ad libitum*, controlándose el consumo diariamente. El suministro se realizó una sola vez al día, siempre a la misma hora durante la mañana, luego de ser cosechado y oreado desde el día anterior.

3.6.3. Chala.

La chala para los tratamientos 3 y 5 también se suministró *ad libitum*, controlándose el consumo diario por diferencia con el residuo del día anterior. El suministro se realizó una sola vez al día, durante la mañana. El forraje de maíz chala provino del Fundo de la UNALM, y se ofreció a los tratamientos correspondientes cuando estaba al 10 por ciento de floración.

Los aportes nutricionales de los balanceados considerados, fueron los que indicaba el fabricante. Del mismo modo, los nutrientes del forraje chala fue el que se reporta normalmente para esta alternativa forrajera. En la Tabla 11 se presentan los valores nutricionales en tal como ofrecido y en base a metería seca de todos los alimentos considerados.

3.6.4. Agua.

El agua se suministró en pocillos y se cambió todos los días junto con el alimento. Los recipientes de agua fueron lavados a diario, para evitar posibles contaminaciones, a pesar de estar en cayeras tipo jaula, donde las patas de los animales se mantienen más limpias.

3.7 Características nutricionales.

Las características nutricionales del alimento balanceado integral, alimento balanceado mixto, chala y forraje verde hidropónico se detallan en la Tabla 11.

Tabla 11: Características nutricionales de los alimentos usados

Nutrientes	TAL COMO OFRECIDO				EN BASE SECA			
	B. Mixto (1)	B. Integral (2)	Chala (3)	FVH (4)	B. Mixto	B. Integral	Chala	FVH
Humedad	12.5	12.5	81.5	88.6	-----	-----	-----	-----
Materia seca	87.5	87.5	18.5	11.4	100	100	100	100
Proteína total (%)	18.3	19.3	1.3	1.7	20.9	22.1	7.1	14.9
Grasa (%)	5.6	4.2	0.4	0.3	6.4	4.8	1.9	2.6
Fibra (%)	9.1	11.3	7.0	2.7	10.4	12.9	37.8	23.7
Cenizas (%)	6.9	8.5	2.0	2.0	7.9	9.7	11.0	17.5
Energía (Kcal/100 g)	334.8	337.0	n/d	39.1	382.6	385.1	n/d	343.0
Vitamina C (mg/100 g)	n/d	20.0	n/d	3.0	n/d	22.9	n/d	26.3

(1) NSF INASSA, proporcionado por PIPS en Alimentos.

(2) Calidad Total, proporcionado por PIPS en Alimentos.

(3) LENA, Cayetano, J.

(4) Calidad Total.

3.8 Periodo de adaptación al alimento.

Este periodo consistió en suministrar a los animales paulatinamente la dieta de su respectivo tratamiento experimental, de modo tal que se reemplazó al 100 por ciento de su dieta en un periodo de cinco días. En la Tabla 12 se detalla el programa de adaptación que se llevó a cabo.

Tabla 12: Programa de adaptación a la dieta experimental

<u>Fecha</u>	<u>Día</u>	<u>Proceso de adaptación.</u>	
		<u>Dieta inicial</u>	<u>Dieta experimental</u>
02/10/2017	Domingo	100%	0%
03/10/2017	Lunes	80%	20%
04/10/2017	Martes	60%	40%
05/10/2017	Miércoles	40%	60%
06/10/2017	Jueves	20%	80%
07/10/2017	Viernes	0%	100% (Día 1)

3.9 Parámetros de evaluación

3.9.1 Forraje verde hidropónico

a. Rendimiento.

El rendimiento se halló al final de la última etapa de producción, comparando el peso final del FVH con el peso de las semillas utilizadas, en diecisiete lotes de germinación (Tabla 13).

b. Análisis químico.

Se efectuó el análisis químico proximal a dos muestras aleatorias de FVH, en La Molina Calidad Total – Laboratorios, de la Universidad Nacional Agraria para determinar los contenidos de humedad, proteína bruta, grasa y ceniza (anexo 1); en dichos análisis también se determinó el contenido de Vitamina C.

3.9.2 Animales.

a. Peso y ganancia de peso.

Los animales se pesaron individualmente cada semana con una balanza analítica, siempre a la misma hora, durante las mañanas y antes del suministro del alimento. Al comienzo, se tomó como peso inicial el peso final del periodo de adaptación; posteriormente los pesos finales de una semana eran los iniciales de la siguiente, lo que se hizo así sucesivamente cada semana durante las siete semanas consecutivas que duró la evaluación. La ganancia de peso total se obtuvo por diferencia del peso de la última semana menos el peso inicial; los valores se expresan en gramos.

$$\text{Ganancia de peso (GP)} = \text{Peso final (PF)} - \text{Peso inicial (PI)}$$

b. Consumo de alimento.

Para obtener el consumo del balanceado se sumó el alimento balanceado ofrecido diariamente por cada siete días y se le restó el residuo semanal; mientras que para el consumo de forraje se pesaron los residuos de forma diaria antes de ofrecer el alimento del día.

$$\text{Consumo del alimento balanceado} = \Sigma(\text{alimento ofrecido diario}) - \text{Residuo semanal}$$

$$\text{Consumo de forraje} = \text{alimento ofrecido(día anterior)} - \text{Residuo (Presente)}$$

c. Conversión alimenticia.

La conversión alimenticia se obtuvo mediante el cálculo de la ganancia de peso de cada animal por semana, estimando con ello el promedio semanal de cada repetición para relacionarlo con el consumo de alimento promedio del mismo en dicho periodo. En todos los tratamientos que usaron forraje se consideró el consumo de materia seca total. Esto se repitió semanalmente hasta la séptima semana; con lo cual se calculó la conversión alimenticia semanal, y también la conversión alimenticia total o acumulada.

Para estos efectos se aplicó la fórmula que se indica a continuación.

$$C. A. = \frac{\text{Consumo de materia seca total}}{\text{Ganancia de peso}}$$

d. Mortalidad.

La mortalidad se obtuvo mediante el conteo de los animales muertos durante el ensayo registrándose la fecha, número de animal y peso. Luego de cada deceso se realizó la respectiva necropsia. Los valores se expresan en porcentaje.

El porcentaje final de la mortalidad por tratamiento se determinó con la siguiente fórmula:

$$\% M. = \frac{\text{N}^\circ \text{ de animales muertos por tratamiento}}{\text{N}^\circ \text{ de animales por tratamiento}} \times 100$$

e. Porcentaje de carcasa.

El porcentaje de carcasa se halló beneficiando al azar a un animal de cada repetición; para ello se dejó en ayuno a los animales durante 12 horas. El lugar de ejecución del sacrificio fue el Laboratorio de Beneficio del Programa de Investigación y Proyección Social en Carnes de la Facultad de Zootecnia.

La fórmula para calcular el porcentaje de carcasa aplicada a cada animal fue la siguiente:

$$\% C. = \frac{\text{Peso de animal beneficiado}}{\text{Peso del animal en vivo}} \times 100$$

La carcasa incluyó cabeza, patas y vísceras nobles, tal como se comercializa regularmente en los mercados.

f. Retribución relativa y mérito económico.

El costo relativo por animal se halló solo en referencia al consumo valorizado del alimento en cada tratamiento. Para el caso del costo del alimento balanceado se usaron los precios comerciales del alimento marca “La Molina” de la UNALM y para el caso de la chala, se usó el precio comercial del Fundo de la UNALM. Mientras que, para hallar el costo del forraje verde hidropónico, se tomó en cuenta el precio de la semilla y se estimó el costo de mano de obra. Estos precios fueron: S/. 1.78 por kg. para el balanceado mixto, S/. 1.80 por kg. para el balanceado integral. El maíz chala se valoró en S/. 0.30 kg. y el forraje verde hidropónico en S/. 0.35 el kg.

La retribución económica relativa es la resta del ingreso por cuy (unidad o kg. de peso vivo) menos el costo del alimento consumido en cada caso. Mientras que el mérito económico representa estos mismos valores absolutos, pero expresados en porcentajes, considerando al tratamiento 5, de chala más balanceado de tipo mixto, como el testigo, asignándole 100 por ciento, para establecer la comparación con las demás opciones.

3.10 Análisis estadístico.

Se empleó el diseño experimental completamente al azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones de cuatro animales en cada una; donde los tratamientos son los sistemas de alimentación y las repeticiones las jaulas. El modelo aditivo lineal para la presente investigación es el siguiente:

$$Y_{IJ} = u + t_I + e_{IJ}$$

Dónde:

Y_{IJ} : Es la observación de la variable en estudio de la i-ésima dieta experimental y j-ésima repetición.

u : Es el efecto de la media general.

t_I : Efecto del i-ésimo tratamiento (dieta experimental).

e_{IJ} : Efecto del error experimental.

Para la estabilización de la variancia, los valores expresados en porcentaje (rendimiento de carcasa) fueron transformados en valores angulares, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Arcoseno } \sqrt{(Y_i/100)}$$

Además, se utilizó la prueba estadística de Duncan para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos de los parámetros en estudio. Los resultados de los análisis estadísticos para los diferentes parámetros se pueden observar en los anexos 16 al 20.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento y valor nutricional del forraje verde hidropónico.

El rendimiento del forraje verde hidropónico (FVH) de cebada (*Hordeum vulgare*), se halló comparando el peso final del FVH con el peso de las semillas utilizadas. Para ello, primero se evaluó la cantidad sembrada y cosechada en seis lotes de tres (3) bandejas en cada uno (450 g. en cada bandeja = 1.35 kg. por lote); y luego, en un segundo grupo de once lotes de cuatro (4) bandejas por lote (450 g. en cada bandeja = 1.80 kg. por lote). Lo que permitió determinar un promedio general de la prueba proveniente de 62 bandejas.

Para estimar el valor nutricional, se efectuó el análisis químico proximal a dos muestras aleatorias de FVH, determinando los contenidos de humedad, proteína total, grasa, cenizas, vitamina C y energía en “La Molina - Calidad Total Laboratorios - INDDA” de la Universidad Nacional Agraria La Molina (anexo 1).

Para alcanzar el dominio del proceso de producción de FVH, previo al inicio de la evaluación de su uso con cuyes destetados, se realizó un ensayo preexperimental que fue financiado por la Unidad de Innovación Educativa de la UNALM. Este ensayo culminó satisfactoriamente y ayudó a ganar la experiencia necesaria en la producción de este tipo de recurso forrajero.

Al comienzo de la prueba se operó aplicando lo sugerido por el distribuidor del módulo hidropónico, el cual recomendaba usar 800 g. de semilla por cada bandeja hidropónica (54 cm largo x 39 cm ancho x 2.5 cm alto) para que produzca un rendimiento de seis a siete veces lo sembrado (lo que equivaldría a unos 5.2 kg. por bandeja a partir de 800 g. de semilla), en 15 días. Sin embargo, tras las 62 pruebas indicadas en el primer párrafo y haciendo algunos ajustes en el protocolo se llegó a la conclusión que usando 450 g. de semilla en la siembra se genera un rendimiento promedio mayor a ocho veces lo sembrado en un lapso de solo 12 días; lo cual es significativamente superior a los niveles ofrecidos por el fabricante. Siendo con esta metodología (Tabla 9) con la que se hizo las 11 pruebas posteriores; así como también la que se usó finalmente durante toda la presente tesis. En la Tabla 13 se detalla el rendimiento de estas pruebas, apreciándose que el rendimiento

promedio general indicado fue de 8.19 kg. de FVH de cebada por kilogramo de semilla sembrada, cosechándose en 12 días de la siembra.

Según FAO (2001), la cosecha del FVH por lo general se realiza entre los días 12 a 14; sin embargo, si estamos necesitados de forraje, podemos efectuar una cosecha anticipada a los 8 o 9 días. Trabajos de validación de tecnología sobre FVH realizados en Uruguay, han obtenido cosechas de FVH con una altura promedio de 30 cm y una alta productividad de 12 a 18 kilos de FVH producidos por cada kilo de semilla utilizada, a los 15 días de instalado el cultivo y en una situación climática favorable para el desarrollo del mismo. Asimismo, un máximo de 22 kilos de FVH por cada kilo de semilla de cebada cervecera fueron obtenidos a los 17 días, utilizando riegos con la solución nutritiva de FAO al 50% (2.5 c.c. de solución “A” y 1.0 c.c. de solución “B” a partir del 4° día y hasta el día 15). Sin embargo, esta alta productividad también fue obtenida a costa de una pérdida en la calidad nutricional del FVH.

El valor nutricional encontrado en el presente experimento, como promedio de dos análisis al azar, se muestra en Tabla 14 y en el anexo 1. Los niveles de los principales nutrientes son similares a los reportados por la literatura sobre este tema, como FAO 2001 y López *et al.* 2012. En lo que respecta a las aportaciones nutricionales, para FAO (2001) el FVH es un forraje fresco de alta digestibilidad, palatabilidad y calidad nutricional, muy útil para la alimentación animal. López *et al.* (2012) afirman que el FVH posee suficiente valor nutricional como suplemento alimenticio para mantener al ganado en temporadas de sequía severa o ausencia de forraje verde; mientras que Ruiz (1996) indica que la composición nutricional del FVH de cebada, así como su buena palatabilidad y alta asimilación lo convierte en una interesante alternativa alimenticia para cuyes. La mayor riqueza nutricional de un FVH se alcanza entre los días 7° y 8°; por lo que un mayor volumen y peso de cosecha debe ser compatibilizado con la calidad, dado que el factor tiempo pasaría a convertirse en un elemento negativo para la eficiencia de esta producción (Ñíguez, 1988, citado por FAO 2001). Está documentado que períodos de tiempo de 7 a 10 días son más que suficientes para completar el ciclo en un cereal sembrado para forraje hidropónico, (Less, 1983). Ciclos más largos no serían convenientes debido a la disminución de materia seca y de calidad en general del FVH resultante (FAO, 2001).

Tabla 13: Pruebas de rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada

Promedio de:	Periodo de germinación: 12 días			Rendimiento (kg. FVH por kg. semilla)
	Lote N°	Siembra (kg. / lote)	Cosecha (kg.)	
Lotes de 3 bandejas c/u.	1	1.35	11.16	8.26
	2	1.35	9.85	7.30
	3	1.35	11.74	8.70
	4	1.35	11.06	8.19
	5	1.35	10.87	8.05
	6	1.35	10.55	7.81
Lotes de 4 bandejas c/u.	7	1.80	16.03	8.91
	8	1.80	15.2	8.44
	9	1.80	13.69	7.61
	10	1.80	13.26	7.37
	11	1.80	16.45	9.14
	12	1.80	12.89	7.16
	13	1.80	14.73	8.19
	14	1.80	14.78	8.21
	15	1.80	17.85	9.92
	16	1.80	15.23	8.46
	17	1.80	13.6	7.56
Rendimiento general promedio (Kg.)				8.19

Tabla 14: Valor nutricional del forraje verde hidropónico de cebada

Nutrientes	T.C.O.*	En base seca
	%	%
Humedad	88.6	0
Materia Seca	11.4	100
P.T. (%)	1.7	14.9
Grasa (%)	0.3	2.6
Fibra (%)	2.7	23.7
Cenizas (%)	2.0	17.5
Energía (%)	39.1	343.0
Vit. C (mg. /100 g.)	3.0	26.3

*T.C.O.: Tal como ofrecido

4.2 Peso y ganancia de peso.

En la Tabla 15 se presentan los pesos iniciales y finales, ganancia de peso total, semanal y diario de los cinco tratamientos evaluados. Mientras que en el anexo 4, se muestra la evolución de pesos por semana entre estos dos momentos. En los anexos 5 al 7 se incluyen los resúmenes de las ganancias promedio diarias, semanales y acumuladas de peso de los cinco tratamientos. El peso inicial de los animales recién destetados fue igual entre tratamientos y entre sistemas de alimentación ($P>0.05$).

En cuanto a los pesos finales tras las siete semanas de evaluación, se evidenció ventaja estadística significativa ($P<0.05$) a favor de aquellos tratamientos que incluyeron alimento balanceado, ya sea integral o mixto (T1, T4 y T5); siendo muy superiores a las opciones que dependieron exclusivamente del forraje, es decir forraje de maíz chala o forraje verde hidropónico (T2 y T3); los pesos finales de estos últimos fueron prácticamente la mitad de los valores alcanzados por los animales a los que se les suministró balanceado. Circunstancia que es acorde a la generalidad de la literatura existente, en relación con los resultados de crecimiento y engorde con suplementación concentrada, que permite cubrir de manera adecuada los requerimientos nutricionales, en especial tratándose de cuyes genéticamente mejorados (Solórzano y Sarria, 2016; Aliaga *et al.* 2009).

El incremento de peso es una variable dependiente de la genética del animal y de la alimentación recibida; en el presente estudio hubo únicamente el efecto del sistema de alimentación, por cuanto la genética fue la misma en todos los tratamientos. En tal sentido, el incremento de peso de los animales siguió la misma tendencia de los pesos finales; siendo los tratamientos suplementados los que incrementaron más ($P<0.05$). Además, se observa que no hay diferencias significativas ($P>0.05$) en la ganancia total entre el tratamiento de solo forraje verde hidropónico (T2) y el tratamiento de solo maíz chala como forraje (T3).

Con el propósito de comparar los resultados registrados en el presente estudio con otros reportes que usaron similares germoplasmas mejorados, se hizo el contraste con el trabajo de Camino (2011), quien evaluando dos genotipos con dos sistemas de alimentación (con y sin forraje), observa ganancias de 15.6 g/animal/día para cuyes del genotipo Cieneguilla-UNALM y 14.0 g/animal/día para el denominado genotipo Perú del INIA, con diferencia estadística a favor del germoplasma de Cieneguilla ($P<0.05$), promedios que son cercanos a los obtenidos en la presente investigación. Mientras que Cayetano (2018) alcanzó como promedio 14.42 g/animal/día para el mismo genotipo Cieneguilla, y solo 12.20 g/animal día

para el genotipo Perú – INIA. En este mismo sentido, encontramos el trabajo de Vargas (2014) el cual evaluó tres sistemas de alimentación en granjas de nivel comercial quien encontró ganancias diarias de 12.36 g/animal/día para el tratamiento de Cieneguilla – UNALM, a diferencia de una variedad comercial privada, llamada *Allin Perú*, que solo alcanzó 11.94 g/animal/día, datos inferiores a los obtenidos en nuestra investigación en el caso de la variedad Cieneguilla – UNALM.

En la misma Tabla 15, la prueba de comparación a un nivel de significancia de 0.05, nos revela que el efecto aislado del sistema de alimentación muestra que se lograron valores de peso y ganancias de peso estadísticamente iguales entre el sistema integral y el mixto; pero con diferencia ($P < 0.05$), entre estos y el sistema de solo forraje. Lo que concuerda con Villafranca (2003) quien tampoco registra diferencias ($P > 0.05$) para ganancia de peso total y diaria en cuyes de engorde, tanto en alimentación integral como en alimentación mixta que incluye concentrado más chala forrajera; observando a las siete semanas de evaluación ganancias diarias de peso en un rango de 12.9 a 13.3 g/animal/día; valores algo menores a los logrados en la presente investigación que fueron 15.95 g/animal/día para el sistema integral y -en promedio- 15.88 g/animal/día para el sistema mixto.

Camino (2011) también evaluó concentrado más forraje verde (sistema mixto) en comparación con el sistema de exclusión de forraje verde (sistema integral), no encontrando diferencias estadísticas ($P > 0.05$) en peso final, ganancia de peso total y ganancia diaria entre ambas alternativas. Sin embargo, observa numéricamente que la ganancia total de peso en las nueve semanas evaluadas fue de 940.4 g con la dieta mixta, y de 921.1 g con la dieta integral (alimento balanceado con vitamina C). En dicho trabajo, las correspondientes ganancias diarias de peso fueron en promedio de 14.9 g por animal en la dieta con forraje y balanceado (mixto) y 14.6 g/animal/día cuando se usó solo balanceado (integral). Sin embargo, en dicho estudio, habría que acotar que se inició con animales de tres semanas (20 a 21 días, y sobre los 300 g de peso vivo) prolongándose el crecimiento por nueve semanas adicionales; a diferencia de la presente investigación que fue durante siete semanas y comenzó con animales de 14 +/- 5 días de edad más cinco días de acondicionamiento (Tabla 12).

Tabla 15: Pesos y ganancia de peso según tratamientos y sistema de alimentación

Tratamientos	Sistema de alimentación	Tipo de alimento	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Ganancia total (g)	Ganancia semanal (g)	Ganancia diaria (g)
T1	Integral	Alimento balanceado integral	275.31 ^a	1056.81 ^a	781.50 ^a	111.64 ^a	15.95 ^a
T2	Solo forraje	Forraje Verde Hidropónico (FVH)	278.75 ^a	548.50 ^b	269.75 ^b	38.54 ^b	5.51 ^b
T3	Solo forraje	Chala	278.56 ^a	521.31 ^b	242.75 ^b	34.68 ^b	4.95 ^b
T4	Mixto	Alimento balanceado mixto + FVH	275.69 ^a	1065.13 ^a	789.44 ^a	112.78 ^a	16.11 ^a
T5	Mixto	Alimento balanceado mixto + Chala	274.56 ^a	1041.38 ^a	766.81 ^a	109.54 ^a	15.65 ^a
Sistema de alimentación		Integral	275.31 ^a	1056.81 ^a	781.50 ^a	111.64 ^a	15.95 ^a
		Solo Forraje	278.66 ^a	534.91 ^b	256.25 ^b	36.61 ^b	5.23 ^b
		Mixto	275.13 ^a	1053.25 ^a	778.13 ^a	111.16 ^a	15.88 ^a

4.3 Consumo de alimento.

En la Tabla 16 se muestran los promedios del consumo total de alimento en tal como ofrecido y en materia seca; así como por el efecto aislado de los tres sistemas de alimentación analizados. Mientras que el consumo semanal y acumulado de materia seca; así como el resumen del consumo acumulado de cada alimento en tal como ofrecido y en base seca por tratamiento se presenta en los anexos 8 al 10, respectivamente.

El consumo total de materia seca fue diferente para los tratamientos de solo forraje (T2 y T3); igual entre los tratamientos de alimentación Mixta (T4 y T5); mientras que el alimento mixto con FVH(T4) fue igual al tratamiento con solo alimento balanceado integral (T1). El efecto del sistema de alimentación mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) en el consumo total, semanal y diario de materia seca entre las tres alternativas, siendo menor ($P < 0.05$) para la expresión de consumo total en la modalidad de solo forraje con 1,581.69 g. de MS total/animal, luego se ubicó el sistema integral con 2,890.77 g/animal y finalmente 3,229.27 g/animal para el sistema mixto. El alto porcentaje de humedad de los forrajes no permitió mayor consumo de materia seca en los tratamientos T2 y T3; a pesar del gran consumo de alimento forrajero, en tal como ofrecido, que en el caso del FVH llegó al promedio de 15.8 Kg. por animal en las siete semanas evaluadas.

Camino (2011) evaluó nueve semanas de crecimiento de cuyes mejorados por efecto del genotipo, sin encontrar diferencias significativas en el consumo total de materia seca; donde el genotipo Perú registró un consumo total de 3,035.1 g (48.2 g/día) que fue similar ($P > 0.05$) al observado en el genotipo Cieneguilla - UNALM con 3,087.1 g (49.0 g/día); valores que se considerarían por debajo de los datos consignados en la presente investigación si consideramos las dos semanas adicionales de esta investigación con respecto a la nuestra. Vargas (2014) reporta un consumo total de alimento en base seca de 2.91 kg en la alimentación mixta, siendo el mismo valor para el sistema integral no encontrando -por consecuencia- diferencia estadística ($P > 0.05$) entre los consumos en el transcurso de ocho semanas de evaluación.

Tabla 16: Consumo total de alimento en tal como ofrecido (TCO) y en materia seca (MS) según tratamientos y sistema de alimentación

Tratamientos	Sistema de alimentación	Tipo de Alimento	TAL COMO OFRECIDO (TCO)		MATERIA SECA (MS)
			Consumo total de balanceado (g)	Consumo total de forraje (g)	Consumo total de alimento (g)
T1	Integral	Alimento balanceado integral	3303.74	0	2890.77 ^b
T2	Solo forraje	Forraje Verde Hidropónico (FVH)	0	15801.38	1801.36 ^c
T3	Solo forraje	Chala	0	7362.30	1362.03 ^d
T4	Mixto	Alimento balanceado mixto + FVH	2681.00	7254.66	3172.91 ^{ab}
T5	Mixto	Alimento balanceado mixto + Chala	2620.63	5365.26	3285.63 ^a
Sistema de alimentación		Integral	3303.74	0	2973.36 ^b
		Solo Forraje	0	11581.84	1710.53 ^c
		Mixto	2650.82	6309.96	3389.43 ^a

Habiendo sido uniformemente aplicado la modalidad de suministro *ad libitum*, todos los animales tuvieron en nuestro experimento la misma oportunidad para transformar los nutrientes ofrecidos en crecimiento óseo y en masa muscular, sin embargo no hubo correspondencia recíproca exacta entre los consumos y los incrementos logrados, tal como se aprecia en el contraste de los consumos reportados (Tabla 16) con los resultados de incrementos de peso indicados (Tabla 15), donde el peso final y la ganancia de peso total en ambos sistemas de alimentación con balanceado fue igual entre sí ($P>0.05$) pero superior ($P<0.05$) al sistema de solo forraje.

4.4 Conversión alimenticia.

La conversión alimenticia según tratamientos se presenta en la Tabla 17, donde se observa que hubo diferencia significativa entre los tratamientos y por efecto de los sistemas de alimentación. En los anexos 11 y 12 se presenta la conversión alimenticia promedio y promedio acumulado por semana.

En cuanto a los tratamientos, la Tabla 17 muestra que las mejores conversiones ($P < 0.05$) se dieron en los tratamientos que emplearon balanceados, es decir T1, T4 y T5; siendo iguales entre sí. Por otra parte, los tratamientos de solo forraje tuvieron iguales ($P>0.05$) y más ineficientes conversiones 5.62 y 6.69, para T3 y T2, respectivamente. A nivel de sistemas de alimentación, la conversión alimenticia del sistema integral (3.70) fue el mejor sin diferencia estadística ($P>0.05$) que el promedio de T4 y T5 (4.15), que representaba al sistema mixto; pero estos dos sistemas superaron en eficiencia ($P<0.05$) al promedio de T2 y T3, que llegó a 6.18.

Chauca *et al.* (2005), afirman que el genotipo Perú ofrece un promedio de 3.03. Por su parte Camino (2011) reporta diferencias significativas entre los genotipos Perú y Cieneguilla - UNALM en nueve semanas de evaluación; con ventaja para el genotipo Cieneguilla - UNALM que obtiene una conversión alimenticia de 3.13, superior ($P<0.05$) a la registrada por el genotipo Perú que registra un valor de 4.42 en dicha prueba experimental. Vargas (2014) muestra resultados de conversión alimenticia con buena performance productiva (3.78 y 3.99).

Por otro lado, y en concordancia con nuestra investigación, Camino (2011) en relación con sistemas alimenticios, no evidenció diferencias significativas, con una alimentación a base de concentrado y forraje verde (dieta 1) que registró una conversión alimenticia de 3.35,

similar ($P>0.05$) a la observada con la dieta 2 (alimento balanceado exclusivamente) con 3.20. De la misma manera, Villafranca (2003), evaluando niveles de fibra en cuyes en crecimiento, con el sistema integral, determinando rendimientos de 2.27 a 3.11, datos relativamente mejores al presente estudio.

Benito (2008), encontró diferencias altamente significativas en la conversión alimenticia en los tratamientos que probó (sistemas integrales) con valores entre 3.1 y 3.6 versus el testigo (alimentación mixta) que tuvo la peor performance. Pudiendo observarse además que estos valores de conversión alimenticia también fueron genéricamente más eficientes que los de nuestros tratamientos; lo que se origina en el menor consumo de alimento y la mayor ganancia de peso promedio registrada en dicha investigación.

Con el sistema de alimentación mixto, realizando una comparación de cuyeras, Ferrari (2014) no obtiene diferencias significativas ($P>0.05$) en cuanto a la conversión alimenticia, arrojando valores de 4.55 y 4.46 para jaulas y pozas, respectivamente.

Las variaciones y diferencias encontradas podrían atribuirse a los tiempos de crecimiento y engorde empleados, genotipos, sistemas de alimentación, concentración de nutrientes y otros factores alimenticios y ambientales en cada caso y momento.

Tabla 17: Conversión alimenticia según tratamientos y sistema de alimentación

Tratamientos	Sistema de alimentación	Tipo de alimento	Consumo de alimento (g)	Ganancia total de peso (g)	Conversión alimenticia
T1	Integral	Alimento balanceado integral	2890.77 ^b	781.50 ^a	3.70 ^b
T2	Solo forraje	Forraje Verde Hidropónico (FVH)	1801.36 ^c	269.75 ^b	6.69 ^a
T3	Solo forraje	Chala	1362.03 ^d	242.75 ^b	5.62 ^a
T4	Mixto	Alimento balanceado mixto + FVH	3172.91 ^{ab}	789.44 ^a	4.02 ^b
T5	Mixto	Alimento balanceado mixto + Chala	3285.63 ^a	766.81 ^a	4.30 ^b
		Integral	2890.77 ^b	781.50 ^a	3.70 ^b
Sistema de alimentación		Solo Forraje	1581.69 ^c	256.25 ^b	6.18 ^a
		Mixto	3229.27 ^a	778.13 ^a	4.15 ^b

4.5 Mortalidad

Según se ve en la Tabla 18, en el presente trabajo se registró animales muertos únicamente en los tratamientos T2 y T3, que correspondían al sistema de alimentación con solo forraje. Ocurriendo un fallecimiento en el grupo de animales alimentados con solo FVH (T2), y tres muertos en el que se mantuvieron con chala de maíz (T3). Las necropsias fueron hechas en campo, en donde dos mostraron origen aparentemente neumónico (T2 y T3) y otros dos de origen digestivo con manifestación de diarrea (T3). En los tratamientos con inclusión de balanceado integral o mixto no hubo mortalidad ni animales con signos de enfermedad o afectación de ninguna especie, probablemente debido a las mejores condiciones nutricionales controladas que se mantuvo en estos sistemas. Agrupados como sistemas, la mortalidad total de la alimentación fue de 12.5 por ciento, superior ($P < 0.05$) a las opciones integral y mixta, que no difirieron entre sí.

Los índices de mortalidad pueden alcanzar entre el 5 y el 8 por ciento durante la recría (Sarria, 2011). Así, Dulanto (1999) encontró un porcentaje de mortalidad de 6.3 por ciento durante la etapa de crecimiento en su evaluación de las líneas Perú, Andina e Inti del Instituto Nacional de Investigación Agraria.

La mortalidad en la crianza de cuyes se encuentra influenciada en una mayor parte por problemas de manejo, alimentación e instalaciones, que derivan en desmejoramiento de los ejemplares y muerte (Solórzano & Sarria, 2014). No obstante, es importante indicar que los parámetros de mortalidad que se reportan hasta la actualidad se obtienen durante el desarrollo de investigaciones bajo control, debiendo ser actualizados y, sobre todo validados en condiciones de crianza.

Tabla 18: Mortalidad (%) según tratamiento y sistema de alimentación

Tratamiento	Sistema de alimentación	Tipo de alimento	Mortalidad	
			Cantidad	%
T1	Integral	Alimento balanceado integral	0	0.0 ^b
T2	Solo forraje	Forraje Verde Hidropónico (FVH)	1	6.3 ^{ab}
T3	Solo forraje	Chala	3	18.8 ^a
T4	Mixto	Alimento balanceado mixto + FVH	0	0.0 ^b
T5	Mixto	Alimento balanceado mixto + Chala	0	0.0 ^b
		Integral	0	0.0 ^b
Sistema de alimentación		Solo Forraje	4	12.5 ^a
		Mixto	0	0.0 ^b

4.6 Rendimiento de carcasa.

En la Tabla 19, se muestran los pesos vivos de los animales muestreados y los rendimientos de carcasa de los cinco tratamientos, y de los tres sistemas de alimentación estudiados. En el anexo 13 se presenta los cálculos de rendimientos de carcasa con y sin ayuno, como información referencial entre estas dos condiciones.

Las diferencias significativas ($P < 0.05$) para el peso vivo al beneficio y del rendimiento de carcasa en porcentaje, representan los indicadores logrados por efecto de los tratamientos y sistema de alimentación, durante los 49 días de evaluación. En cuanto a los tratamientos los animales con solo FVH y chala de maíz tuvieron los pesos promedios y rendimientos porcentuales de carcasa más bajos ($P > 0.05$) en relación con los suplementados. Como sistemas de alimentación, el integral registró 73.66 por ciento; el mixto 74.53 por ciento, sin diferencia estadística ($P > 0.05$); en tanto que el sistema de solo forraje tuvo 61.55 por ciento, valor estadísticamente menor ($P < 0.05$) a los anteriores.

Al respecto, Cayetano (2019) reporta que las carcasas de todos los tratamientos no presentaron ninguna característica anormal que limite o prohíba su comercialización y consumo, tampoco se observó presencia de grasa acumulada en los órganos nobles (hígado, riñón), lo que podría deberse al corto periodo de evaluación implicado (56 días), tiempo que fue suficiente para obtener pesos comerciales. Se observaron pesos vivos promedio post ayuno de 1,089.83 g con la alimentación de balanceado integral; y 1,095.17 g con el alimento

mixto más forraje, y rendimientos de canal con ayuno de 72.32 y 73.45 por ciento, respectivamente.

Valores cercanos de los logrados en este estudio, fueron encontrados por Garibay (2009), quien no halló diferencias estadísticas ($P>0.05$) en rendimiento de carcasa entre los programas de alimentación que probó, variando entre 68.66 y 71.44 por ciento; tendencia parecida a la observada por Inga (2008), quien reportó un rendimiento de carcasa de 72.78 por ciento para el tratamiento testigo a base de concentrado más forraje verde (sistema mixto), y 70.75 por ciento en su tratamiento exclusivamente a base de concentrado y exclusión total de forraje (sistema integral).

Por otro lado, Camino (2011) reporta datos de rendimiento de carcasa con el genotipo Perú con 63 días de evaluación de 72.4 por ciento, y para el genotipo Cieneguilla - UNALM de 73.3 por ciento, semejante a lo encontrado en nuestra investigación, donde también se utilizó cuyes de este último genotipo.

Tabla 19: Rendimiento de carcasa según tratamiento y sistema de alimentación

Tratamientos	Sistema de alimentación	Tipo de alimento	Peso vivo (g)	% Carcasa
T1	Integral	Alimento balanceado integral	972.52 ^a	73.66 ^a
T2	Solo forraje	Forraje Verde Hidropónico (FVH)	514.71 ^b	60.47 ^b
T3	Solo forraje	Chala	492.05 ^b	61.71 ^b
T4	Mixto	Alimento balanceado mixto + FVH	971.52 ^a	74.26 ^a
T5	Mixto	Alimento balanceado mixto + Chala	954.11 ^a	74.79 ^a
Sistema de alimentación		Integral	972.52 ^a	73.66 ^a
		Solo Forraje	503.38 ^b	61.55 ^b
		Mixto	962.82 ^a	74.53 ^a

4.7 Retribución relativa y mérito económico.

En la Tabla 20 se presenta el análisis económico referido a los cinco tratamientos evaluados en el experimento. Dicho comparativo económico se determinó en dos modalidades: (a) retribución económica en soles y (b) mérito económico en porcentaje. A su vez, dentro de cada modalidad se expresaron los resultados en dos formas: (1) por animal y (2) por kilogramo de peso vivo (PV).

El precio del alimento balanceado considerados en el estudio fue de S/.1.78 y S/.1.80 por kg para el alimento mixto e integral respectivamente; asimismo el precio del forraje chala se valoró en S/. 0.30 por kg., mientras que el FVH en S/. 0.35 por kg. El precio promedio de venta en granja asumido en este estudio fue de S/.18 por unidad de cuy vivo en peso comercial, ya que es la forma más común y tradicional de comercializar esta especie. En los tratamientos T2 y T3, se valoró cada cuy en S/. 11, debido a que apenas llegaban a algo más de 500 g.

El costo de producción por tratamiento es considerado como costo parcial, pues para efecto de la investigación solo consideró el gasto hecho en alimentación; ya sea de solo forraje (T2 y T3), del forraje más balanceado (T4 y T5) o de solo balanceado (T1), según el sistema probado. Siendo a partir de esto que se calcula el margen o utilidad relativa (ingreso menos gasto en alimentación) por cuy y por kilogramo de peso vivo.

Con relación a la retribución económica relativa, referida a la unidad cuy, se observan utilidades que van de S/. 5.47 a S/. 12.05, lo que significa un amplio rango de S/. 6.58 de diferencia entre el valor mayor y el menor; derivado claramente de los bajos rendimientos y altos consumos de forraje en los tratamientos con solo forraje (T2 y T3); logrando únicamente S/. 5.47 y 8.79 por unidad-cuy vendido en estos tratamientos. En esta misma forma de expresión se calculó S/. 10.69 y 11.73 por cuy alimentado con balanceado más FVH y Chala, respectivamente. Y, S/.12.05 de utilidad por cuy proveniente del sistema integral, que significó el mejor resultado económico.

La retribución económica relativa expresada por kilogramo de peso vivo tuvo mayor diferencia entre los valores extremos de los tratamientos; siendo exigua con el uso exclusivo de FVH (T2) con una utilidad de apenas S/. 0.50 por kg. de peso vivo; y bastante baja para la alimentación con solo chala (T3) con S/. 3.52 por kg. de PV. Mientras que los tratamientos mixtos alcanzaron S/. 11.86 y S/. 12.47 para T4 y T5 respectivamente. Y el tratamiento

integral (T1) que, en esta expresión, también obtuvo la mayor utilidad por kg. de PV (S/. 13.07).

Generalmente, la venta en esta especie es por unidad viva, cosa que favorece a los criadores, muy en especial si tuvieran registro de costos; mientras que la modalidad por peso vivo favorece normalmente a la intermediación en sus diversos niveles; salvo que el mismo criador incurriera en actividades de valor agregado y/o comercialización más directa hacia el usuario o consumidor final.

La representación porcentual de estos valores monetarios es el mérito económico; para lo cual, de acuerdo con lo que se presenta en la misma Tabla 20, se tomó al tratamiento 5, como el sistema más tradicional -que es el sistema mixto de forraje chala más balanceado- considerándolo como el tratamiento referente o testigo, asignándole el valor de 100 por ciento para las dos formas de utilidad; determinando en base a él, los cálculos de los porcentajes de los demás.

Sobre este aspecto, es importante indicar que las expresiones porcentuales de ganancias por cuy y Kg. de PV, favorecen ligeramente al sistema integral con adicionales de 2.73 por ciento y 4.79 por ciento correspondientemente. Mientras que el mérito económico para el sistema mixto con FVH, tuvo un comportamiento económico inferior al testigo con 91.13 por ciento de utilidad por cuy y 95.09 por ciento por Kg. de peso vivo. Finalmente, los tratamientos con solo forraje, siguiendo la secuencia anterior, tuvieron un rendimiento porcentual muy bajo; con 46.63 por ciento por cuy y 4.04 por ciento por kg. de peso vivo para solo FVH; y de 74.94 por ciento y 28.25 por ciento por kg. de peso vivo para solo chala de maíz.

En todo este análisis económico hay que tener presente que siempre se dependerá de la zona en que se encuentre la crianza; siendo en este caso la costa central del Perú, donde los recursos forrajeros son escasos y por ende más costosos que en otros entornos eminentemente rurales.

Tabla 20: Retribución relativa y mérito económico según tratamientos

TRATAMIENTOS	1	2	3	4	5
RUBROS					
Peso vivo inicial (kg)	0.275	0.279	0.279	0.276	0.275
Peso vivo final (kg)	1.057	0.549	0.521	1.065	1.041
Ganancia de peso (kg)	0.782	0.270	0.243	0.789	0.767
INGRESO BRUTO					
Por cuy (S/ animal)	18	11	11	18	18
Por kilo de peso vivo (S/.)	19.02	6.03	5.73	19.17	18.74
<u>EGRESOS (solo alimentación)</u>					
Consumo de alimento balanceado/cuy (kg.)	3.30	0.00	0.00	2.68	2.62
Consumo de forraje/cuy (kg.)	0.00	15.80	7.36	7.25	5.37
Precio del balanceado (S/. /kg)	1.80	0.00	0.00	1.78	1.78
Precio del Forraje	0.00	0.35	0.30	0.35	0.30
Costo de alimentación (S/.)	5.95	5.53	2.21	7.31	6.27
EGRESO POR ANIMAL	5.95	5.53	2.21	7.31	6.27
<u>RETRIBUCIÓN ECONÓMICA</u>					
Por cuy (S/.)	12.05	5.47	8.79	10.69	11.73
Por kg. peso vivo (S/.)	13.07	0.50	3.52	11.86	12.47
<u>MÉRITO ECONÓMICO</u>					
Por cuy (%)	102.73	46.63	74.94	91.13	100.00
Por kg. peso vivo (%)	104.79	4.04	28.25	95.09	100.00

V. CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos y las condiciones en que se realizó la presente investigación, se llega a las siguientes conclusiones:

- El rendimiento de producción del FVH de cebada, con el protocolo empleado, alcanzó un promedio de 8.19 kg. de forraje por kg. de semilla sembrada en doce días de producción sin soluciones nutritivas; con valores nutricionales convencionales y adecuados para la alimentación animal.
- El comportamiento productivo de los cuyes en crecimiento, respecto al peso final y ganancia de peso fue eficiente en los dos sistemas de alimentación mixtos y en el sistema integral, sin diferencia entre ellos; mientras que el uso exclusivo de FVH o chala de maíz, no permitió lograr pesos comerciales en las siete semanas de evaluación (nueve semanas de edad), debido a la muy diferente concentración de nutrientes entre las alternativas probadas.
- El consumo total de alimento en materia seca fue mayor en los sistemas de alimentación mixtos, seguidos por el integral y finalmente por los sistemas de solo forrajes (FVH y chala).
- La conversión alimenticia fue más eficiente en los sistemas de alimentación mixtos e integral, mientras que en los sistemas de alimentación con solo forraje se mostraron inferiores a los antes indicados. Este mismo comportamiento fue registrado por el rendimiento de carcasa.
- La retribución y mérito económico fue mayor tanto por cuy como por kg de peso vivo producido en el sistema de alimentación integral, seguido por las opciones mixtas; el uso exclusivo de forrajes, chala de maíz y el FVH, tuvieron resultados muy inferiores.

VI. RECOMENDACIONES

- Los sistemas alimenticios mixtos con FVH como fuente forrajera y los sistemas integrales en dietas de cuyes en crecimiento y engorde son viables técnica y económicamente; pudiendo usarse cuando la disponibilidad del forraje es escasa y su precio consecuentemente alto.
- Considerar el costo de los insumos, balanceados, forrajes convencionales y forrajes hidropónicos; así como el precio del cuy como producto comercial, para optar por la mejor alternativa alimenticia en cada momento y lugar.
- Utilizar el sistema integral, en cuyes mejorados cuando las condiciones del medio sean propicias; ya que fue el de mejores resultados productivos y económicos en la presente investigación.
- Realizar evaluaciones similares a la presente, en las etapas de reproducción: gestación y lactancia de los cuyes.
- Efectuar evaluaciones similares y validaciones en crecimiento y reproducción con diferentes genotipos utilizados en crías de escalas comerciales, semi comerciales y familiares.
- Utilizar el protocolo de producción de FVH desarrollado en la presente investigación para las condiciones de la costa central del Perú.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Airahuacho, F. (2007). Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis de *Magister Scientiae* en Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 85p.
- Aliaga, R. L., Moncayo, G.R., Rico, N.E. & Caycedo, V.A. (2009). Producción de cuyes. Universidad Católica *Sedes Sapientiae*. Lima, Perú
- Andrade, L. (1983). Digestibilidad in vivo de cebada, alfalfa y asociación de cebada con alfalfa en cuyes. Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno- Perú.
- Barrera, A.; Usca, J.; Díaz, H. & Castillo, B. (2018). Evaluación de las características productivas y reproductivas de cuyes negros manejados en jaulas versus pozas. Revista Caribeña de Ciencias Sociales. Ecuador.
- Beltrano, J., & Giménez D. (2015). Cultivo en hidroponía. Buenos Aires: Editorial de la Universidad de La Plata. Argentina.
- Benito, L. (2008). Evaluación de la suplementación de vitamina C estabilizada en dietas peletizadas de inicio y crecimiento en cuyes mejorados (*Cavia porcellus*). Tesis para optar por el título de *Magister Scientiae*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Cáceres O.F.; Jiménez A. R.; Ara G. M.; Huamán U.H. & Huamán C.A. (2004). Evaluación del espacio vital de cuyes criados en pozas. *Rev. Inv. Vet. Perú*; 15 (2): 100-112.
- Camino, J. (2011). Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Carrasco, J.I. (1994). Utilización de la cebada (*Hordeum vulgare*) germinada en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y engorde. La Molina. 1994. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú. 65p.

- Carbajal C.C. (2015). “Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (*Cavia porcellus*) en acabado en el valle del Mantaro”. Trabajo monográfico para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Modalidad de examen profesional. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Caso, H.C. (2008). “Efecto de la utilización del forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes”. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador. 113 p.
- Ccahuana L.R. (2008). “Evaluación del bagazo de marigold en dietas peletizadas con exclusión de forraje verde para cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento”. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Cayetano, J. (2019). Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación. Tesis para optar el título de Maestro *Magíster Scientiae* en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Chauca, F.L. (1997). Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. Italia.
- Chauca, F.L. (2018). Manual técnico Crianza de cuyes. Ministerio de Agricultura y Riego. Instituto de Innovación Agraria – INIA. Programa Nacional de Investigación en Cuyes. 80p.
- Chauca, L., Muscari, J., & Higaona, R. (2005). Informe Final Sub-proyecto Generación de líneas mejoradas de cuyes de alta productividad. INIA-INCAGRO. Lima-Perú. 164 p.
- Chauca, L., Muscari, J., & Higaona, R. (2008). Investigación en Cuyes Tomo II. INIA. Lima. Perú. 155p.
- Chauca, L.; Remigio, R.; Muscari, J. & Higaona, R. (2011). “Crecimiento de cuyes de una línea sintética P 063-11 en invierno y verano en la costa central”. Trabajo presentado en la XXXVI Reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal, APPA.
- Damas H.J. (2012). “Caracterización e identificación de las potencialidades y limitantes de la producción de cuyes en el distrito de Sapallanga”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista. UNCP. Huancayo - Perú.


- Dulanto, M. (1999). Parámetros reproductivos y productivos de tres líneas puras y dos grados de cruzamiento entre líneas de cuyes. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 69 p.
- FAO. (2001). (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 70 p.
- Ferrari, G. (2014). Evaluación de crianza de cuyes (*Cavia porcellus*) durante el crecimiento y engorde en jaulas y pozas con dos densidades. Trabajo monográfico para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- Gutiérrez, M.; Tapia, M.; Dávalos W. & Roque B. (1992). Cambio de peso de ovinos criollos y mejorados con dos raciones de cultivos hidropónicos de cebada y subproductos agrícolas de la zona de Puno. Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno – Perú.
- Herrera, E. & Núñez, W. (2007). “Producción y uso de forraje verde hidropónico de cebada, maíz amarillo y asociados en el engorde de cuyes”. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. 135p.
- Huamaní, Ñ.G., Zea, M.O., Gutiérrez, R.G., & Vílchez, P.C. (2016). “Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*)”. Rev Inv. Vet. Perú; 27(3):486-494. Doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>
- Huamaní, E. (2017). Engorde de cuyes en pozas y jaulas con piso emparrillado de plástico. Trabajo monográfico para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Jara, N. (2013). Evaluación de un aditivo multifuncional en la dieta sobre el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcelus*) en crecimiento. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Huamaní, E. (2017). Engorde de cuyes en pozas y jaulas con piso emparrillado de plástico. Trabajo monográfico para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Lees, P. (1983). Ganadería hidropónica. Agricultura de las Américas, 16-41.

- López, R., Murillo, B., Troyo, E., Rodríguez, G., Romero, J., López, R., & Najarro, A. (2012). Forraje verde hidropónico, una alternativa para el ganado de zonas áridas. Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo de México, México.
- Meza, B.G.; Cabrera, V.R.; Morán, M.J.; Meza, B.F.; Cabrera, V.C; Meza, B.C.; Meza, B.J.; Cabanilla, C.M.; López, M.F.; Pincay, J.J., Bohórquez, B.T. & Ortiz, D.J. (2014). Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. Volumen 32, N° 3. Páginas 75-80 IDESIA (Chile).
- Miranda, A.C. (2014). Efecto del suministro de nutrientes en la producción de forraje de cebada hidropónico y su uso en el desempeño productivo de Cuyes. Tesis para optar el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú.
- Niba, A.T., Meutchieye, F., Fon, D., Laisin, A.G., Taboh, H., Njakoi, H., Bela Tomo, A., Maass, B.L, Djikeng, A. & Manjeli, Y. (2012). Current situation of cavy production in Cameroon: Challenges and opportunities. Livestock Research for Rural Development, Vol. 24(11), Article #194;
URL: <http://www.lrrd.org/lrrd24/11/niba24194.htm>
- National Research Council - NRC. (1995). Nutrient requirements of the guinea pig. In: Nutrient requirements of laboratory animals. 4th Revised Ed. Washington DC, USA: National Academy Press.
- Orihuela, T. (1995). Utilización de la cebada (*Hordeum vulgare*) germinada en la alimentación de cuyes en crecimiento hasta las 12 semanas. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 100p.
- Resh, H. (1982). Cultivos hidropónicos (primera ed.). Madrid: Ediciones mundi-prensa.
- Reynaga, M. (2018). Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Roca Rey, S.M. (2001). Evaluación de indicadores productivos de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) procedentes de Cajamarca, Lima y Arequipa. Tesis para optar el grado de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.


- Ruiz, M. (1996). Evaluación del germinado de Cebada (*Hordeum vulgare*) suplementado con mezclas balanceadas simples en el crecimiento y engorde de los cuyes machos y hembras (*Cavia porcellus*). Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Sarria B., J. (2011). El cuy. Crianza tecnificada. Manual Técnico en Cuyicultura N°1. Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú
- Solórzano, J., & Sarria, J. (2014). Crianza, producción y comercialización de cuyes. Ed. Macro. Lima, Perú.
- Silva, V. F. (1994). Utilización de la cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) germinado en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y engorde. Tesis para optar el grado de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Tubón, M. (2013). "Utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad". Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 79p.
- Vargas, E. (2014). Evaluación técnico-económica de tres sistemas de alimentación en el crecimiento de cuyes de granjas comerciales. Tesis para optar el título de Maestro *Magíster Scientiae*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Vergara, V.; Chauca, L.; Remigio, R. & Valverde, N. (2008). Evaluación de raciones para cuyes (*Cavia porcellus*) reproductoras y lactantes de las razas Perú y cruzados. INIA-UNALM. APPA 2008.
- Vergara, V. (2008). Avances en nutrición y alimentación en cuyes. Simposio: Avances sobre la producción de cuyes en el Perú.
- Vílchez, A. (2014). "Evaluación de diferentes densidades de nutrientes en dietas con exclusión de forraje para cuyes en crecimiento en condiciones de verano de la costa central del Perú". Tesis de título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima-Perú. 89 p.
- Villafranca, A. (2003). Evaluación de tres niveles de fibra en el alimento balanceado para cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento y engorde. Tesis para obtener el título de Ing. Zootecnista. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 90p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Valor nutricional del forraje verde hidropónico.



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS
N° 010425-2017

SOLICITANTE : ROMERO GÓMEZ, DIEGO JAIR
DIRECCIÓN LEGAL : JR. CAJAMARCA MZ A LT 3
 RUC : 70052499 Teléfono : 979412694
PRODUCTO : FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA
NUMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA : MUESTRA FRESCA
CANTIDAD RECIBIDA : 1258,8 g (+envase) de muestra proporcionado por el solicitante
MARCA(S) : S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN : Envasado, la muestra ingresa en botella cerrada.
SOLICITUD DE SERVICIOS : S/S N°EN- 006299 -2017
REFERENCIA : PERSONAL
FECHA DE RECEPCIÓN : 23/11/2017
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS:

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS
ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	PROMEDIO	RESULTADO 1	RESULTADO 2
1.- Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	2,7	2,67	2,68
2.- Cenizas Totales (g/100 g de muestra original)	2,0	1,98	2,02
3.- Grasa Cruda (g/100 g de muestra original)	0,3	0,30	0,33
4.- Humedad (g/100 g de muestra original)	88,6	88,60	88,64
5.- Proteína Cruda (g/100 g de muestra original)(Factor:6;25)	1,7	1,72	1,73
6.- Vitamina C (mg/100 g de muestra original)	3,0	2,97	2,99
7.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	7,4	---	---
8.- Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	39,1	---	---
9.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	75,5	---	---
10.- % Kcal. proveniente de Grasa	6,9	---	---
11.- % Kcal. proveniente de Proteínas	17,4	---	---

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO:

- 1.- NTP 205.003:1980 (Revisada al 2011)
- 2.- AOAC 930.05 Cap. 3, Pág. 1, 19th Edition 2012
- 3.- AOAC 922.06 Cap. 32, Pág. 5, 19th Edition 2012
- 4.- AOAC 930.04 Cap. 3, Pág. 1, 20th Edition 2016
- 5.- AOAC 978.04 Cap. 3, Pág. 28, 19th Edition, 2012
- 6.- LMCTL - 006D 2001
- 7.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 10.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 11.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993

CONTINUA INFORME DE ENSAYOS N° 010425-2017

Pág. 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
 Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

Anexo 2. Etiquetas de los alimentos balanceados.



CUYES

La Molina

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos
CUY MIXTO - CRECIMIENTO PESO NETO 40 kg
Formulación Científica

VALOR NUTRICIONAL

E. Digestible, Mcal/kg, Mín.	2.8
Proteína, % Mín.	18.0
Fibra, % Mín.	8.0
Calcio, % Máx.	0.8
Fósforo Total, % Mín.	0.8
Sodio (% mín)	0.2
Lisina, % Mín.	0.84
Met - Cist. % Mín.	0.6
Arginina, % Mín.	1.2
Treonina, % Mín.	0.6
Triptófano, % Mín.	0.18

CARACTERÍSTICAS

Diámetro de pellet (mm)	4.5
Longitud de pellet (mm)	12.0
Humedad %	10

Producción :
Vencimiento :
Lote :



INGREDIENTES:
Maíz amarillo, torta de soya 48, pasta de algodón, torta de girasol, subproductos de agroindustria, heno de alfalfa, carbonato de calcio, fosfato dicálcico, aminoácidos sintéticos, promotores orgánicos, cloruro de colina, vitaminas y minerales, cloruro de sodio, antifúngico y antioxidante.

CONSERVAR EN UN LUGAR LIMPIO, FRESCO, SECO Y EVITANDO EL CONTACTO CON EL PISO

Av. La Molina s/n - La Molina Telefax: 348-1524 proalimentos@lamolina.edu.pe



CUYES

La Molina

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos
CUY INTEGRAL - CRECIMIENTO PESO NETO 40 kg
Formulación Científica

VALOR NUTRICIONAL

E. Digestible, Mcal/kg, Mín.	2.8
Proteína, % Mín.	18
Fibra, % Mín.	8.0
Calcio, % Máx.	0.8
Fósforo Total, % Mín.	0.8
Sodio (% mín)	0.2
Lisina, % Mín.	0.84
Met - Cist. % Mín.	0.6
Arginina, % Mín.	1.2
Treonina, % Mín.	0.6
Triptófano, % Mín.	0.18
Ácido ascórbic, mg/100g	20

CARACTERÍSTICAS

Diámetro de pellet (mm)	4.5
Longitud de pellet (mm)	12.0
Humedad %	10

Producción :
Vencimiento :
Lote :



INGREDIENTES:
Maíz amarillo, torta de soya 48, pasta de algodón, torta de girasol, subproductos de agroindustria, heno de alfalfa, carbonato de calcio, fosfato dicálcico, aminoácidos sintéticos, promotores orgánicos, cloruro de colina, vitaminas y minerales, cloruro de sodio, antifúngico y antioxidante.

CONSERVAR EN UN LUGAR LIMPIO, FRESCO, SECO Y EVITANDO EL CONTACTO CON EL PISO

Av. La Molina s/n - La Molina Telefax: 348-1524 proalimentos@lamolina.edu.pe

Anexo 3. Pesos promedio semanales según tratamiento.

Tratamientos	Peso (g)							
	Promedio de Semana 0 (Inicial)	Promedio de Semana 1	Promedio de Semana 2	Promedio de Semana 3	Promedio de Semana 4	Promedio de Semana 5	Promedio de Semana 6	Promedio de Semana 7 (Final)
T1	275.31 ^(a)	373.44 ^(a)	472.50 ^(a)	572.94 ^(a)	689.19 ^(a)	813.94 ^(a)	936.31 ^(a)	1056.81 ^(a)
T2	278.75 ^(a)	332.19 ^(b)	370.31 ^(b)	399.38 ^(b)	440.25 ^(b)	478.38 ^(b)	520.31 ^(b)	548.50 ^(b)
T3	278.56 ^(a)	327.19 ^(b)	366.00 ^(b)	389.38 ^(b)	423.94 ^(b)	454.81 ^(b)	489.63 ^(b)	521.31 ^(b)
T4	275.69 ^(a)	365.94 ^(a)	468.13 ^(a)	577.69 ^(a)	695.88 ^(a)	820.69 ^(a)	939.81 ^(a)	1065.13 ^(a)
T5	274.56 ^(a)	373.25 ^(a)	467.75 ^(a)	575.13 ^(a)	684.19 ^(a)	807.50 ^(a)	927.63 ^(a)	1041.38 ^(a)
Promedios	276.58	354.40	428.94	502.90	586.69	675.06	762.74	846.63

Anexo 4. Ganancia de peso semanal por tratamiento.

Tratamientos	Ganancia de peso promedio semanal (g)						
	Promedio de Ganancia Semanal 1	Promedio de Ganancia Semanal 2	Promedio de Ganancia Semanal 3	Promedio de Ganancia Semanal 4	Promedio de Ganancia Semanal 5	Promedio de Ganancia Semanal 6	Promedio de Ganancia Semanal 7
T1	98.13 ^(a)	99.06 ^(a)	100.44 ^(a)	116.25 ^(a)	124.75 ^(a)	122.38 ^(a)	120.50 ^(a)
T2	53.44 ^(b)	38.13 ^(b)	29.06 ^(b)	40.88 ^(b)	38.13 ^(b)	41.94 ^(b)	28.19 ^(b)
T3	48.63 ^(b)	38.81 ^(b)	23.38 ^(b)	34.56 ^(b)	30.88 ^(b)	34.81 ^(b)	31.69 ^(b)
T4	90.25 ^(a)	102.19 ^(a)	109.56 ^(a)	118.19 ^(a)	124.81 ^(a)	119.13 ^(a)	125.31 ^(a)
T5	98.69 ^(a)	94.50 ^(a)	107.38 ^(a)	109.06 ^(a)	123.31 ^(a)	120.13 ^(a)	113.75 ^(a)
Promedios	77.83	74.54	73.96	83.79	88.38	87.68	83.89

Anexo 5. Ganancia de peso diaria por tratamiento.

Ganancia de peso diaria por tratamiento (g)							
Tratamientos	Promedio de Ganancia diaria 1	Promedio de Ganancia diaria 2	Promedio de Ganancia diaria 3	Promedio de Ganancia diaria 4	Promedio de Ganancia diaria 5	Promedio de Ganancia diaria 6	Promedio de Ganancia diaria 7
T1	14.02 ^(a)	14.15 ^(a)	14.35 ^(a)	16.61 ^(a)	17.82 ^(a)	17.48 ^(a)	17.21 ^(a)
T2	7.63 ^(b)	5.45 ^(b)	4.15 ^(b)	5.84 ^(b)	5.45 ^(b)	5.99 ^(b)	4.03 ^(b)
T3	6.95 ^(b)	5.54 ^(b)	3.34 ^(b)	4.94 ^(b)	4.41 ^(b)	4.97 ^(b)	4.53 ^(b)
T4	12.89 ^(a)	14.60 ^(a)	15.65 ^(a)	16.88 ^(a)	17.83 ^(a)	17.02 ^(a)	17.90 ^(a)
T5	14.10 ^(a)	13.50 ^(a)	15.34 ^(a)	15.58 ^(a)	17.62 ^(a)	17.16 ^(a)	16.25 ^(a)
Promedios	11.12	10.65	10.57	11.97	12.63	12.53	11.98

Anexo 6. Ganancia de peso acumulada promedio semanal.

Ganancia de peso acumulada promedio semanal (g)							
Tratamiento	Promedio de Ganancia Acumulada 1	Promedio de Ganancia Acumulada 2	Promedio de Ganancia Acumulada 3	Promedio de Ganancia Acumulada 4	Promedio de Ganancia Acumulada 5	Promedio de Ganancia Acumulada 6	Promedio de Ganancia Acumulada 7
T1	98.13 ^(a)	197.19 ^(a)	297.63 ^(a)	413.88 ^(a)	538.63 ^(a)	661.00 ^(a)	781.50 ^(a)
T2	53.44 ^(b)	91.56 ^(b)	120.63 ^(b)	161.50 ^(b)	199.63 ^(b)	241.56 ^(b)	269.75 ^(b)
T3	48.63 ^(b)	87.44 ^(b)	110.81 ^(b)	145.38 ^(b)	176.25 ^(b)	211.06 ^(b)	242.75 ^(b)
T4	90.25 ^(a)	192.44 ^(a)	302.00 ^(a)	420.19 ^(a)	545.00 ^(a)	664.13 ^(a)	789.44 ^(a)
T5	98.69 ^(a)	193.19 ^(a)	300.56 ^(a)	409.63 ^(a)	532.94 ^(a)	653.06 ^(a)	766.81 ^(a)
Promedios	77.83	152.36	226.33	310.11	398.49	486.16	570.05

Anexo 7. Ganancia de peso acumulada promedio diario.

Tratamiento	Ganancia de peso acumulada promedio diario (g)						
	Promedio de Ganancia diaria acumulada 1	Promedio de Ganancia diaria acumulada 2	Promedio de Ganancia diaria acumulada 3	Promedio de Ganancia diaria acumulada 4	Promedio de Ganancia diaria acumulada 5	Promedio de Ganancia diaria acumulada 6	Promedio de Ganancia diaria acumulada 7
T1	14.02 ^(a)	14.08 ^(a)	14.17 ^(a)	14.78 ^(a)	15.39 ^(a)	15.74 ^(a)	15.95 ^(a)
T2	7.63 ^(a)	6.54 ^(b)	5.74 ^(b)	5.77 ^(b)	5.70 ^(b)	5.75 ^(b)	5.51 ^(b)
T3	6.95 ^(a)	6.25 ^(b)	5.28 ^(b)	5.19 ^(b)	5.04 ^(b)	5.03 ^(b)	4.95 ^(b)
T4	12.89 ^(a)	13.7 ^(a)	14.38 ^(a)	15.01 ^(a)	15.57 ^(a)	15.81 ^(a)	16.11 ^(a)
T5	14.10 ^(a)	13.80 ^(a)	14.31 ^(a)	14.63 ^(a)	15.23 ^(a)	15.55 ^(a)	15.65 ^(a)
Promedios	11.12	10.88	10.78	11.08	11.39	11.58	11.63

Anexo 8. Consumo de alimento en materia seca por tratamiento.

Tratamiento	Consumo de Materia Seca (MS) promedio semanal (g)						
	Promedio de Semana 1	Promedio de Semana 2	Promedio de Semana 3	Promedio de Semana 4	Promedio de Semana 5	Promedio de Semana 6	Promedio de Semana 7
T1	223.44 ^(b)	266.05 ^(b)	337.31 ^(b)	421.42 ^(a)	481.58 ^(a)	574.38 ^(a)	586.58 ^(b)
T2	171.63 ^(c)	201.47 ^(c)	204.47 ^(c)	287.25 ^(b)	291.58 ^(b)	307.44 ^(b)	337.51 ^(c)
T3	141.27 ^(d)	166.77 ^(d)	181.39 ^(c)	213.14 ^(c)	216.04 ^(b)	212.28 ^(c)	231.14 ^(d)
T4	272.16 ^(a)	318.94 ^(a)	383.97 ^(ab)	445.14 ^(a)	531.07 ^(a)	583.14 ^(a)	638.49 ^(ab)
T5	287.29 ^(a)	319.05 ^(a)	396.54 ^(a)	467.13 ^(a)	547.41 ^(a)	603.33 ^(a)	664.87 ^(a)
Promedios	219.16	254.45	300.74	366.82	413.54	456.12	491.72

Anexo 9. Consumo acumulado de alimento en materia seca por tratamiento.

Tratamiento	Consumo de Materia Seca (MS) promedio semanal acumulado						
	Promedio acumulado 1	Promedio acumulado 2	Promedio acumulado 3	Promedio acumulado 4	Promedio acumulado 5	Promedio acumulado 6	Promedio acumulado 7
T1	223.44 ^(b)	489.50 ^(b)	826.81 ^(b)	1248.23 ^(b)	1729.81 ^(b)	2304.19 ^(b)	2890.77 ^(b)
T2	171.63 ^(c)	373.10 ^(c)	577.57 ^(c)	864.82 ^(c)	1156.40 ^(c)	1463.84 ^(c)	1801.36 ^(c)
T3	141.27 ^(d)	308.04 ^(d)	489.42 ^(d)	702.57 ^(d)	918.61 ^(d)	1130.89 ^(d)	1362.03 ^(d)
T4	272.16 ^(a)	591.10 ^(a)	975.08 ^(a)	1420.21 ^(a)	1951.28 ^(a)	2534.42 ^(ab)	3172.91 ^(ab)
T5	287.29 ^(a)	606.34 ^(a)	1002.89 ^(a)	1470.01 ^(a)	2017.76 ^(a)	2620.76 ^(a)	3285.63 ^(a)
Promedios	219.16	473.62	774.35	1141.17	1554.70	2010.82	2502.54

Anexo 10. Consumo acumulado de cada alimento en tal como ofrecido y en materia seca por tratamiento.

Tratamiento	Sistema de alimentación	Tipo de alimento	TAL COMO OFRECIDO (TCO)		MATERIA SECA (MS)		
			Consumo total de alimento balanceado (g)	Consumo total de Forraje (g)	Consumo de alimento (g)	Ganancia semanal (g)	Ganancia diaria (g)
T1	Integral	Alimento balanceado integral	3303.74	0.00	2890.77 ^b	111.64 ^a	15.95 ^a
T2	Solo forraje	Forraje Verde Hidropónico (FVH)	0.00	15801.38	1801.36 ^c	38.54 ^b	5.51 ^b
T3	Solo forraje	Chala	0.00	7362.30	1362.03 ^d	34.68 ^b	4.95 ^b
T4	Mixto	Alimento balanceado mixto + FVH	2681.00	7254.66	3172.91 ^{ab}	112.78 ^a	16.11 ^a
T5	Mixto	Alimento balanceado mixto + Chala	2620.63	5365.26	3285.63 ^a	109.54 ^a	15.65 ^a
Sistema de alimentación		Integral	3303.74	0.00	2890.77 ^b	111.64 ^a	15.95 ^a
		Solo Forraje	0.00	11581.84	1581.69 ^c	36.61 ^b	5.23 ^b
		Mixto	2650.82	6309.96	3229.27 ^a	111.16 ^a	15.88 ^a

Anexo 11. Conversión alimenticia promedio por tratamiento.

Tratamiento	Conversión alimenticia promedio en cada semana						
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
T1	2.28 ^(b)	2.69 ^(d)	3.37 ^(b)	3.63 ^(b)	4.70 ^(b)	4.70 ^(b)	4.90 ^(b)
T2	3.24 ^(a)	5.30 ^(a)	7.20 ^(a)	7.61 ^(a)	7.41 ^(a)	7.41 ^(a)	12.32 ^(a)
T3	2.95 ^(a)	4.30 ^(b)	7.79 ^(a)	6.26 ^(a)	6.14 ^(a)	6.14 ^(ab)	7.36 ^(b)
T4	3.02 ^(a)	3.13 ^(cd)	3.51 ^(b)	3.77 ^(b)	4.90 ^(b)	4.90 ^(b)	5.10 ^(b)
T5	2.91 ^(a)	3.38 ^(c)	3.69 ^(b)	4.29 ^(b)	5.04 ^(b)	5.04 ^(b)	5.87 ^(b)
Promedios	2.88	3.76	5.11	5.11	5.50	5.64	7.11

Anexo 12. Conversión alimenticia acumulada promedio por tratamiento.

Tratamientos	Conversión alimenticia acumulada						
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
T1	2.28 ^(b)	2.48 ^(d)	2.78 ^(c)	3.02 ^(b)	3.21 ^(b)	3.49 ^(b)	3.70 ^(b)
T2	3.24 ^(a)	4.09 ^(a)	4.79 ^(a)	5.38 ^(a)	5.80 ^(a)	6.06 ^(a)	6.69 ^(a)
T3	2.95 ^(a)	3.53 ^(b)	4.42 ^(a)	4.83 ^(a)	5.21 ^(a)	5.36 ^(a)	5.62 ^(a)
T4	3.02 ^(a)	3.08 ^(c)	3.23 ^(b)	3.38 ^(b)	3.58 ^(b)	3.82 ^(b)	4.02 ^(b)
T5	2.91 ^(a)	3.14 ^(c)	3.34 ^(b)	3.59 ^(b)	3.80 ^(b)	4.02 ^(b)	4.30 ^(b)
Promedios	2.88	3.26	3.71	4.04	4.32	4.55	4.86

Anexo 13. Rendimiento de carcasa con y sin ayuno.

Tratamientos	Sistema de alimentación	Tipo de alimento	Sin Ayuno		Con Ayuno		
			Peso vivo (g)	% Carcasa	Peso vivo (g)	% Carcasa	
T1	Integral	Alimento balanceado integral	1065.25 ^a	67.25 ^a	972.52 ^a	73.66 ^a	
T2	Solo forraje	Forraje Verde Hidropónico (FVH)	560.50 ^b	56.48 ^b	514.71 ^b	60.47 ^b	
T3	Solo forraje	Chala	525.50 ^b	57.64 ^b	492.05 ^b	61.71 ^b	
T4	Mixto	Alimento balanceado mixto + FVH	1050.25 ^a	68.69 ^a	971.52 ^a	74.26 ^a	
T5	Mixto	Alimento balanceado mixto + Chala	1024.00 ^a	69.68 ^a	954.11 ^a	74.79 ^a	
Sistema de alimentación			Integral	1065.25 ^a	67.25 ^a	972.52 ^a	73.66 ^a
			Solo Forraje	543.00 ^b	57.09 ^b	503.38 ^b	61.55 ^b
			Mixto	1037.13 ^a	69.19 ^a	962.82 ^a	74.53 ^a

Anexo 14. Tabla resumen de indicadores por tratamiento.

Tratamientos	Indicadores							
	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Ganancia total (g)	Ganancia diaria (g/d)	Consumo de alimento (g)	Conversión alimenticia	Mortalidad (%)	Rendimiento de Carcasa (%)
T1(Integral)	275.31 ^a	1056.81 ^a	781.50 ^a	15.95 ^a	2890.77 ^(b)	3.70 ^(b)	0.0 ^b	73.66 ^a
T2 (Forraje FVH)	278.75 ^a	548.50 ^b	269.75 ^b	5.51 ^b	1801.36 ^(c)	6.69 ^(a)	6.3 ^{ab}	60.47 ^b
T3 (Forraje Chala)	278.56 ^a	521.31 ^b	242.75 ^b	4.95 ^b	1362.03 ^(d)	5.62 ^(a)	18.8 ^a	61.71 ^b
T4 (Mixto + FVH)	275.69 ^a	1065.13 ^a	789.44 ^a	16.11 ^a	3172.91 ^(ab)	4.02 ^(b)	0.0 ^b	74.26 ^a
T5 (Mixto + Chala)	274.56 ^a	1041.38 ^a	766.81 ^a	15.65 ^a	3285.63 ^(a)	4.30 ^(b)	0.0 ^b	74.79 ^a
Promedios	276.58	846.63	570.05	11.63	2502.54	4.86	5.02	68.98

Anexo 15. Tabla resumen de indicadores por sistema de alimentación.

Sistemas	Peso inicial g.	Peso final g.	Ganancia total g.	Ganancia diaria g/d	Consumo de alimento g.	Conversión alimenticia	Mortalidad (%)	Rendimiento de carcasa (%)
Integral	275.31 ^a	1056.81 ^a	781.5 ^a	15.95 ^a	2890.77 ^b	3.70 ^b	0.0 ^b	73.66 ^a
Forraje	278.66 ^a	534.91 ^b	256.25 ^b	5.23 ^b	1581.69 ^c	6.18 ^a	12.5 ^a	61.55 ^b
Mixto	275.13 ^a	1053.25 ^a	778.13 ^a	15.88 ^a	3229.27 ^a	4.15 ^b	0.0 ^b	74.53 ^a
Promedio	276.36	881.66	605.29	12.35	2567.24	4.68	6.78	69.91

Anexo 16. Análisis de variancia para el peso inicial.

Variable dependiente: **Peso Inicial.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	60.4500000	15.1125000	0.70	0.6023
Error	15	322.6875000	21.5125000		
Corrected Total	19	383.1375000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.157776	1.676998	4.638157	276.5750

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	278.750	4	T2
A	278.563	4	T3
A	275.688	4	T4
A	275.313	4	T1
A	274.563	4	T5

Anexo 17. Análisis de variancia para el peso final.

Variable dependiente: **Peso Final.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1298221.344	324555.336	476.77	<.0001
Error	15	10210.969	680.731		
Corrected Total	19	1308432.313			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.992196	3.081745	26.09083	846.6250

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	1065.13	4	T4
A	1056.81	4	T1
A	1041.38	4	T5
A	548.50	4	T2
A	521.31	4	T3

Anexo 18. Análisis de variancia para la ganancia total.

Variable dependiente: **Ganancia total.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1315451.356	328862.839	437.33	<.0001
Error	15	11279.594	751.973		
Corrected Total	19	1326730.950			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.991498	4.810477	27.42212	570.0500

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	789.44	4	T4
A	781.50	4	T1
A	766.81	4	T5
B	269.75	4	T2
B	242.75	4	T3

Anexo 19. Análisis de variancia para la mortalidad.

Variable dependiente: **Mortalidad.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.46606683	0.11651671	4.25	0.0170
Error	15	0.41123544	0.02741570		
Corrected Total	19	0.87730227			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.531250	158.1139	0.165577	0.104720

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	0.3927	4	T3
B	0.1309	4	T2
B	0.0000	4	T1
B	0.0000	4	T4
B	0.0000	4	T5

Anexo 20. Análisis de variancia para el rendimiento de carcasa sin ayuno.

Variable dependiente: **Rendimiento de carcasa sin ayuno.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.06976885	0.01744221	49.43	<.0001
Error	15	0.00529301	0.00035287		
Corrected Total	19	0.07506186			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.929485	2.024677	0.018785	0.927790

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	0.98773	4	T5
A	0.97695	4	T4
A	0.96165	4	T1
B	0.86218	4	T3
B	0.85045	4	T2

Anexo 21. Análisis de variancia para el rendimiento de carcasa con ayuno.

Variable dependiente: **Rendimiento de carcasa con ayuno.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.09637961	0.02409490	60.30	<.0001
Error	15	0.00599365	0.00039958		
Corrected Total	19	0.10237326			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PI Mean
0.941453	2.035427	0.019989	0.982075

Duncan grouping	Mean	N	Trat.
A	1.04478	4	T5
A	1.03878	4	T4
A	1.03215	4	T1
B	0.90368	4	T3
B	0.89100	4	T2

Anexo 22. Archivo fotográfico.



