

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

Biol como abono foliar en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría

Presentada por:

Gretel Jalimeth Trujillo Cervantes

Para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

**BIOL COMO ABONO FOLIAR EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE
HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN LA DIETA DE CUYES (*Cavia
porcellus*) MACHOS EN RECRÍA**

Presentada por **Gretel Jalimeth Trujillo Cervantes**, para optar el Título de:
Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentada y aprobada el 2 de diciembre de 2022 ante el jurado evaluador:

Presidente:

M.V.Z. *Martin Equicio Pineda Serruto*

Primer Miembro:

M.Sc. *Ludwing Angel Cárdenas Villanueva*

Segundo Miembro:

M.Sc. *Delmer Zea Gonzales*

Asesor:

Dr. *Nilton César Gómez Urviola*

Agradecimiento

A Dios, por darme vida y salud, a mi familia, por darme su apoyo y guiar siempre mi camino, a mi asesor Dr. Nilton César Gómez Urviola por su tiempo, paciencia y comprensión; al jurado evaluador por haber revisado e invertido tiempo en el presente trabajo. A cada uno de los docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAMBA que contribuyeron en mi formación profesional. Asimismo, a todos mis compañeros de aula por su amistad y apoyo.



Dedicatoria

A mis padres Julio Trujillo Gómez y Estela Cervantes Carrión, por ser guías en mi camino, ser pilar fundamental y apoyo en mi formación académica. Muchos de mis logros se los debo a ellos entre los cuales se incluye mi tesis. Me formaron con reglas y algunas libertades, motivándome constantemente para alcanzar mis anhelos. A mis hermanos Harry, Haarol y Julio, que son mi compañía y amigos de por vida. A mi primo Jhonatan, por ser un hermano más y buen consejero. A mis amigas Consolatrix Bedia Cruz y Graciela García Cuipa por permitirme aprender más de la vida a su lado.

“Biol como abono foliar en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*), en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recria”

Línea de Investigación: Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del problema general.....	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.2.3 Justificación de la investigación	5
CAPÍTULO II	6
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	6
2.1 Objetivos de la investigación.....	6
2.1.1 Objetivo general.....	6
2.1.2 Objetivos específicos	6
2.2 Hipótesis de la investigación	6
2.2.1 Hipótesis general	6
2.2.2 Hipótesis específicas.....	6
2.3 Operacionalización de variables	7
CAPÍTULO III	8
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	8
3.1 Antecedentes	8
3.2 Marco teórico	11
3.2.1 Forraje verde hidropónico.....	11
3.2.2 Biol.....	14
3.2.3 Cuy (<i>Cavia porcellus</i>).....	16
3.2.3 Rentabilidad en producción de cuyes	23
3.3 Marco conceptual.....	24
3.3.1 Rendimiento de forraje verde hidropónico.....	24
3.3.2 Ganancia de peso vivo	24
3.3.3 Consumo de alimento	24
3.3.4 Conversión alimenticia.....	24
3.3.5 Rendimiento de carcasa	24

CAPÍTULO IV	26
METODOLOGÍA	26
4.1 Tipo y nivel de investigación.....	26
4.2 Diseño de la investigación.....	26
4.3 Población y muestra.....	26
4.4 Procedimiento.....	27
4.5 Técnica e instrumentos.....	30
4.5.1 Rendimiento de forraje verde hidropónico.....	30
4.5.2 Ganancia de peso vivo (GPV).....	30
4.5.3 Conversión alimenticia.....	31
4.5.4 Peso y rendimiento de carcasa (RdC).....	31
4.5.5 Rentabilidad económica.....	31
4.6 Análisis estadístico.....	32
CAPÍTULO V	33
RESULTADOS Y DISCUSIONES	33
5.1 Análisis de resultados.....	33
5.1.1 Rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada (FVH).....	33
5.1.2 Ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en cuyes alimentados con los forrajes.....	33
5.1.3 Rentabilidad con fines comparativos del forraje verde hidropónico utilizado en la alimentación de cuyes de la tesis.....	36
5.1 Discusión.....	37
CAPÍTULO VI	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
6.1 Conclusiones.....	39
6.2 Recomendaciones.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS	46



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de variables en el estudio.....	7
Tabla 2. Contenido nutricional del forraje verde hidropónico de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) (11)	13
Tabla 3. Análisis químico del biol (32)	15
Tabla 4. Dosis de biol recomendadas para la aplicación en cultivos (33).....	16
Tabla 5. Requerimientos nutricionales del cuy en diferentes etapas (44)	18
Tabla 6. Consumo de alimento balanceado según etapa productiva del cuy (6).....	21
Tabla 7. Consumo de FVH según los diferentes estados fisiológicos del cuy (6)	22
Tabla 8. Cantidad de forrajes y balanceados suministrado a cuyes (23) (6)	22
Tabla 9. Costos de producción de cuyes por rubros (6)	23
Tabla 10. Distribución de los tratamientos	26
Tabla 11. Días de producción de forraje verde hidropónico	28
Tabla 12. Dietas suministradas de alimentación mixta (FVH de cebada + concentrado)	29
Tabla 13. Cantidad de alimento suministrado (g/cuy/día), para T1, T2 y T3 (23) (6)	29
Tabla 14. Valor nutritivo del concentrado comercial Tomasino ® para cuyes en crecimiento	29
Tabla 15. Análisis bromatológico del FVH correspondiente a los tres tratamientos	30
Tabla 16. Rendimiento del forraje verde hidropónico de cebada en peso (kg) y altura (cm) a diferentes concentraciones de biol en el riego (n= 45 / tratamiento)	33
Tabla 17. Pesos inicial y final de cuyes alimentados con tres diferentes dietas.....	34
Tabla 18. Ganancia de peso vivo (GPV) de cuyes alimentados con tres diferentes dietas ..	35
Tabla 19. Consumo de alimento, ganancia de peso vivo total y conversión alimenticia a los 42 días del experimento	35
Tabla 20. Porcentaje de rendimiento de carcasa de cuyes (n=15/tratamiento) alimentados con forraje verde hidropónico a diferentes concentraciones de biol en el riego	36
Tabla 21. Cuadro comparativo de rentabilidad económica por cuy según tratamiento	36
Tabla 22. Análisis físico-químico de Biol de estiércol de vacuno	48
Tabla 23. Rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada por kilogramo de semilla, semana y porcentaje de biol en agua (repeticiones = 45)	48
Tabla 24. Análisis de varianza del peso y altura respecto al FVH logrado por kilogramo de semilla.....	48

Tabla 25. Comparación de medias del rendimiento de forraje verde hidropónico logrado según porcentaje de biol en agua.....	49
Tabla 26. Análisis de varianza de ganancia de peso total de cuy	49
Tabla 27. Prueba Tukey para diferencia de medias de ganancia de peso vivo total de cuyes	49
Tabla 28. Análisis de varianza de peso vivo inicial y final de cuyes	50
Tabla 29. Prueba Tukey para diferencia de medias respecto al peso vivo final de cuyes	50
Tabla 30. Análisis de variancia para rendimiento de carcasa en cuyes.....	50
Tabla 31. Prueba Tukey para diferencia de medias de rendimiento de carcasa de cuyes	50
Tabla 32. Control de peso vivo (g) por edad del cuy por tratamiento.....	51
Tabla 33. Control de la ganancia de peso vivo (g) del cuy	52
Tabla 34. Peso vivo (g) promedio con valores mínimos y máximos de cuyes alimentados con forraje verde hidropónico por tratamiento	53
Tabla 35. Conversión alimenticia.....	53
Tabla 36. Ganancia de peso vivo (g) promedio con valores mínimos y máximos de cuyes alimentados con forraje verde hidropónico por tratamiento desde de la primera semana de experimentación.....	54
Tabla 37. Consumo de alimento balanceado	54
Tabla 38. Consumo de forraje verde hidropónico	54
Tabla 39. Peso y rendimiento de carcasa.....	55



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ganancia de peso vivo por semana de estudio en cuyes por tratamiento (n=15/tratamiento).....	34
Figura 2. Módulo de producción de forraje verde hidropónico de cebada del día 5 al 12...56	56
Figura 3. Producción de forraje verde hidropónico de cebada logrado con A (agua), B1% (1% de biol) y B0.5% (0.5% de biol)	56
Figura 4. Siembra de semilla y riego de forraje verde hidropónico en bandejas hidropónicas (28 cm x 58 cm x 3 cm).....	57
Figura 5. Riego de forraje verde hidropónico.....	57
Figura 6. Germinación de semillas	58
Figura 7. Producción de forraje verde hidropónico (día7)	58
Figura 8. Producción de forraje verde hidropónico	59
Figura 9. Alimentación de cuyes primera semana (adaptación al alimento).....	59
Figura 10. Pesado de forraje verde hidropónico de cebada para suministrar a los cuyes en experimentación.....	60
Figura 11. Pesado de cuy a la octava semana de edad	60
Figura 12. Pesado de carcasa de cuy	61

INTRODUCCIÓN

La crianza del cuy, es una actividad que ocupa gran importancia en la producción pecuaria, debido a que en los últimos años el consumo de su carne ha incrementado, sobre todo en la población urbana. La población de cuyes en Perú es de 12 695 030. La región Apurímac ocupa el cuarto lugar a nivel nacional de la población de cuyes con 1 012 181 de cuyes y se estima que la población de cuyes de Abancay es de 153 767 cuyes (1).

El sistema de crianza del cuy a nivel familiar, utiliza como fuente de alimento los desechos de cocina y forraje, los cuales no reúnen los componentes nutricionales suficientes para cubrir los requerimientos del cuy, dando como resultados índices productivos relativamente bajos. Por esta razón, los productores para lograr ganancias más rápidas y superiores han venido utilizando un sistema de alimentación mixta (alimentos balanceados más forraje) para mejorar los rendimientos productivos de esta especie animal, sin embargo, esto ha incrementado los costos de producción y la necesidad de mayores áreas para el cultivo de forrajes (2) (3).

La alimentación representa del 60% a 70% de los costos de producción, en ese sentido los altos costos de los concentrados y forrajes afectan la rentabilidad de la crianza. Por otra parte, la producción de forrajes a través del año está expuesta a cambios climáticos estacionales (sequías y lluvias), lo que afecta su disponibilidad en la alimentación de los cuyes (4). Por estas razones, se vienen buscando y aplicando nuevas técnicas alternativas eficientes, sustentables y de fácil adopción para permitir la mejora económica de los productores de cuy, de tal forma que vean en esta actividad una real y potencial forma de mantenerse cubriendo sus principales necesidades (5).

Al existir la problemática descrita anteriormente, la presente investigación tuvo como objetivo general, evaluar la ganancia de peso vivo de cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría, alimentados con forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) utilizando el biol como abono foliar.

RESUMEN

El estudio se desarrolló en el sector Condebamba del distrito y provincia de Abancay de la región Apurímac. El objetivo principal fue evaluar la ganancia de peso vivo de cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría, alimentados con forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) utilizando el biol como abono foliar. En la primera fase, diariamente durante 45 días, se produjo forraje verde hidropónico (FVH) con diferente concentración de biol en el agua de riego (T1 0%, T2 0.5% y T3 1%), cosechándolo a los 12 días y evaluando el rendimiento forrajero (peso y altura). La mayor altura y peso lo obtuvo T3 (20.62 cm y 4294.89 g) por kg de semilla. En la segunda fase, se empleó 45 cuyes gazapos machos destetados, con edad entre 12 y 15 días, peso promedio de 372 ± 6 g, distribuidos aleatoriamente y equitativamente en tres tratamientos: **T1** (FVH sin biol + concentrado comercial); **T2** (FVH cultivado con biol al 0.5% + concentrado comercial) y **T3** (FVH cultivado con biol al 1.0% + concentrado comercial). El periodo experimental duró 42 días, registrando cada 7 días la ganancia de peso vivo (GPV), cuando finalizó el experimento, se determinó la conversión alimenticia (CA) y rendimiento de carcasa (RC). Estos datos fueron sometidos a un análisis de varianza de un solo factor y comparación de medias mediante la prueba de Tukey. El promedio de GPV, CA y RC, fue T3=409.60g, T2=397.67g y T1=375.67g; T3=4.54, T2=4.85 y T1=5.14; T3=71.92%, T2=71.69% y T1=69.65%, respectivamente. No se encontró diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos con respecto a la ganancia de peso vivo y rendimiento de carcasa. Sin embargo, si hubo diferencia en la conversión alimenticia, entre T2 y T3 frente a T1 que mostró la peor conversión alimenticia ($P < 0.01$). Al evaluar la rentabilidad, T2 (62.89%) fue mayor frente a T3 (62.36%) y T1 (59.99%). Se concluyó que al utilizar biol al 0.5% y 1% como abono foliar en la producción de forraje verde hidropónico a partir de la cebada (*Hordeum vulgare*), la ganancia de peso vivo y rendimiento de carcasa es similar frente al tratamiento en el que no se usa biol ($P > 0.05$), no obstante, existe una mejor conversión alimenticia ($P < 0.01$).

Palabras clave: Cuy, alimentación, forraje, hidropónico, biol.

ABSTRACT

The study was developed in the Condebamba sector of the Abancay district and province of the Apurímac region. The main objective was to evaluate the live weight gain of male guinea pigs (*Cavia porcellus*) in rearing, fed with hydroponic green forage of barley (*Hordeum vulgare*) using biol as foliar fertilizer. In the first phase, daily for 45 days, hydroponic green forage (FVH) was produced with different concentrations of biol in the irrigation water (T1 0%, T2 0.5% and T3 1%), harvesting it after 12 days and evaluating the forage yield (weight and height). The highest height and weight was obtained by T3 (20.62 cm and 4294.89 g) per kg of seed. In the second phase, 45 weaned male guinea pigs were used, aged between 12 and 15 days, average weight of 372 ± 6 g, randomly and equally distributed in three treatments: T1 (FVH without biol + commercial concentrate); T2 (FVH cultivated with 0.5% biol + commercial concentrate) and T3 (FVH cultivated with 1.0% biol + commercial concentrate). The experimental period lasted 42 days, recording live weight gain (LW) every 7 days. When the experiment ended, feed conversion (CA) and carcass yield (RC) were determined. These data were subjected to a one-factor analysis of variance and comparison of means using the Tukey test. The average of GPV, CA and RC, was T3=409.60g, T2=397.67g and T1=375.67g; T3=4.54, T2=4.85 and T1=5.14; T3=71.92%, T2=71.69% and T1=69.65%, respectively. No statistically significant difference was found between the three treatments with respect to live weight gain and carcass yield. However, there was a difference in feed conversion between T2 and T3 versus T1, which showed the worst feed conversion ($P < 0.01$). When evaluating profitability, T2 (62.89%) was higher compared to T3 (62.36%) and T1 (59.99%). It was concluded that when using biol at 0.5% and 1% as foliar fertilizer in the production of hydroponic green fodder from barley (*Hordeum vulgare*), live weight gain and carcass yield is similar compared to the treatment in which no biol is used ($P > 0.05$), however, there is a better feed conversion ($P < 0.01$).

Keywords: Guinea pig, feeding, forage, hydroponic, biol.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En los países andinos en los últimos años, la producción y consumo de carne de cuy ha incrementado, registrando aproximadamente una producción anual de 16 500 toneladas de carne proveniente del beneficio de más de 65 millones de cuyes, producidos por una población más o menos estable de 22 millones de animales criados básicamente con sistemas de producción familiar (5).

Dentro de las ventajas de la crianza de cuyes, considerando que es una especie herbívora, se incluyen, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil, lo que le permite utilizar insumos no competitivos con la alimentación de otros monogástricos (6) (7).

En Perú, los cuyes son criados y alimentados a base de desperdicios de cocina y forraje como suplemento, esto no garantiza que cubran sus requerimientos en un sistema de producción familiar (3). Además, los altos costos del alimento balanceado y forrajes para un sistema de alimentación mixta en la crianza familiar comercial, ocasiona su difícil adquisición, lo que afecta negativamente el desempeño productivo y reproductivo. Sin embargo, el manejo tecnificado, posibilitaría triplicar la producción, mejorar la supervivencia de las crías y lograr un rápido crecimiento y engorde (2).

Por otro lado, para la producción sostenible de cuyes es necesario que el cuyicultor cuente con campos de cultivo de forrajes, considerando que la disponibilidad del forraje verde cambia durante el año, por la estacionalidad, sequías y lluvias (4). Además, en el caso que utilice fertilizantes (químicos) se estaría contribuyendo a la contaminación ambiental (8).

En ese sentido, la producción de forraje verde hidropónico como tecnología para la obtención de biomasa en estados germinación y crecimiento en pequeñas áreas de producción se viene difundiendo desde hace muchos años como una alternativa que permite que en un periodo corto de 10 a 15 días, se generen plántulas que luego de captar energía del sol y asimilar minerales de la solución nutritiva agregada en el agua, desarrollan en forma óptima y eficaz, reduciendo costos de producción, optimizando el uso del agua y elevando la calidad nutricional del forraje producido (5) (9).

1.2 Enunciado del problema general

1.2.1 Problema general

¿Cómo mejora la ganancia de peso vivo en cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría, alimentados con forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) utilizando biol como abono foliar?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será el rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) por kilogramo de semilla, utilizando biol como abono foliar?
- ¿Cuál será la ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría, alimentados con forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*), utilizando biol como abono foliar?
- ¿Cuál será la rentabilidad del uso del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) utilizando biol como abono foliar, en la ganancia de peso vivo en cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría?

1.2.3 Justificación de la investigación

En el Perú y la región Apurímac existe alrededor de 763 360 y 58 925 unidades agropecuarias productoras de cuyes, respectivamente, con una población total a nivel nacional de 12 695 030 cuyes y 153 767 cuyes en la provincia de Abancay (1). El cuy es un animal de fácil manejo en producción y requiere un menor espacio para su desarrollo. Es por ello que el poblador andino consume carne de cuy para cubrir sus requerimientos de proteína animal (5) (10) (11). La hidroponía, es un método utilizado para cultivar forrajes, que por su bajo costo resulta una alternativa para hacer rentable la producción animal, además, no necesita mano de obra tecnificada y proporciona productos nutritivos y saludables. La aplicación de un sistema hidropónico representa entonces una opción viable, económica y segura en la alimentación animal (11) y la variabilidad en el proceso de producción de forraje hidropónico, como el tiempo de cosecha y uso de nutrientes sobre el crecimiento de la planta (12), ofrece la posibilidad de obtener pastos frescos todo el año, independientemente de la estación climática, requiriendo una menor área de producción y agua (13), a la que se puede añadir abonos orgánicos como una fuente de nutrientes para las plantas (9). Por lo mencionado anteriormente, la presente investigación estuvo encaminada a evaluar la ganancia de peso vivo en cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría, alimentados con forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) utilizando el biol como abono foliar y de esta manera poder tener una alternativa en la mejora de la dieta de los cuyes, con el propósito de lograr mejoras en la ganancia de peso vivo, rendimiento de carcasa, así como la rentabilidad.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Evaluar la ganancia de peso vivo en cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría, alimentados con forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) utilizando el biol como abono foliar.

2.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) por kilogramo de semilla, utilizando biol como abono foliar.
- Determinar la ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría, alimentados con forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) utilizando biol como abono foliar.
- Estimar la rentabilidad del uso del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) utilizando biol como abono foliar, en la ganancia de peso vivo en cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

El uso de biol en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) mejora la ganancia de peso vivo en cuyes (*Cavia porcellus*).

2.2.2 Hipótesis específicas

- El rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) por kilogramo de semilla, incrementa al utilizar biol al 0.5 y 1% en el agua de riego.
- La ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría alimentados con forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) mejora al incluir biol como abono foliar en el riego.
- La rentabilidad del uso del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) utilizando biol como abono foliar, en la ganancia de peso vivo en cuyes (*Cavia porcellus*) machos en recría es similar para los tres tratamientos.

2.3 Operacionalización de variables

Se realizó en dos fases, la primera se evaluó el rendimiento de FVH por kilogramo de semilla de cebada, la segunda se observaron las variables independientes y dependientes de la investigación (Tabla 1).

Tabla 1. Operacionalización de variables en el estudio

Variables	Indicador	Índice
Rendimiento forrajero:		
FVH sin biol	Peso FVH(g)	
FVH + biol al 0.5%	Altura (cm)	Peso FVH(g) / kg semilla
FVH + biol al 1.0%		
Variables independientes		
FVH sin biol + Concentrado	g/día/cuy	
FVH + biol al 0.5% + Concentrado	g/día/cuy	
FVH+ biol al 1.0% + Concentrado	g/día/cuy	
Variables dependientes		
Ganancia de peso cuy	g/semana/cuy	
Conversión alimenticia del cuy	Alimento consumido (g) Ganancia de peso vivo (g)	$CA = \frac{\text{Alimento consumido}(g)}{\text{Ganancia de peso vivo}(g)}$
Rendimiento de carcasa del cuy	Peso de canal (g) Peso al beneficio(g)	$RdC\% = \left(\frac{\text{Peso de canal}}{\text{Peso al beneficio}} \right) \times 100$
Rentabilidad	Utilidad neta(S/.) Inversión (S/.)	$R\% = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Inversión}} \times 100$

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) El forraje verde hidropónico (FVH) como alternativa en alimentación animal viene siendo aplicada los últimos años con el fin de mejorar el rendimiento productivo en cuyes a menor costo. Se realizaron estudios en los que se suministró FVH a cuyes a partir de la tercera hasta la decimotercera semana de edad en dos etapas. La primera se suministró 100g/animal /día de FVH desde los 15 a 45 días de edad. La segunda etapa se suministró 200g/animal/día de FVH desde los 46 días hasta los tres meses de edad. Los tratamientos fueron cuatro (alfalfa, FVH de cebada, FVH de maíz y FVH de avena) con adición de alimento balanceado. Los forrajes ofrecidos fueron consumidos en su totalidad demostrando tener una adecuada palatabilidad y digestibilidad. El tratamiento de alfalfa obtuvo los mejores resultados reportando un peso promedio (PV) (520.38 g y 1277.33 g, la cuarta y treceava semana), mayor ganancia de peso (GPV) (208.73 g y 967.33 g, la cuarta y treceava semana), mejores índices de conversión alimenticia (CA) (14.97, 14.37 a la cuarta y treceava semana y una CA total de 17.57), superando a los tratamientos de FHV y no se reportó mortalidad. Entre los FVH evaluados, el FVH de cebada tuvo los mejores PV (442.62 g y 1042.48 g a la cuarta y treceava semana), la mejor GPV (132.60 g y 731.67 g a la cuarta y treceava semana) y los mejores índices de CA (23.60, 18.95 a la cuarta y treceava semana y 23.16 de CA total) y presentó una mortalidad de 13.33%. Estos resultados se deben a que la alfalfa es superior nutricionalmente presentando 20.38% de proteína bruta, 76.70% de humedad y 2.46% de grasa. El FVH de cebada presentó 12.55% de proteína bruta, 74.12% de humedad. El tratamiento de alfalfa económicamente reportó la mejor relación beneficio costo de 0.61, siendo el tratamiento más rentable, en comparación a los tratamientos de forraje verde hidropónico (14).
- b) En otro estudio, se comparó el rendimiento forrajero de tres variedades de cebada: San Cristóbal (T1), Grigñon (T2) e INIA Moronera (T3) en la producción de forraje verde hidropónico (FVH) sin uso de soluciones nutritivas, obteniendo por kilogramo de semilla de cebada pesos de 4818 g (T1), 4511 g (T2) y 4012 g (T3) y alturas de 23.3 cm (T1), 22.7 cm (T2) y 21 cm (T3) de FVH a los 15 días de cosecha. Seguidamente para determinar el efecto del FVH en el crecimiento y engorde de cuyes desde los 15 hasta los 60 días de edad, distribuyó al azar cuyes en tres tratamientos de 15 gazapos cada uno. La dieta suministrada consistió en FVH de cebada (60%) y concentrado comercial (40%) para los tres tratamientos. Los resultados obtenidos de ganancia de peso vivo fue T1=497.4 g, T2=484.8 g y T3=429.40 g. No hubo diferencia estadística entre tratamientos, la mejor

conversión alimenticia fue obtenida en T1 (4.0) seguida de T3 (4.12) y T2 (4.38) y el mayor valor de rendimiento de carcasa se observó en T2 (68.3%) seguido de T1 (67.3%) y T3 (66.4%). La rentabilidad en T1 (88.39%) fue mayor en comparación con T2 (67.66%) y T3 (67.12%) (15).

- c) Otros estudios adicionaron en la producción de forraje verde hidropónico (FVH) soluciones nutritivas, determinando el valor nutricional del FVH de cebada de tres tratamientos: sin aplicación de nutrientes (SAN), con aplicación de nutrientes desde la germinación (ANG) y con aplicación de nutrientes desde los ocho días de germinación (AN8G). Se realizó la medición del rendimiento del forrajero a los 8, 12 y 16 días de producción. Se evaluó el rendimiento productivo de cuyes (64 gazapos de ambos sexos, de 15 días de edad) distribuidos en cuatro tratamientos de dietas de forraje (FVH SAN, FVH ANG, FVH AN8G y alfalfa más pasto elefante como control) con adición de concentrado. Se alimentaron durante 60 días. Los tratamientos con mejor calidad forrajera se cosecharon a los 12 y 16 días. La adición de nutrientes desde la germinación resultó en una menor concentración de materia seca, mayor proteína bruta y mayor producción de forraje verde. Además, el FVH cultivado con solución nutritiva desde la germinación tuvo efecto en el desempeño productivo de los cuyes similares a los cuyes alimentados a base de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) alfalfa y concentrado, generando altos beneficios económicos como resultado del menor costo de producción del FVH en comparación a la producción de alfalfa y pasto elefante (16).
- d) Otro investigador evaluó el uso del forraje verde hidropónico, cultivado con y sin suministro de nutrientes, en la alimentación de cuyes sobre su desempeño productivo. Al analizar los componentes nutritivos el FVH que recibió nutrientes desde los 8 días (AN8) presentó mayor concentración de materia seca (MS) que el que recibió nutrientes desde la germinación (ANG). Sin embargo, la concentración de proteína bruta (PB) de ANG fue mayor. En ambos tratamientos al ser suministrados con solución nutritiva, el contenido de MS y PB incrementa. Además, su efecto en el desempeño productivo mejora obteniendo mayor ganancia de peso, mejor conversión alimenticia a raíz de un mayor contenido proteico a la vez genera mejores beneficios económicos (17).
- e) A esto se suma los estudios realizados con el uso de un abono líquido foliar (biol) como solución nutritiva en la producción de forraje verde hidropónico. Se determinó la composición química de la cebada hidropónica a distintos tiempos de cosecha (15, 20 y 25 días) y diferentes niveles de concentración de biol (0, 25, 50, 75 y 100 %). Se observó que a mayor concentración de biol y menor tiempo de cosecha de 15 días, la proteína cruda (PC) es más alta de 15.89. La materia seca (MS) a los 25 días de cosecha a una concentración de biol al 100% es mayor en 12.53% y a una concentración de biol de 50% es de 11.86%. La materia orgánica (MO) a 15 días de cosecha es elevada en 95.32%.

Además, la producción de materia fresca (MF), producción de MS, producción de MO, producción de PC y altura de la planta fueron mayores en 21.65 kg/m², 2.95 kg/m², 2.70 kg/m², 0.41 kg/m² y 18.55 cm respectivamente a los 25 días de cosecha a una concentración de 100% de biol. Se llegó a la conclusión que a mayor concentración de biol mejora la calidad del forraje y se resalta el uso del biol en la producción de forraje verde hidropónico como alternativa cuando haya escasez de forrajes para alimentar animales (18).

- f) Asimismo, en otro estudio se comparó biol a base de estiércol de cuy (*Cavia porcellus*), ovino (*Ovis aries*) y vacuno (*Bos taurus*) en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) variedad Grigñon en Puno. La concentración de biol que aplicaron fue de 00, 15 y 30%. En cuanto a la altura de la planta se observó que los tratamientos de biol al 30% de biol de vacuno fue superior con 27.13 cm, le siguió el biol de cuy con 26.33 cm. Sin embargo, el FVH producido con biol de estiércol de ovino al 30% tuvo un mayor contenido de proteína (15.44%), con biol de estiércol al 15% se registró 38.06% de fibra detergente neutra y con biol de estiércol al 0% se determinó un contenido de grasa de 3.80%. El FVH con biol de estiércol de cuy al 30% reporto el mejor rendimiento forrajero de 4.42 kg/0.10 m². La relación beneficio costo fue mayor de 2.06 con una rentabilidad de 106.31%. En cambio, en el tratamiento testigo la rentabilidad fue baja de 37.80% y una relación beneficio costo de 1.38 (19).
- g) En un estudio se determinó el efecto del biol sobre el forraje hidropónico, utilizó cinco tratamientos de concentración de biol en el agua (0%, 30%, 40%, 50% y 60% de biol) para cebada y maíz, con una densidad de semilla de 600g/0.30m² y 1200 g/0.30 m² respectivamente. Se observó que en los tratamientos donde se utilizó 40% y 60% de biol para producir FVH de cebada INIAP Cañicapa, presentaron los mejores resultados, frente al FVH de maíz INIAP 180, desde la germinación. Luego se determinó el efecto del FVH sobre el desarrollo y engorde de cuyes, se trabajó con tres tratamientos: T1 (cebada hidropónica biol (60%) + balanceado comercial); T2(cebada hidropónica biol (40%) + balanceado comercial) y T3 (alfalfa + balanceado comercial). Las unidades muestrales al inicio presentaron pesos iniciales comprendidos entre 300 y 350 g. Al finalizar el tratamiento T3 presentó los mejores resultados en incremento de peso, conversión alimenticia, peso y rendimiento a la canal y mejor rentabilidad en comparación con el T1 y T2 (20).

3.2 Marco teórico

3.2.1 Forraje verde hidropónico

Es un germinado con alto porcentaje de humedad. Se produce usando granos de cereales (avena, cebada, etc.) y leguminosas. Se produce bajo condiciones ambientales (luz, temperatura y humedad) controladas en módulos de hidroponía, en bandejas plásticas, no es necesario el uso de tierra o sustrato. Su periodo de producción puede ser de 8 a 15 días (21) y la altura promedio de la planta varía de 20 a 25 cm (5). Estudios mencionan que a menor tiempo de producción mejor será la calidad nutritiva, mayor el contenido de proteína y fibra. Este forraje es destinado a la alimentación de cuyes, vacas lecheras, caballos, ovinos, conejos (22).

3.2.1.1 Ventajas y desventajas

a. Ventajas:

- **Ahorro de agua:** El consumo de agua es mínimo porque es producido en un invernadero, evita el contacto directo con los rayos solares y el agua es captada y reutilizada. Para producir un kilo de forraje se requiere aproximadamente 2 litros de agua, a la vez evita la contaminación de la producción con el uso de agua potable (23).
- **Tiempo de producción:** el tiempo de cosecha de forraje verde hidropónico varía de 16 a 18 días. También, se puede obtener forraje desde el día 12, esto depende de la temperatura de la zona e infraestructura (23).
- **Calidad del forraje verde hidropónico para los animales:** Al ser producido en pocos días, es un germinado de aproximadamente 20 a 30 cm de altura, es succulento, palatable, comestible. Su digestibilidad es alta (menor contenido de lignina). Es un forraje fresco de alto valor nutricional adecuado para suministrarla como alimento para animales (9).
- **Inocuidad:** La producción en ambientes controlados previene la presencia de hongos e insectos. Es decir, nos asegura obtener alimento de buena calidad sanitaria. Del mismo modo controla la presencia de hierbas y pastos dañinos para los animales o que puedan cambiar el sabor de la carne (24).
- **Costos de producción:** Los costos dependerán de la disponibilidad de materiales para la implementación de un invernadero, la elección de semillas de granos que se producen en la zona que sean de bajo costo (23).

- **Eficiencia en el uso de espacio:** El uso de un módulo hidropónico para forrajes maximiza la producción de forraje verde hidropónico en menor tiempo y optimiza mejor los espacios (23) (25).

b. Desventajas:

- **Asistencia técnica y desinformación de la tecnología:** La falta de conocimiento de la tecnología y su aplicación, es una de las dificultades para el productor. Esta tecnología no es de ahora, pero requiere tener continuidad para ver resultados. Asimismo, debido al desconocimiento de las ventajas, hay poco interés por implementar este tipo de tecnologías o provoca el abandono de esta actividad (23).
- **Costo de instalación elevado:** Al inicio el costo de instalación es alto (23).

3.2.1.2 Semillas utilizadas para hidroponía

Las semillas más utilizadas son: avena, cebada, maíz, trigo y sorgo. Sin embargo, para una buena producción de forraje verde hidropónico es necesario adquirir semillas de buena calidad, certificadas y de una fuente confiable libre de patógenos como hongos y bacterias, libres de pesticidas (26).

Semilla de cebada (*Hordeum vulgare*)

Se caracteriza a la semilla como un grano mediano amarillo, dístico, de espiga compacta, su ciclo vegetativo varía entre los 150 días, es usada para cultivo de forrajes y para la industria cervecera. Su clasificación científica (taxonomía) es de clase *Liliopsida*, subclase *Liliidae*, orden *Poales*, familia *Poaceae*, sub familia *Pooideae*, género *Hordeum*, especie *vulgare* (5).

3.2.1.3 Análisis químico del forraje hidropónico de cebada

El forraje verde hidropónico de cebada, muchas veces cosechada a los 10 días de germinada, puede ser analizada químicamente incluyendo raíces, tallo y hojas. Los datos obtenidos nos permiten tener una idea del aporte de nutrientes del FVH ofrecido a los animales (11).

Tabla 2. Contenido nutricional del forraje verde hidropónico de cebada
(*Hordeum vulgare*) (11)

Contenido (%)	Total
Proteína cruda	16.02
Grasa	5.37
Fibra cruda	12.94
Extracto libre de nitrógeno	62.63
Ceniza	3.03
Nitrógeno digestible total	80.91

3.2.1.4 Soluciones nutritivas usadas en la hidroponía

Utilizar sustancias nutritivas se ha convertido en algo infaltable en la hidroponía para nutrir de mejor forma a la planta, los productores las pueden elegir e inclusive preparar con el ánimo de lograr un mejor rendimiento, es válido mencionar que el FVH cuando es producido con solo agua, su contenido nutricional no llega a alcanzar o igualar a forrajes que son cultivados en terrenos agrícolas, por esta razón, para mejorar la calidad nutricional de la planta, el uso de soluciones nutritivas (seis macro nutrientes K, Ca, Mg, N, P y S y siete micro nutrientes Fe, Mn, Mo, Cu, Zn, B y Cl) en el agua de riego es importante (12) (27).

Elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas

Los macronutrientes y micronutrientes, nombrados así por sus niveles de concentración en los tejidos vegetales, pueden ser clasificados de acuerdo a sus funciones bioquímicas y fisiológicas en cuatro grupos (28):

Grupo 1. Nutrientes que forman parte de compuestos orgánicos (nitrógeno y azufre)

Estos son aprovechados mediante procesos de oxidación y reducción, formando compuestos orgánicos necesarios para el organismo, como los aminoácidos, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, entre otros (28).

Grupo 2. Nutrientes importantes en el almacenamiento de energía o en la integridad estructural (fósforo, silicio y boro)

El fósforo está implicado en el almacenamiento y transferencia de energía en la célula, forma parte de los azúcares fosfato, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, fosfolípidos, etc. El silicio tiene propiedades mecánicas, se almacena en la pared celular de las plantas, influye en la dureza y elasticidad. El boro implicado en la elongación celular, el metabolismo de los ácidos nucleicos y la

formación de carbohidratos complejos (manitol, mananos, ácido poligalacturónico) y con otros componentes de la pared celular (28).

Grupo 3. Nutrientes que aparecen en forma iónica (potasio, calcio, magnesio, cloro, manganeso y sodio)

El potasio es un mineral que sirve de cofactor para más de 40 enzimas, mantiene la turgencia celular y neutralidad eléctrica. El calcio se integra a las paredes celulares vegetales, pero también es cofactor para activar apoenzimas implicadas en la hidrólisis del ATP y fosfolípidos, se le considera un segundo mensajero en los procesos de regulación metabólica. El magnesio es necesario para que las enzimas realicen la transferencia de grupos fosfato, conforma la clorofila. El cloro estaría implicado en la fotosíntesis. El manganeso sirve para activar deshidrogenasas, descarboxilasas, kinasas, oxidasas y peroxidasas. El sodio está relacionado con la bomba de sodio y potasio, favoreciendo la regeneración del fosfoenolpiruvato en plantas (28).

Grupo 4. Nutrientes implicados en reacciones óxido-reducción (redox): hierro, zinc, cobre, níquel y molibdeno

El hierro conforma los citocromos y otras proteínas implicadas en la fotosíntesis, fijación de nitrógeno y la respiración celular. El zinc forma parte de las enzimas alcohol deshidrogenasa, glutámica deshidrogenasa, anhidrasa carbónica. El cobre forma parte de las enzimas ascorbato oxidasa, tirosinasa, monoamino oxidasa, uricasa, citocromo oxidasa, fenolasa, lacasa y de la plastocianina. El níquel es constituyente de la enzima uricasa. En las bacterias fijadoras de nitrógeno forma parte de las hidrogenasas. El molibdeno forma parte de las enzimas nitrogenadas, nitrato reductasa y xantina deshidrogenasa (28).

Otros elementos que no son considerados esenciales pero que fueron identificados en los tejidos vegetales son, el aluminio, selenio y cobalto. El aluminio se ha detectado a muy bajas concentraciones (de 0.1 a 500 ppm) y su adición a disoluciones nutritivas a muy baja concentración puede estimular el crecimiento de las plantas (29).

3.2.2 Biol

Se origina a partir de la descomposición de materia orgánica (estiércol de animales, plantas, frutos, etc.), es por ello que es considerado como abono orgánico líquido. Es una especie de vida (bio), muy fértil (fertilizante), ecológica y económicamente rentable. Sus componentes son fácilmente asimiladas por las plantas (30).



3.2.2.1 Características del biol

El biol está compuesto por diversos productos orgánicos e inorgánicos, los cuales pueden ser utilizados para la fertilización de suelos, como para la alimentación de animales. En estos productos (residuos) se mantienen nutrientes orgánicos (CH_4 , CO_2 , H_2O) que comprenden del 5% al 10% de volumen total del material de carga. Es por esta característica que posee la capacidad de ser un fertilizante que tiene efecto sobre las plantas elevando su rendimiento y productividad (31).

Tabla 3. Análisis químico del biol (32)

Contenido	Unidad
pH	5.6
Nitrógeno	0.092 (%)
Fósforo	112.80 ppm
Potasio	860.40 ppm
Calcio	112.10 ppm
Magnesio	54.77 ppm
Cobre	0.036 ppm
Manganeso	0.075 ppm
Hierro	0.820 ppm
Cobalto	0.024 ppm
Boro	0.440 ppm
Selenio	0.019 ppm

3.2.2.2 Aplicaciones del biol

Tanto para cultivos en tierra como hidropónicos, antes de aplicar el biol, primero se debe mezclar con agua, ya que puede quemar las plantas al aplicarlo solo. Se aplica preferentemente a las hojas, tallos y también raíces. La proporción de biol en relación al agua varía del 5 al 25%, algunos autores mencionan que puede usarse de 1 a 3 litros de biol en una mochila de 15 litros (33). Cabe destacar que por la diversidad de insumos utilizados en la elaboración, la composición del biol es variable, es por ello que se conocen estudios en los cuales la concentración del biol en el agua no supera el 1% y en otros puede llegar a superar el 40%, la aplicación también depende del tipo de cultivo, estado de



crecimiento y de preferencia se recomienda aplicar en las primeras horas de la mañana o tarde (14) (13) (15) (19).

Tabla 4. Dosis de biol recomendadas para la aplicación en cultivos (33)

Cultivo	Dosis para mochila de 15 litros (litros)	Intervalo de aplicación (días)
Cereales		
Trigo, cebada, avena, otros	3	15
Maíz	2	10

3.2.2.3 Ventajas y desventajas del uso del biol

El uso del biol como abono tiene las siguientes ventajas: no contamina el suelo, agua, aire, ni los cultivos, es de fácil preparación, su elaboración es de bajo costo y emplea insumos que encontramos en la comunidad, incrementa la producción y rendimiento de las plantas y tiene sustancias (fitohormonas) que aceleran el crecimiento de la planta. Entre sus desventajas están que la duración de su elaboración demora 3 a 4 meses, depende de la temperatura del ambiente, si se almacena en un ambiente oscuro y fresco, pierde sus propiedades biológicas y nutritivas (33).

3.2.3 Cuy (*Cavia porcellus*)

Guerra (34), menciona que el cuy es un mamífero que vive principalmente en la zona rural andina, su uso es como fuente de carne para el autoconsumo de familias. Es reproductivamente muy precoz, de fácil manejo y prolífico, además es resiliente a los cambios de su entorno y alimentarios, ideal para ser criado en los andes beneficiando económicamente al productor (35).

3.2.3.1 Clasificación taxonómica del cuy

Montes (36) clasifica al cuy, en el reino *Animal*, rama *Vertebrados*, clase *Mamíferos*, orden *Rodentia*, suborden *Hystricomorpha*, familia *Caviidae*, género *Cavia*, especie *Porcellus linnaeus*, nombre científico *Cavia porcellus*, nombre común *cuy*, *cobayo*, *curí*, *conejillo de indias*.

3.2.3.2 Características de la fase de recría de los cuyes

La fase de recría inicia al momento del destete (14 a 21 días de edad). Según el sexo la duración varía en hembras hasta la séptima u octava semana de edad y en machos hasta la octava o décima semana (2) (23), pudiendo llegar a durar 75



días. Se recomienda que en machos el tiempo no se prolongue para evitar peleas (6).

3.2.3.3 Descripción de la fisiología digestiva del cuy

El crecimiento del cuy en relación al peso de su cuerpo es rápido en comparación con especies mayores, siendo necesario ponerle atención a su fisiología digestiva. El cuy es un animal monogástrico herbívoro, de fermentación postgástrica, la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápida llegando a durar menos de dos horas (digestión enzimática) (37), el paso del alimento por el ciego es más lento pudiendo permanecer parcialmente 48 horas (fermentación bacteriana). Su mayor o menor actividad dependerá de la composición del alimento (7).

La lactación dura poco tiempo y depende de la región (costa, sierra y selva) de crianza, en este periodo el gazapo presenta una maduración digestiva avanzada e ingiere alimentos que preparan al ciego para su función digestiva de adulto (38). Cada porción del sistema digestivo cumple funciones importantes en la nutrición del animal (7). La digestión inicia cuando el alimento humedecido por la saliva activa procesos enzimáticos y degradación de azúcares. Luego los movimientos y las contracciones promueven el paso del alimento por la faringe-esófago hacia el estómago. En el estómago los movimientos, la producción de ácidos (ácido clorhídrico) y otras sustancias (enzimas lipas, amilasa y pepsinas gástricas) facilitan e inician la digestión de las proteínas para formar una masa homogénea que continuará su paso por el tracto digestivo (intestino delgado). En el duodeno la acción de las enzimas (biliares, pancreáticas y entéricas) transforman la proteína, las grasas y los carbohidratos en metabolitos que son fáciles de adsorber y es aquí donde ocurre la mayor parte de la digestión y absorción de los nutrientes (agua, vitaminas y elementos pequeños) (37) (39). En el intestino grueso la porción del ciego inicia la fermentación postgástrica por medio de microorganismos saprofitos (benéficos) similares a los que se encuentran en el rumen (40) que degradan alimentos fibrosos para transformarlos en nutrientes permitiendo un mejor aprovechamiento para el animal (39) (41). Por ejemplo, la ingestión de la celulosa ayuda a cubrir los requerimientos de energía. Adicionalmente, en el ciego se sintetiza la vitamina K y la mayoría de las vitaminas del complejo B (41). Al finalizar los residuos que no fueron digeridos pasan por el colon y recto y son eliminados a través del ano (7) (37).

3.2.3.4 Cecotrofia

El cuy produce heces blandas ricas en nitrógeno, vitaminas, proteínas y carbohidratos reutilizados en un segundo ciclo digestivo que ocurre durante la noche y heces duras que son eliminadas (39). Las heces que ingiere (cecotrofia) son las blandas y actúan como suplemento alimenticio. El cuy reutiliza el nitrógeno que no fue absorbido por el intestino delgado, permitiendo un buen desempeño productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína (42).

3.2.3.5 Requerimientos nutricionales del cuy

Los rangos de las proteínas, carbohidratos como fibra (estructurales), azúcares y almidones (no estructurales), grasas, minerales, vitaminas y agua, para la formulación de raciones dependen de la etapa fisiológica (43).

Tabla 5. Requerimientos nutricionales del cuy en diferentes etapas (44)

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	%	18	18 a 22	13 a 17
Energía digestible	Kcl/kg	2.800	3.000	2.800
Fibra	%	8 a 17	8 a 17	10
Calcio	%	1.4	1.4	0.8 a 1.0
Fósforo	%	0.8	0.8	0.4 a 0.7
Magnesio	%	0.1 a 0.3	0.1 a 0.3	0.1 a 0.3
Potasio	%	0.5 a 1.4	0.5 a 1.4	0.5 a 1.4
Vitamina C	Mg	200	200	200

En cuyes jóvenes la necesidad nutricional por unidad de peso corporal es mayor, pero el consumo total de alimento es menor por ser pequeños en tamaño. En cuyes adultos el consumo de alimento en porcentaje del peso vivo es mayor. El incremento de peso llega a su máximo valor aproximadamente a la octava semana de edad (término de la etapa de recría), desde la novena hasta la duodécima semana (etapa de engorde) el incremento de peso es mínimo hasta nulo en el animal adulto (45).

a) Proteína

El porcentaje de proteína que requiere el cuy varía entre 13 y 18%, en caso de animales en crecimiento es mayor y en la madurez se necesita una cantidad para mantener los tejidos corporales. Son el principal nutriente



para la formación de músculos, órganos internos y líquidos corporales como sangre y leche. El desbalance de los niveles de proteína en el alimento provocaría efectos en el desarrollo del animal, bajo peso al nacimiento, crecimiento lento, producción de leche disminuida, infertilidad y menor eficiencia en la utilización de los alimentos (46).

b) Energía digestible

Para cumplir las funciones vitales la energía es esencial. Las proteínas, grasas y azúcares contienen energía. La energía digestible es la que consume el animal y llega a los tejidos y células. El cuy obtiene energía principalmente de los carbohidratos de origen vegetal (7). Los cuyes responden eficientemente al alto suministro de energía, en raciones balanceadas, la energía varía entre el 62 a 70% (≥ 3.000 kcal de energía digestible), logrando mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia. Se observó que los animales consumen mayor alimento cuando la energía de la dieta es menor y el exceso de energía se almacena en forma de grasa (47).

c) Fibra

La fibra es un componente que tiene importancia en la crianza de cuyes. La fibra retarda los movimientos peristálticos para favorecer la ingesta y permitir una mejor absorción de nutrientes. Se recomienda no menos del 18% de fibra en las raciones balanceadas (48).

d) Grasas

El cuy tiene requerimiento nutricional bien definido de grasa o ácidos grasos no saturados. Se afirma que un nivel de 3% es suficiente para lograr un buen crecimiento, así como, para prevenir la dermatitis. Cuando hay deficiencia de grasa, se puede corregir agregando grasa (ácidos insaturados o ácido linoleico) en una cantidad de 4g/kg de ración (49).

e) Vitaminas

Son esenciales para que las funciones del cuerpo se activen en el desarrollo de los animales, ayudan en la asimilación de minerales, proteínas y energía. La vitamina necesaria del cuy es la C, siendo importante su suministro en la ración, la podemos encontrar en el forraje fresco de buena calidad y su déficit produce serios problemas en el crecimiento y en algunos casos puede causarle la muerte (7) (22).

f) Minerales

Los minerales cumplen importantísimas funciones en el organismo animal, intervienen y regulan la fisiología animal en crecimiento, reproducción, etc. Los principales minerales que deben estar incluidos en las dietas son: calcio, fósforo, magnesio y potasio. El desbalance de uno de estos en la dieta produce crecimiento lento, rigidez en las articulaciones y alta mortalidad. La relación de fósforo y calcio en la dieta debe ser de 1:2 (43).

g) Agua

El agua ayuda a regular la temperatura corporal, es parte de procesos de digestión y producción de leche. Es fundamental en la etapa de lactación (7). El consumo de agua depende de la alimentación y el clima (45). Cuando al cuy se ofrece una alimentación mixta con alta proporción de alimento seco (concentrado o pastos secos) y baja cantidad de pastos verdes (30g/animal/día) requiere agua hasta un 20% de su peso vivo equivalente a 85ml/animal/día aproximadamente. Cuando se ofrece dietas con forrajes tiernos y succulentos (88% de agua) más de 200g no hay necesidad de suministrarle agua (50). Los cuyes en recría requieren entre 50 a 100 ml de agua por día pudiendo incrementarse hasta más de 250 ml si no recibe forraje verde y el clima supera temperaturas de 30°C (51) (2). En climas o épocas cálidas (temperatura >20°C), el cuy requiere de mayor cantidad de agua. En climas o épocas frías, el cuy que consume solo forraje llegando a cubrir sus necesidades de agua (45).

3.2.3.6 Alimentación y consumo en la producción de cuy

Uno de los principales pilares importante del cual depende el éxito de la producción es la alimentación, donde debe considerarse la variación en su composición química y los costos en los cuales se incurre. La base de la alimentación en los cuyes son los pastos. Sin embargo, al suministrar alimentos balanceados en la dieta se aprovecha mejor la precocidad del animal para obtener mayor peso en menos tiempo (52).

Al ser herbívoro, el cuy muestra siempre preferencia por el forraje verde. Sin embargo, al evaluar dos ecotipos de cuyes en Perú, se observó que los cuyes de la sierra norte demostraron responder mejor a una alimentación mixta (forraje más concentrado), mientras que el ecotipo de la sierra sur respondía mejor ante un sistema de alimentación a base de forraje. En conclusión, el suministro de

alimento depende de varios factores, como la región, sistema de crianza y disponibilidad de alimento (51).

a) Alimentación mixta (forraje más concentrado)

La adición de alimento balanceado, uso de granos o subproductos industriales ayuda a cubrir los requerimientos nutricionales en meses donde la disponibilidad de forraje es baja (2). Se ha demostrado la superioridad del comportamiento de los cuyes cuando reciben un suplemento alimenticio conformado por una ración balanceada. El cuy bien alimentado expresa mejor su potencial genético productivo (mayor ganancia de peso, mejor conversión alimentaria y mejores parámetros reproductivos). El suministro de alimento balanceado debe cubrir los niveles de energía digestible adecuada para cada etapa productiva, que normalmente los forrajes presentan deficiencia (53).

Tabla 6. Consumo de alimento balanceado según etapa productiva del cuy (6)

Estado fisiológico del cuy	Alimento balanceado (g/animal/día)
Reproductores	40
Destete y engorde	30

b) Alimentación con forraje

Los forrajes contienen proteínas, mayor porcentaje de fibra, son fuente de vitamina C, A, D y E, incentivan la acción bacteriana que degrada la celulosa aportando nutrientes y estabilizando las funciones digestivas (2). Al combinar varios tipos de forraje (pastos y leguminosas) se puede llegar a cubrir los requerimientos del cuy. Como alternativa forrajera por su adaptabilidad, producción de biomasa y buena calidad nutricional se utilizan especies promisorias leñosas como potencial forrajero (7).

c) Alimentación de cuyes a base de forraje verde hidropónico

La estacionalidad climática es un problema que afecta la disponibilidad de forraje durante el año. El uso de forraje verde hidropónico podría ser una alternativa tecnológica para la alimentación animal. Sin embargo, es necesario suplementar con alimento balanceado.



Tabla 7. Consumo de FVH según los diferentes estados fisiológicos del cuy (6)

Estado fisiológico del cuy	Forraje verde hidropónico (g/animal/día)
Reproductores	200
Destete y engorde	130

3.2.3.7 Suministro de alimento

Al momento de realizar un cambio de alimentación, como el tipo de forraje, se recomienda que sea de manera gradual, es necesario que el cuy se adapte poco a poco ya que es muy susceptible a presentar trastornos digestivos sobre todo en gazapos (2).

Tabla 8. Cantidad de forrajes y balanceados suministrado a cuyes (23) (6)

Edad del animal	Forraje (g/ día)	Balanceado (g/días)
1 a 30 días	100	10
31 a 60 días	200	20
61 a 90 días	300	30
91 a 120 días	400	40
Reproductores	500	50

3.2.3.8 Características productivas del cuy

En la producción de carne de los cuyes se requiere conocer las características de importancia económica que podemos explotar (36):

- **Peso vivo:** Peso vivo a edad de destete y/o beneficio.
- **Velocidad de crecimiento:** Ganancia de peso por día hasta la edad que llega al peso mínimo para ser beneficiado (peso mínimo comercial). Relacionado a la característica de precocidad del cuy.
- **Conformación:** Distribución equilibrada de músculos (carne) en el cuy.
- **Rendimiento de carcasa:** Porcentaje del peso de carcasa en relación al peso vivo del cuy.
- **Calidad de carcasa:** Especialmente la cantidad de grasa en la carcasa.
- **Conversión alimenticia:** Cantidad de alimento (gramos) necesario para que el cuy logre incrementar 1 gramo de peso.

3.2.3 Rentabilidad en producción de cuyes

La rentabilidad de la producción de cuyes depende de los costos del animal, alimento y tiempo en el cual alcanza su peso mínimo de venta (23).

a) Los costos de producción del forraje verde hidropónico

Depende mucho del grano que se utilice ya que este representa el 90% del costo total. Se le suma el costo del agua, energía eléctrica utilizada para su producción, lejía para la desinfección de las semillas, soluciones nutritivas, desgaste de las bandejas y mano de obra, respecto a la producción de un kilo de forraje verde hidropónico (23).

b) Costo de producción de un cuy de 900 gramos a los sesenta días de nacido

Se consideran los siguientes supuestos: días de engorde desde el destete (46 días), consumo de concentrado/recría/día (en kilogramos) y consumo de forraje/recría/día (en kilogramos) por cuy (6).

Tabla 9. Costos de producción de cuyes por rubros (6)

1. Costo de 1 cuy destetado
2. Recría-engorde
Consumo concentrado (kg)
Precio del concentrado (S/. / kg)
a. Costo de alimentación con concentrado (S/.)
Consumo del forraje (kg)
Precio del forraje (S/. / kg)
b. Costo de alimentación con forraje (S/.)
Costo de la alimentación mixta (S/.) (a + b)
Costo total en fase recría
c.- Medicamentos veterinarios
d.- Personal de mantenimiento

Costo total de producción de cuy (S/.)

3.3 Marco conceptual

3.3.1 Rendimiento de forraje verde hidropónico

La cantidad de forraje alcanzado en menos tiempo, es una de las características que se pretende mejorar en la producción de una planta forrajera. Entre las técnicas para determinar el rendimiento de un forraje se realiza el corte y pesado como una forma de estimar la producción de forraje (54). Asimismo, para el forraje verde hidropónico el rendimiento se determina por la cantidad de forraje producido de un kilogramo de semilla (15) (55).

3.3.2 Ganancia de peso vivo

Es un indicador de que el alimento suministrado tiene efecto sobre el animal, expresado en el incremento de peso del animal, depende de la calidad de alimento, de los ingredientes que constituyen la ración, su cantidad, textura, sabor, además del factor genético de los animales, tal es así, que en estudios realizados se observó que la ganancia de peso mejoraba al utilizar animales mejorados, otro factor sería, la suplementación con alimentos balanceados (56).

3.3.3 Consumo de alimento

El consumo de alimento nos indica si el alimento es de buena calidad, tiene buena palatabilidad y presenta una digestibilidad alta. La regulación del consumo se basa en el nivel energético de la dieta, por lo tanto, un menor consumo nos indicaría que la dieta es rica nutricionalmente en carbohidratos, grasa y proteínas y un mayor consumo, nos indicaría que el alimento no cubre los requerimientos del animal. No hay pruebas que indiquen que el mayor o menor consumo dependa de la palatabilidad de alimento a largo plazo (57).

3.3.4 Conversión alimenticia

Es un indicador de la eficiencia que tiene el animal de convertir los nutrientes consumidos en carne, leche, etc. El cuy tiene la capacidad de digerir alimentos fibrosos y utilizarlos eficientemente en el ciego. Los alimentos balanceados o concentrados mejoran la conversión alimenticia, por ende, mejora la dieta al ser un alimento preparado con insumos que se caracterizan por ser altamente digestibles (39).

3.3.5 Rendimiento de carcasa

Es el porcentaje de peso de carcasa obtenido con respecto a un peso vivo determinado. Está influenciado por la línea, edad y alimentación. El porcentaje varía desde un 65 a 75%. Reynaga (58) determinó que en la línea Perú se obtiene un mejor rendimiento en

comparación con la línea Andina e Inti. La carcasa incluye: piel, cabeza, patas y vísceras (corazón, pulmones, hígado, bazo y riñones). Otros estudios en cuyes mejorados en crecimiento alimentados con concentrados, el promedio del peso de la carcasa esta entre 0.530 a 0.750 kg. En cuanto a la calidad de la carcasa se observó que, a mayor cantidad de alimento energético, ocurre la acumulación de grasa localizada (59).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

De acuerdo a la naturaleza de los componentes y objetivos planteados, el presente estudio es de tipo experimental, prospectivo, longitudinal, analítica, de nivel explicativo.

4.2 Diseño de la investigación

La investigación se realizó considerando los siguientes pasos: producción de forraje verde hidropónico de cebada con agua y biol al 0, 0.5 y 1.0 %, con tiempo de cosecha de 12 días, evaluación del rendimiento forrajero (peso y altura) por kilogramo de semilla de cebada y análisis para determinar sus componentes nutricionales del forraje hidropónico. Luego selección e identificación de las muestras (cuyes), adaptación y alimentación de los cuyes al tipo de alimento durante 42 días, pesado semanal para determinar la ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y la semana final, se benefició a los cuyes para determinar el rendimiento de carcasa. Finalmente se realizó el análisis estadístico de ANOVA de un factor y la comparación de medias mediante Tukey.

4.3 Población y muestra

Se utilizó una muestra de cuyes gazapos machos destetados entre 12 y 15 días de edad, del galpón de la familia Ochoa, ubicado en la comunidad de Accopampa, distrito y provincia de Abancay, región Apurímac. Se seleccionó una muestra por conveniencia de 45 cuyes, con peso promedio de 372 ± 6 gramos. Los cuyes fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos de 15 (Tabla 10), el periodo experimental duró 42 días.

Tabla 10. Distribución de los tratamientos

Tratamientos	Nº de cuyes
T1. Testigo: forraje verde hidropónico de cebada sin biol + Concentrado	15
T2. Forraje verde hidropónico de cebada obtenido con biol al 0.5% + Concentrado	15
T3. Forraje verde hidropónico de cebada obtenido con biol al 1.0 % + Concentrado	15
Total	45

4.4 Procedimiento

4.4.1 Fase de producción de forraje verde hidropónico considerando el día 12 de cosecha

Diariamente se produjo forraje hidropónico de cebada durante 45 días. La semilla de cebada variedad Hatif de Grignon se compró en cantidad de 150 kilogramos en el mercado “Vino Canchón” de San Jerónimo Cusco. El biol utilizado se adquirió de la producción que expende la Universidad Nacional Agraria La Molina (Anexo 1 y Tabla 22).

a) Producción de forraje verde hidropónico de cebada

Un módulo de hidroponía se dividió en tres secciones por tipo de riego: T1: Agua, T2: agua + biol al 0.5% y T3: Agua + biol al 1.0 %. El riego fue de forma manual utilizando dos microaspersores de 5 litros, uno de ellos fue usado únicamente para T1 y el otro para T2 y T3. La medida del módulo de producción fue de 2.40 m x 60 cm x 1.80 m con capacidad para 30 bandejas. El proceso de producción de FVH se dividió en dos etapas: la etapa de germinación de semilla en ambiente oscuro y la etapa de producción, donde la planta es expuesta a la luz para realizar la fotosíntesis y crecimiento del forraje. Los procesos fueron adaptados de Carballo (60), que consistió en lo siguiente:

1. **Selección y desinfección de semillas día 1:** Se pesó 1 kg de semilla de cebada, se desinfectó en una solución de hipoclorito de sodio al 1% por un tiempo de 30 segundos a 1 minuto, se enjuagó y remojó en agua potable. La equivalencia fue un kilogramo de semilla por bandeja.
2. **Remojo y pre germinación día 2:** Las semillas desinfectadas pasaron a un proceso de remojo de 24 horas. Pasadas las primeras 12 horas se retiró el agua y se dejó reposar las semillas al ambiente por una hora, luego se sumergieron en agua nuevamente por 12 horas. Cuando terminó el proceso de remojo se dejó reposar las semillas en envases con orificios, esto con la finalidad de eliminar completamente el agua, este proceso duró 48 horas.
3. **Siembra y germinación días 3 y 4:** Se observa el brote de raíz (2 a 3 cm) y se procede a sembrar las semillas homogéneamente en las bandejas de hidroponía (28 cm x 58 cm x 3 cm), se cubren con bolsas negras y se colocaron en el área de germinación por un espacio de 3 días. Durante este período el riego es dos veces al día, solo para humedecer la semilla y proporcionar oxigenación así obtener una buena germinación.
4. **Producción de FVH días 6 al 11:** Las bandejas se trasladaron al área de producción. El riego se hizo dos veces al día de forma manual, T1 fue regado solo

con agua, T2 y T3 se usó la mezcla de biol al 0.5 y 1% por litro de agua, respectivamente.

5. **Cosecha día 12:** Se realizó la cosecha del forraje verde hidropónico, y luego se oreó en sombra por dos a tres horas antes de ser suministrado a los cuyes.

Tabla 11. Días de producción de forraje verde hidropónico

Actividad	Tratamiento		
	T1 (Agua)	T2 (0.5% de biol)	T3 (1.0% de biol)
Siembra	Día 1	Día 1	Día 1
Riego agua	Día 2 al 12	Día 2 al 5	Día 2 al 5
Riego biol	-.-	Día 6 al 11	Día 6 al 11
Cosecha y oreado	Día 12	Día 12	Día 12

4.4.2 Fase de preparación de las instalaciones, alimentación y pesado de los animales

a) Instalaciones

Se preparó, limpió y desinfecto las instalaciones con hipoclorito de sodio al 5% y cipermetrina, con el objetivo de garantizar la eliminación de agentes infecciosos y parásitos. Las jaulas utilizadas fueron de alambre plastificado tipo aéreo de dimensiones de 1 x 1.5 x 0.50 m, acondicionado con comederos tipo tolva y bebederos de arcilla para brindar confort a los cuyes los 42 días que duró la experimentación. La limpieza de los comederos y bebederos se realizó cada día antes de suministrar la nueva ración de alimento.

b) Recepción e identificación de los animales

Los 45 cuyes fueron evaluados clínicamente, se registró el peso de cada uno. Asimismo, se les identificó con un arete metálico en la oreja derecha. Los aretes fueron enumerados del 1 al 45 para distribuir al azar los animales en tres jaulas metálicas correspondientes a cada uno de los tratamientos.

c) Alimentación de los animales

Los cuyes destetados se sometieron a un periodo de 7 días de adaptación y cambio de alimento. De una alimentación basada en forraje (alfalfa) a una alimentación mixta (forraje verde hidropónico y concentrado). El alimento concentrado se suministró a las 08:00 horas y el forraje verde hidropónico a las 08:00 y 17:00 horas. El agua estuvo a disposición durante todo el día.



Tabla 12. Dietas suministradas de alimentación mixta (FVH de cebada + concentrado)

Dietas
T1. Forraje verde hidropónico de cebada sin biol + Concentrado
T2. Forraje verde hidropónico de cebada obtenido con biol al 0.5% + Concentrado
T3. Forraje verde hidropónico de cebada obtenido con biol al 1.0 % + Concentrado

El alimento suministrado en cuanto a forraje verde hidropónico o concentrado (Tabla 13).

Tabla 13. Cantidad de alimento suministrado (g/cuy/día), para T1, T2 y T3 (23) (6)

Edad del animal (días)	Forraje (g/ día)	Balanceado (g/días)
15 a 21	20	5
22 a 28	20	5
29 a 35	40	10
36 a 42	50	10
43 a 49	60	15
50 a 57	70	20

Tabla 14. Valor nutritivo del concentrado comercial Tomasino ® para cuyes en crecimiento

Nutriente	MS%
Proteína	15.00 min.
Carbohidratos	45.00 min.
Grasas	2.00 min.
Fibra	16.00 máx.
Cenizas	10.00 máx.
Calcio	0.90 min.
Fósforo	0.50 min.
Humedad	13.00 máx

Mostrada en la etiqueta del producto

Cada semana los animales fueron pesados en ayunas. Al finalizar la etapa experimental los animales fueron beneficiados y pesados.



4.5 Técnica e instrumentos

4.5.1 Rendimiento de forraje verde hidropónico

Se determinó el rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada cosechado a los 12 días. El número de repeticiones fue de 45 bandejas, calculando la conversión de un kilogramo de semilla a forraje fresco producido. Se utilizó una balanza electrónica de precisión (30 kg/ 0.5 g). Para medir la altura del forraje se utilizó una cinta métrica. Además, se analizó el contenido nutricional del forraje verde hidropónico en el Laboratorio de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

Tabla 15. Análisis bromatológico del FVH correspondiente a los tres tratamientos

Contenido nutricional	Unidad	T1	T2	T3
		Agua	0.5% de biol	1.0% de biol
Materia seca total (MST)**	(%)	27.82	24.30	28.09
Humedad (H)	(%)	72.18	75.70	71.91
Proteína bruta (PB)	(%MS)	10.81	12.16	13.42
Grasa cruda (GC)	(%MS)	2.52	2.56	2.50
Fibra detergente neutro (FDN)	(%MS)	14.50	13.67	14.90
Cenizas (CZS)	(%MS)	3.32	3.12	4.43
Materia orgánica (MO)	(%MS)	85.50	86.33	85.10
Carbohidratos no fibrosos (CNF)	(%MS)	53.78	53.47	50.11

**Materia seca total obtenido en estufa a 105°C x 4 horas

Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal – UCSM, E.P. Medicina Veterinaria y Zootecnia

4.5.2 Ganancia de peso vivo (GPV)

Se evaluó el incremento de peso cada 7 días, este parámetro se obtuvo mediante la diferencia entre el peso final y peso inicial, de la siguiente manera:

$$GPV = PVf - PVi$$

Donde:

GPV = Ganancia peso vivo (g).

PVf = Peso vivo final (g).

PVi = Peso vivo inicial (g).

4.5.3 Conversión alimenticia

Con los datos de ganancia de peso y consumo de alimento, se determinó la conversión alimenticia utilizando la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{CS(g)}{GPV(g)}$$

Donde:

CA: Conversión alimenticia.

CS: Consumo de alimento.

GPV: Ganancia de peso vivo.

4.5.4 Peso y rendimiento de carcasa (RdC)

Para determinar el rendimiento de carcasa se obtuvo el peso vivo final de los cuyes que después fueron faenados con el objetivo de obtener el peso de las carcasas. Para el cálculo se aplicó la fórmula propuesta por Jácome (61):

$$RdC = \left(\frac{p_{canal}}{P_{beneficio}} \right) \times 100$$

Donde:

RdC: Rendimiento de carcasa.

P_{canal}: Peso de la carcasa (canal).

P_{beneficio}: Peso del animal al beneficio.

4.5.5 Rentabilidad económica

La ratio de rentabilidad se determinó solo con fines comparativos entre el T1, T2 y T3, así como, valorar el costo incremental del biol, el procedimiento seguido fue:

- Se calculó los ingresos económicos, tomando en cuenta la ganancia de peso vivo (GPV) logrado durante el periodo experimental (42 días) por tratamiento (T1= S/. 140.78, T2= S/. 149.13 y T3= S/.153.60), considerando un precio de mercado de S/. 25.00 / kg.
- Se calculó los egresos, tomando en cuenta los costos incrementales durante el periodo experimental, es decir los que dependen del tipo y cantidad de alimento consumido, se consideró para todos los tratamientos, el precio del kilogramo de semilla de cebada a S/. 1.50 (T1, T2 y T3= S/. 67.50), el precio de kilogramo de concentrado a S/. 2.00 (T1= S/.13.80, T2 =S/. 14.04 y T3=S/.14.04) y el precio de biol por galón (3.7854 lt) a S/. 36.00 (T1= S/. 0, T2=S/. 2.85 y T3= S/. 5.71). Se utilizó biol en un total de 300 ml en T2 y 600 ml en T3.
- Se halló la utilidad bruta o pérdida, según sea el caso, restando de los ingresos los



egresos, imponiendo el impuesto general a las ventas de 18% y obteniendo la utilidad neta. Los cálculos fueron realizados por cada tratamiento.

- Finalmente, se halló la rentabilidad, que consistió en dividir la utilidad neta entre el monto de la inversión, multiplicado por 100, para lo cual se aplicó la siguiente fórmula (62):

$$Rentabilidad = \frac{Utilidad\ neta}{Inversión} \times 100$$

4.6 Análisis estadístico

Las medidas de tendencia central que se calcularon fueron la media aritmética, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Los datos obtenidos de las variables se compararon por el factor tipo de alimento. El ANOVA utilizado fue el diseño completamente al azar (DCA). La ecuación que expresa el diseño a emplear es:

$$X_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Donde:

X_{ij} : Es la variable respuesta para la j -ésima observación en el i -ésimo tratamiento,

μ : Es la media general de la población,

t_i : Es el i -ésimo efecto del tratamiento, que es la diferencia entre la media del i -ésimo tratamiento y la media general de la población, y

e_{ij} : Es el error experimental

La comparación de medias entre tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Las variables a ser analizadas con el ANOVA fueron el rendimiento de forraje hidropónico, ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y peso de carcasa.



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada (FVH)

Se puede observar en la Tabla 16 que el rendimiento de FVH fue diferente en los tres tratamientos ($p < 0.05$). El T3 obtuvo los mejores pesos con una media de 4.294 kg, con un rango que va desde 3.96 a 4.64 kg y una altura de 20.62 cm en un rango de 18.6 a 22 cm.

Tabla 16. Rendimiento del forraje verde hidropónico de cebada en peso (kg) y altura (cm) a diferentes concentraciones de biol en el riego ($n = 45$ / tratamiento)

Variables	Tratamientos			Sig. P
	T1 Media (DE)	T2 Media (DE)	T3 Media (DE)	
Peso (g)	3963.56 ^a (222.26)	4154.22 ^b (254.59)	4294.89 ^c (144.35)	0.000
Rango (kg)	3.64 – 4.50	3.65 – 4.61	3.96 – 4.64	
Altura (cm)	20.13 ^b (0.97)	20.51 ^{ab} (0.72)	20.62 ^a (0.88)	0.021
Rango (cm)	18.0 – 21.6	18.8 – 21.9	18.6 – 22.0	

T1 = FVH riego agua, T2 = FVH riego agua + biol (0.5%) y T3 = FVH riego agua + biol (1%).

^{a,b,c} Superíndices diferentes dentro de filas indican diferencia estadística ($P < 0.05$) a la prueba de Tukey;

DE = Desviación estándar.

5.1.2 Ganancia de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en cuyes alimentados con los forrajes

a) Ganancia de peso vivo (GPV)

En la Tabla 17 se puede observar el comportamiento productivo de cuyes desde los 14 a 63 días de edad alimentados con forraje verde hidropónico cultivado a diferentes concentraciones de biol en el agua de riego. Para evitar el sesgo, se distribuyó al azar a los cuyes a cada tratamiento, los cuyes al ser de la misma edad no presentaron diferencia estadística en peso vivo inicial entre grupos. Los pesos al finalizar el experimento tampoco presentaron diferencia estadística entre grupos, pero T3 obtuvo los pesos superiores en comparación a T1 y T2.



Tabla 17. Pesos inicial y final de cuyes alimentados con tres diferentes dietas

Pesos (g)	Tratamientos (g)			Sig. P
	T1	T2	T3	
	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)	
Peso vivo inicial (g)	372 (62.71)	366 (35)	377 (28.35)	0.774
Peso vivo final (g)	748 (100.57)	763.67 (64.91)	787.27 (49.62)	0.360
Ganancia diaria de peso (g)	8.94	9.47	9.75	0.228
C.V. (%)	18.16	11.64	10.64	

T1: FVH + alimento balanceado, T2: FVH 0.5% de biol + alimento balanceado, T3: FVH 1% de biol + alimento balanceado.

C.V. = Coeficiente de variación

Al evaluar las ganancias de peso vivo total de los cuyes según el tipo de dieta se encontró que T3 (409.60 g) superó a T2 (397.67 g) y T1 (375.67 g) (Figura 1). Observando que no existe diferencia estadística entre los tres grupos ($P > 0.05$) (Tabla 18 y Figura 1).

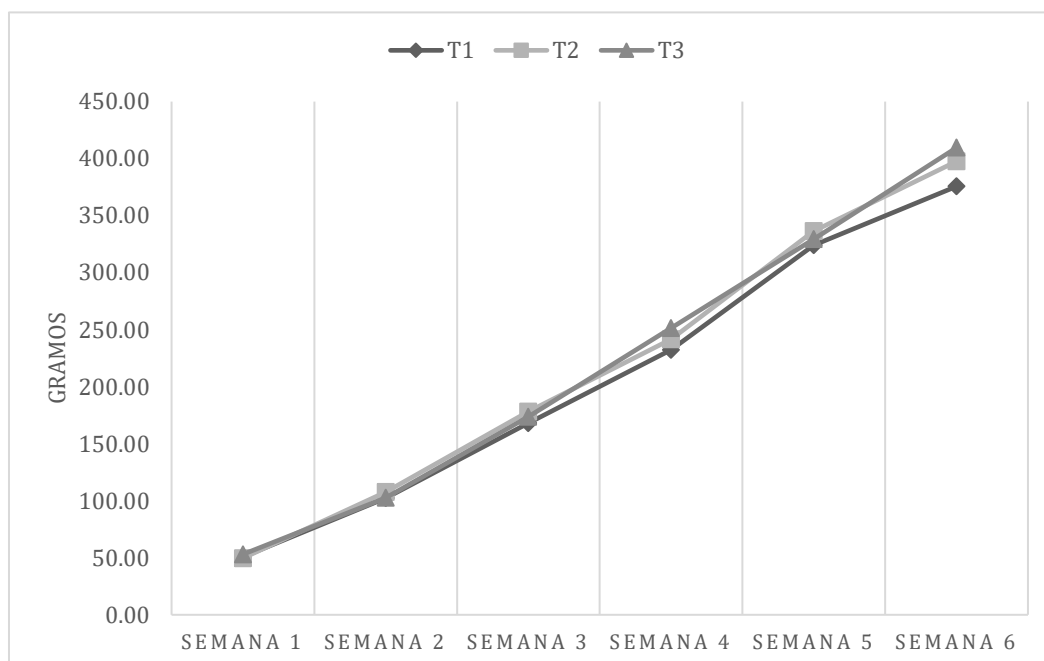


Figura 1. Ganancia de peso vivo por semana de estudio en cuyes por tratamiento (n=15/tratamiento).

Se muestra el incremento de peso desde la primera hasta la sexta semana observando que el tratamiento 3 tiene valores superiores al tratamiento 2 y 1 con pesos finales de 787.27 g, 763.67 g y 748 g, respectivamente.



Tabla 18. Ganancia de peso vivo (GPV) de cuyes alimentados con tres diferentes dietas

Peso (g)	Dietas			Sig. P
	T1	T2	T3	
	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)	
GPV _{semana1}	50.73(14.05)	49.67(26.49)	53.00(14.99)	0.891
GPV _{semana6}	51.67 ^b (34.12)	61.33 ^{ab} (22.05)	80.27 ^a (23.93)	0.020
GPVT	375.67(68.21)	397.67(46.29)	409.60(43.59)	0.228

T1: FVH + alimento balanceado, T2: FVH 0.5% de biol + alimento balanceado, T3: FVH 1% de biol + alimento balanceado.

GPV: Ganancia de peso vivo, GPVT: ganancia de peso vivo total.

^{a,b,c} Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa entre grupos a la prueba de Tukey.

b) Índice de conversión alimenticia (CA)

En la Tabla 19 se puede observar que los tratamientos en los que se utilizó biol (T2 y T3) presentaron mejor CA que T1. Sin embargo, la diferencia es pequeña y debería considerarse que los resultados solo son aproximaciones, ya que los cálculos fueron realizados en base al total de animales por tratamiento. El biol al incrementar la materia seca y proteína bruta del forraje verde hidropónico, ayudaría a que el alimento sea utilizado eficientemente por el cuy.

Tabla 19. Consumo de alimento, ganancia de peso vivo total y conversión alimenticia a los 42 días del experimento

	Tratamientos			Sig. P
	T1	T2	T3	
	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)	
Consumo de alimento (g)	2084.93	1932.60	1919.07	
GPVT (g)	375.67 (70.20)	397.67 (46.78)	409.60 (43.66)	0.227
Conversión alimenticia	5.14 ^b (0.96)	4.85 ^a (0.57)	4.54 ^a (0.54)	0.001

T1: FVH + alimento balanceado, T2: FVH 0.5% de biol + alimento balanceado, T3: FVH 1% de biol + alimento balanceado. GPVT: ganancia de peso vivo total.

^{a,b,c} Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa entre grupos a la prueba de Tukey.

c) Rendimiento de carcasa (RdC)

En la Tabla 20 se puede apreciar que el peso carcasa (PC) difiere entre tratamientos T1 y T3. El rendimiento de carcasa de los tres tratamientos va desde 69.65 a 71.92%.

Tabla 20. Porcentaje de rendimiento de carcasa de cuyes (n=15/tratamiento) alimentados con forraje verde hidropónico a diferentes concentraciones de biol en el riego

Variable	Tratamiento			Sig.
	T1	T2	T3	
	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)	
PVF _{15 animales} (g)	748 (100.57)	763.67 (64.91)	787.27 (49.62)	0.360
PC _{15 animales} (g)	518.33 ^b (51.02)	546.67 ^{ab} (42.11)	566.00 ^a (39.15)	0.019
Rendimiento de carcasa (%)	69.65(3.71)	71.69(3.04)	71.92(2.85)	0.116

T1: FVH + alimento balanceado, T2: FVH 0.5% de biol + alimento balanceado, T3: FVH 1% de biol + alimento balanceado.

PVF: Peso vivo final, PC: Peso de carcasa

^{a,b,c} Diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa entre grupos a la prueba de Tukey.

5.1.3 Rentabilidad con fines comparativos del forraje verde hidropónico utilizado en la alimentación de cuyes de la tesis

En la Tabla 21 se puede observar que la rentabilidad es mejor en T3, le sigue T2 y luego T1. Cabe señalar que la estimación económica únicamente tiene una finalidad comparativa.

Tabla 21. Cuadro comparativo de rentabilidad económica por cuy según tratamiento

Indicadores	Tratamiento		
	T1	T2	T3
Ingresos por GPV (S/.)	140.775	149.125	153.6
Egresos (S/.)	81.30	84.40	87.25
Utilidad bruta (S/.)	59.48	64.73	66.35
IGV (18%) (S/.)	10.71	11.65	11.94
Utilidad neta (S/.)	48.77	53.08	54.41
Rentabilidad (%)	59.99	62.89	62.36

T1: FVH + alimento balanceado, T2: FVH 0.5% de biol + alimento balanceado, T3: FVH 1% de biol + alimento balanceado.

5.1 Discusión

Existen diversos trabajos que estudiaron el rendimiento de forraje verde hidropónico (FVH), entre ellos está Saavedra (15) que obtuvo por kilogramo de semilla de cebada 4.82 kg de FVH, con altura de 23.3cm, a los 14 días de cosecha. Estos valores son ligeramente superiores a los hallados en el presente estudio, esto podría deberse al tiempo de cosecha y la localización del experimento. De la misma manera al usar biol, Conde (63) obtuvo un valor ligeramente superior de la altura (21.96 cm) del FVH. Datos similares se observan en el trabajo de Gómez (19) el cual tuvo un rendimiento de 3.75 kilogramos de FVH por 0.1 m² al 30% de biol, con una altura de 26.33cm a los 28 días de cosecha. Existen valores extremos, como los señalados por Orellana (64), quien obtuvo 8.96 kg de FVH por kilogramo de semilla de cebada, con una altura de 25.3 cm a los 15 días de cosecha, empleando otro tipo de soluciones nutritivas aplicadas en el riego diario. Con los datos presentados, se entiende que el biol funciona como una solución nutritiva, que ayuda al crecimiento de las plantas por contener nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas y aminoácidos (65). Otros factores que podrían influir en el rendimiento de FVH, sería la estructura del módulo, el micro ambiente de la zona donde se produce el FVH, el manejo del riego, el tipo de sustancia nutritiva y sus niveles de concentración, tal como sucedió en la investigación de Castillo et al. (16) donde utilizaron sustancias nutritivas en el riego para mejorar el rendimiento en la producción de FVH, concluyendo que a los 12 días, los niveles de materia seca y proteína bruta son elevados, lo que mejoraría el peso del FVH.

Los cuyes de T1 (FVH 0% de biol) consumieron más forraje verde hidropónico (FVH) que los tratamientos T2 y T3, en los que se apreciaba sobras alimentarias, generalmente de la parte radicular. Suponemos que el menor consumo FVH en T2 y T3 se estaría produciendo por el mayor contenido proteico en el FVH al usar biol. Sobre este aspecto Vergara (66) demostró que el incremento de niveles de aminoácidos en 10% sobre los requerimientos de NRC (40), mejora de la conversión alimenticia y promueve el crecimiento.

En la Tabla 17 se puede observar que entre los pesos vivos finales de los tres tratamientos no existe diferencia estadística ($P > 0.05$). Estos resultados son inferiores a los logrados por Saavedra (15), que obtuvo un peso vivo final de 799 g y una ganancia de peso vivo de 497.40 g a los 42 días, en cuyes alimentados con FVH de cebada de la variedad Grignon. Alimentando cuyes Castillo et al. (16), obtuvieron una ganancia de peso vivo de 484.38 g con forrajes convencionales, 404.90 g con FVH producido con soluciones nutritivas desde la germinación, 329.79 g con FVH producido con soluciones nutritivas desde los 8 días de germinado y 265.10 g con forraje hidropónico sin nutrientes. Estos resultados son parecidos a los logrados en este estudio a excepción del forraje hidropónico sin nutrientes el cual es inferior. Las variaciones en los resultados mostrados, se deberían posiblemente al tipo de cuy utilizado, y al manejo y valor nutricional del forraje ofrecido. Jumbo (20), al aplicar biol al 60% y 40% en el riego de cebada,

no encontró diferencias significativas en la ganancia de peso vivo de cuyes durante el periodo experimental a las ocho semanas. Se entiende entonces que el biol, solo sería útil para incrementar el volumen de producción del FVH, pero no influiría en la ganancia diaria de peso vivo, o quizás su efecto esté enmascarado muy probablemente por el uso concentrado comercial.

Relacionado a la conversión alimenticia (CA), los resultados del presente estudio son bajos respecto a 4.38 hallado por Saavedra (15) el cual produjo FVH de cebada Grigñon sin soluciones nutritivas. Por otro lado, Castillo et al. (16), reportaron una CA de 8.26, 11.54 y 9.82 al usar nutrientes desde la germinación, FVH sin usar nutrientes y aplicación de soluciones nutritivas desde los 8 días de germinado, respectivamente. Sin embargo, según otras investigaciones, cuando se trabaja con FVH de cebada, es frecuente observar una CA que oscila a 5, como sucedió en el trabajo realizado por Alvarado (59) quien logró 5.81 y Loa (55), 5.28.

Se puede ver en la Tabla 20, que el peso de carcasa logrado en T2 (546.67 g) y T3 (566.00 g) en ambos casos utilizando biol para producir FVH, fue inferior a lo logrado por Jumbo (20), quien obtuvo pesos de carcasa de 740.00 g (T1FVH con 60% de biol), 706.67 g (T2FVH con 40% de biol) y 766.67 g (T3alfalfa); pero superior a lo indicado por Saavedra (15) que logró un peso de carcasa de 529.4 g en cuyes alimentados con FVH logrado a partir de cebada Grigñon sin biol. Respecto al rendimiento de carcasa (RdC) en la misma Tabla 20, se aprecia que el mejor resultado de RdC se logró en T3, esto nos sugiere que el biol al incrementar la materia seca y proteína bruta del FVH podría influir en mejorar el peso de carcasa, debido posiblemente al aumento de la masa muscular (miogénesis) (16). Sin embargo, es necesario puntualizar que en la presente investigación los RdC logrados en los tres tratamientos estuvieron alrededor de 70%, datos similares a lo publicado por Saavedra (15) (68.3%) y Jumbo (20), 67% (T1), 66% (T2) y 70% (T3).

La rentabilidad estimada para los tres tratamientos (T1 59.99%; T2 62.89%; T3 62.36%) solo con fines comparativos y con el objeto de valorar el costo incremental del biol, puede ser observada en la Tabla 21, estas rentabilidades fueron inferiores a lo mostrado por Saavedra 67.66 % (15) y Loa 169.13% (55) y superiores a 50.89% de García (67). No obstante, cabe indicar que los costos incrementales considerados en estas investigaciones derivan de variables diferentes a nuestro estudio, que valoró el uso del biol al 0.5% y 1% en el agua de riego para producir FVH. Por otra parte, considerando el volumen de FVH (Tabla 16) bien pudiera ser que el biol ayude a mejorar los ingresos económicos en una explotación, al respecto Castillo et al. (16), indican que el beneficio neto en la producción mejora al usar nutrientes desde la germinación del FVH.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La aplicación de biol como abono foliar a una concentración del 0.5% y 1.0% mejora el rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) por kilogramo de semilla frente al tratamiento en el que no se usa biol.

Al utilizar biol al 0.5% y 1% como abono foliar en la producción de forraje verde hidropónico a partir de la cebada (*Hordeum vulgare*), la ganancia de peso vivo y rendimiento de carcasa es similar frente al tratamiento en el que no se usa biol, no obstante, existe una mejor conversión alimenticia.

La rentabilidad económica respecto a la ganancia de peso vivo de cuyes es mejor cuando se utiliza en su alimentación FVH de cebada producido incluyendo el 0.5 % de biol como abono foliar en el riego, comparado a cuando se añade 1.0 % de biol en el riego o no se añade nada.

6.2 Recomendaciones

Adaptar y mejorar los procedimientos de producción de forraje verde hidropónico en las empresas dedicadas a la crianza de cuyes en la región Apurímac, de tal forma que se tenga una alternativa alimenticia en épocas de escases de pastos.

Comparar el efecto de diferentes soluciones nutritivas en la producción de forraje verde hidropónico, considerando su composición nutricional y digestibilidad en la alimentación de cuyes.

Establecer programas de extensión en la región Apurímac, incluyendo como temática la producción de forraje verde hidropónico y su uso en la alimentación de diferentes especies animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. [Online].; 2012 [cited 2022 Febrero 25]. Available from: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>.
2. Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 1997.
3. Clemente E, Arbaiza T, Carcelén F, Lucas O, Bazán V. Evaluación del valor nutricional de la Puya Ilatensis en la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). Rev. Inv. Vet. Perú. 2003; 14(1): p. 1-6.
4. Jiménez R. Uso de insumos agrícolas locales en la alimentación de cuyes en Valles Interandinos. Rev. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal (ALPA). 2007; 15(1): p. 229.
5. FAO. Manual técnico. Forraje verde hidropónico Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2001.
6. Ataucusi S. Manejo técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú Lima: JPG Corporation S.A.C.; 2015.
7. Cardona L, Portillo PA, Carlosama LD, Vargas JDJ, Avellaneda Y, Burgos WO, et al. Importancia de la Alimentación en el sistema productivo del cuy Mosquera: AGROSAVIA; 2020.
8. Rockström J, Steffen , Noone , Persson , Chapin SI, Lambin E, et al. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. Ecology and society. 2009; 14(2): p. 32.
9. Juárez-López P, Morales-Rodríguez HJ, Sandoval-Villa M, Gómez AA, Cruz-Crespo E, Juárez-Rosete CR, et al. Producción de forraje verde hidropónico. Nueva Época. 2013; 4(13): p. 16-26.
10. Castro HP. Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar - comercial en el sector rural Utah: Benson Agriculture and Food Institute. Brigham Young University; 2002.
11. Vargas A. El forraje verde hidropónico y su uso en la crianza de cuyes. [Online].; 2022 [cited 2022 Febrero 25]. Available from: <http://ricardo.bizhat.com/rmr-prigeds/forraje-verde-hidroponico.htm>.
12. Furlani PR. Nutrición mineral de plantas en sistemas hidropónicos. [Online].; 2003 [cited 2022 Febrero 25]. Available from: <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin21/default.htm>.
13. Candia L. Evaluación de la calidad nutritiva de forraje verde de cebada (*Hordeum vulgare*) hidropónico, fertilizado con soluciones de guano de cuy (*Cavia porcellus*) a dos concentraciones. Salud y Tecnología Veterinaria. 2014; 2: p. 55-62.



14. Tubón MDIA. Utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad. Tesis de pregrado. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2013.
15. Saavedra DM. Forraje verde hidropónico de tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) en recría. Tesis de pregrado. Abancay: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2018.
16. Castillo WL, Lombardi C, Miranda CI. Efecto del suministro de nutrientes en la producción de forraje de cebada hidropónico y su uso en el desempeño productivo de cuyes. Pueblo Continente. 2013; 24(2): p. 413-423.
17. Miranda CI. Efecto del suministro de nutrientes en la producción de forraje hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) y su utilización en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento – engorde. Tesis de pregrado. Trujillo, Perú: Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agrarias; 2014.
18. Ccente F, Cornejo NF. Influencia de diferentes concentraciones de biol y tiempo de cosecha en la composición química y producción de cebada hidropónica. Tesis de pregrado. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de la Ingeniería; 2016.
19. Gómez AM. Solución nutritiva de biol a base de estiércol de cuy (*Cavia porcellus L*) ovino (*Ovis aries*) y vacuno (*Bos taurus*) en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) en Puno. Tesis de pregrado. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias; 2018.
20. Jumbo JV. Evaluación del efecto del biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea maíz*) hidropónico como alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Tesis de pregrado. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, Ingeniería Agropecuaria; 2014.
21. Caballero N. Valor nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia Porsellus*). Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Agrarias; 1992.
22. Tarrillo H. Producción de forraje verde hidropónico. [Online].; 2022 [cited 2022 Febrero 25]. Available from: <http://www.forrajehidroponico.com/QueEsElForrajeHidrponico.aspx>.
23. Espíritu R, Herrera E. Crianza de cuyes manejo tecnificado Lima: CEDAL (Centro de Derechos y Desarrollo); 2011.
24. Sánchez A. Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay. 2000.
25. Pérez N. Efecto de la sustitución del concentrado por forraje obtenido en condiciones de



- hidroponía en una crianza artificial de terneros. Chillán, Chile: Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales; 1987.
26. Zagal-Tranquilino M, Martínez-González S, Salgado-Moreno S, Escalera-Valente F, Peña-Parra B, Carrillo-Díaz F. Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. *Abanico Veterinario*. 2016; 6(1): p. 29-34.
27. Parihuana A. Comparativo de rendimiento de forrajes de tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare L*) en dos tipos de solución nutritiva, en el distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre - Tacna. Tesis de pregrado. Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Ciencias Agrícolas; 2010.
28. Mengel K, Kirby E. Principles of plant nutrition. Quinta ed. Dordrecht: Editorial académica Kluwer; 2001.
29. Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. Segunda ed. Amsterdam: Academic Press; 1995.
30. INIA. Producción y uso del biol. 2008..
31. Cordero IM. Aplicación de biol a partir de residuos: ganaderos, de cuy y gallinaza, en cultivos de *Raph. anus sativus L* para determinar su incidencia en la calidad del suelo para la agricultura. Tesis de pregrado. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales; 2010.
32. Alvarez F. Preparación y uso de biol Cusco: Soluciones Prácticas ITDG; 2010.
33. FONCODES. Producción y uso de abonos orgánicos biol, compost y humus Lima: Fondo de Cooperación de Desarrollo Social; 2014.
34. Guerra CR. Manual técnico de crianza de cuyes Cajamarca: Centro Ecuménico de Promoción y Acción Social Norte - CEDEPAS Norte; 2009.
35. Vargas JP. Curtición de pieles de cuy para peletería con la utilización de diferentes niveles de alumbre. Tesis de pregrado. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias; 2011.
36. Montes T. Asistencia técnica dirigida en crianza tecnificada de cuyes Cajabamba: Universidad Nacional Agraria La Molina - Agrobanco; 2012.
37. Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. *Revista Mundial de Zootecnia*. 1995; 83(2): p. 9-19.
38. Ordoñez O. Efecto de dos niveles de proteína y fibra cruda en el alimento de cuyes (*Cavia porcellus*) en lactación y crecimiento. Tesis de pregrado. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia; 1997.
39. Rico E, Rivas C. Manual sobre el manejo de cuyes Provo, UT: Benson Agriculture and Food



- Institute; 2003.
40. NRC. Nutrient requirements of laboratory animals. 1995..
 41. Aliaga L. Producción de cuyes Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Departamento de Publicaciones de la UNCP; 1979.
 42. Robalino PDR. Valoración energética de diferentes tipos de harina de pescado torta de palmiste, torta de algodón utilizado en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis de pregrado. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias; 2008.
 43. Vivas R. Necesidades nutricionales de los cuyes. Segunda ed. México D.F.: Trillas; 2010.
 44. Caycedo A. Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Contribución al desarrollo tecnológico de la especie Pasto: Universidad de Nariño - Graficolor; 2000.
 45. Olivo R. Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo del cuy (*Cavia porcellus*) criollo mejorado Pichincha: Universidad Central de Quito; 2005.
 46. Church DC, Pond WG, Pond KR. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales México D.F.: Limusa; 2001.
 47. Tamaki R. Prueba de dos niveles de vitamina C como posible sustituto del forraje verde en la alimentación de cobayos. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia; 1972.
 48. Janeta NF. Caracterización físico química y determinación in vitro del valor nutritivo del Rye grass y del pasto azul de diferentes pisos altitudinales para la alimentación del cuy (*Cavia porcellus*). Tesis de posgrado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Escuela de Posgrado; 2015.
 49. Moreno RA. El cuy Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 1989.
 50. Huamán M. Manual técnico para la crianza de cuyes en el valle del Mantaro Huancayo: Coordinadora Región Centro; 2007.
 51. Zaldivar AM, Rojas S. Tratamientos dietéticos en el crecimiento de dos ecotipos de cuyes (*Cavia porcellus*). Investigaciones Agropecuarias del Perú. 1968; 1(2): p. 7-13.
 52. Espinoza J, Esteban F, Rodríguez A. Propuesta de un plan de negocio para una empresa dedicada a la crianza tecnificada de cuyes en Ñaña y su comercialización al mercado local. Tesis de posgrado. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Programa de maestrías en administración de empresas; 2013.
 53. Rivas D. Pruebas de crecimiento en cuyes con restricción del suministro de forraje en cantidad y/o frecuencia. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia; 1995.

54. Cadena C. Evaluación de técnicas para estudiar el rendimiento de forraje y composición botánica en pastos tropicales. Tesis de pregrado. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Agronómica; 1981.
55. Loa GS. Forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) en la dieta de cuyes machos (*Cavia porcellus*) en recría. Tesis de pregrado. Abancay: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2018.
56. Jiménez R, Bojórquez C, San Martín F, Carcelén F, Pérez A. Determinación del momento óptimo económico de beneficio de cuyes alimentados con alfalfa vs. una suplementación con maíz, trigo y cebada. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2000; 11(1): p. 45-51.
57. Ramos-Obando L, Chamorro-Arteaga EM, Benavides-Montenegro JP. Evaluation of turnip (*Brassica campestris*) flour in the feeding of guinea pigs (*Cavia porcellus*). Revista de Investigación Pecuaria. 2013; 2(2): p. 33-40.
58. Reynaga MF. Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia; 2018.
59. Alvarado EM. Evaluación del rendimiento productivo y rentabilidad de cuyes tipo I alimentados con forraje verde hidropónico de cebada frente a cuyes alimentados con alfalfa. Tesis de pregrado. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias; 2020.
60. Carballo R. Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal. 2000.
61. Jácome V. Cría y mejora de cuyes. Un modelo familiar tecnificado Ambato: Instituto Tecnológico Agropecuario Luis A. Martínez; 2010.
62. Andrade Pinelo M. Contadores y Empresas. 2011; 170: p. 59-61.
63. Conde OA. Efecto de tres niveles de biol en el rendimiento forrajero de avena (*Avena sativa*) cebada (*Hordeum vulgare*) y Triticale (*Triticum secale*) en un sistema hidropónico en la comunidad de Yaribay en la provincia Pacajes. Tesis de pregrado. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía; 2015.
64. Orellana EB. Evaluación de tres niveles de fertilización en forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*). Tesis de pregrado. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, Ingeniería Agropecuaria Industrial; 2015.
65. Siura S. Uso de abonos orgánicos en producción de hortalizas. 2008. Curso de Agroecología.
66. Vergara VJ. Avances en nutrición y alimentación de cuyes. XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. Simposio: Avances sobre Producción de Cuyes en el Perú. 2008;: p. 36.



67. García CH. Eficiencia alimenticia y mérito económico de dos forrajes hidropónicos: cebada (*Hordeum vulgare L.*) y maíz (*Zea mays L.*) suministrado en cuyes (*Cavia porcellus L.*) en fase de crecimiento y engorde. Rev. Investigaciones Amazonenses. 2011; 3(1): p. 27-30.
68. Hernández F, Hernández R, Jardines S, Venancio J. Los biodigestores como aportadores de energía y mejoradores del suelo Camilo Cien Fuegos: Universidad de Matanzas; 2008.
69. McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JF, Morgan CA. Nutrición animal. Sexta ed. Zaragoza: Acribia S.A.; 2006.
70. Badui S. Química de los alimentos. Cuarta ed. México D.F.: Pearson-Addison Wesley.
71. Dulanto M. Producción de forraje verde por hidroponía. 2001. Curso Producción de Cuyes 21 y 22 de junio de 2001.
72. Durbán S. Dirección financiera Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2008.
73. García C. Eficiencia alimenticia y mérito económico de dos forrajes hidropónicos: cebada (*Hordeum vulgare L.*) y maíz (*Zea mays*); suministrado a cuyes (*Cavia porcellus L.*) en fase de crecimiento y engorde. Tesis de pregrado. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias; 2005.
74. Gil V. Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. Revista Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 2007;; p. 216-217.
75. Gómez C. Fundamentos de la nutrición y alimentación. 2010.
76. GOREA. Estudio de diagnóstico y zonificación de la provincia de Abancay - Apurímac. 2006.
77. Fernández L, Hernández A. La crianza del cuy con fines comestibles La Habana: Asociación Cubana de Producción Animal; 2010.
78. MIDAGRI-INIA. Más de 800 mil familias empoderan la crianza del cuy como actividad comercial. 2020.
79. Ordoñez R. Plan de introducción de la carne de cuy en Lima metropolitana: estudio de mercado y propuesta empresarial. Tesis de posgrado. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Graduados; 2003.
80. Salas-Pérez L, Preciado-Rangel P, Esparza-Rivera JR, Álvarez-Reyna VDP, Palomo-Gil A, Rodríguez-Dimas N, et al. Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. Terra Latinoamericana. 2010; 28(4): p. 355-360.



ANEXOS



Anexo 1. Biol de excreta de vacuno (Universidad Nacional Agraria La Molina)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú
Teléfono: 6147800 anexo 274



INFORME DE ENSAYO N° 1608472 - LMT

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : BIOL DE EXCRETAS DE VACUNO (1608472)

PROCEDENCIA : La Molina
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x1 000 ml. aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 08 - 25
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016- 08- 25
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016- 08- 25
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016-09-12

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1608472
¹ Recuento de aerobios mesófilos viables (UFC/ml)	79 x 10 ⁴
¹ Recuento de mohos y levaduras (UFC/ml)	27 x 10 ⁴
¹ Recuento de <i>Lactobacillus</i> sp. (UFC/ml)	80 x 10 ⁵
² Recuento de actinomicetos (UFC/ml)	16 x 10 ⁴
³ Enumeración de bacterias fijadoras de vida libre (NMP/ml)	< 3

NOTA: Los valores <3 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Métodos:

- ¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Trad. 1988) Reimp. 2000. Editorial Acfibia.
- ²American Public Health Association. 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.
- ³Zapater J. 1975. Evaluación en el maíz del coeficiente rizósfera-suelo (R/S) referidos a bacterias libres fijadoras de N₂. Anales científicos de la UNALM 13:45-57.
- ⁴Anderson J. 1982. Soil respiration. En: Page A., Miller R., Kenney D. (Eds.) Methods of Soil Analysis Part II. Chemical and Microbiological

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.
Validez del documento:
Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 22 de Agosto de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
E-mail: imt@lamolina.edu.pe



Tabla 22. Análisis físico-químico de Biol de estiércol de vacuno

Parámetro		Biol
pH		3.75
Conductividad eléctrica	(dS/m)	25.70
Materia orgánica en solución	(g/L)	181.10
Nitrógeno total	(mg/L)	4200.00
Fósforo total	(mg/L)	744.20
Potasio tota	(mg/L)	17200.00
Calcio total	(mg/L)	5200.00
Magnesio total	(mg/L)	1740.00
Sodio total	(mg/L)	1040.00

Fuente: Universidad Nacional Agraria la Molina

Tabla 23. Rendimiento de forraje verde hidropónico de cebada por kilogramo de semilla, semana y porcentaje de biol en agua (repeticiones = 45)

Semana	Peso (kg)			Altura (cm)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	4.094	4.166	4.321	19.957	20.086	21.586
2	3.852	4.019	4.349	19.771	20.314	21.057
3	3.985	4.229	4.299	20.871	20.771	20.429
4	3.953	4.291	4.209	19.800	21.157	20.214
5	3.967	4.085	4.248	19.614	20.357	20.200
6	4.030	4.174	4.248	19.614	20.271	20.414
7	3.730	4.063	4.317	20.467	20.800	20.267

T1=100% agua; T2=99.5% agua + 0.5% biol; T3=99% agua+ 1% biol

Tabla 24. Análisis de varianza del peso y altura respecto al FVH logrado por kilogramo de semilla

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso	Entre grupos	2.489	2	1.244	27.701	0.000
	Dentro de grupos	5.930	132	0.045		
	Total	8.419	134			
Altura	Entre grupos	5.911	2	2.956	3.965	0.021
	Dentro de grupos	98.398	132	0.745		
	Total	104.309	134			

Tabla 25. Comparación de medias del rendimiento de forraje verde hidropónico logrado según porcentaje de biol en agua

Tratamientos	n	Altura (cm)	
		Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
FVH (agua)	45	20.136	
FVH (agua + biol 0.5%)	45		20.513
FVH (agua + biol 1%)	45		20.624
Sig.		1.000	0.543

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Tratamientos	n	Peso (kg)		
		Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
FVH (agua)	45	3.96356		
FVH (agua + biol 0.5%)	45		4.15422	
FVH (agua + biol 1%)	45			4.29489
Sig.		1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Tabla 26. Análisis de varianza de ganancia de peso total de cuy

GPVT	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	8889.378	2	4444.689	1.534	0.228
Dentro de grupos	121730.267	42	2898.340		
Total	130619.644	44			

GPVT: Ganancia de peso vivo total de cuy

Tabla 27. Prueba Tukey para diferencia de medias de ganancia de peso vivo total de cuyes

Tratamientos	n	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T1: FVH + agua	15	375.67
T2: FVH + biol 0.5%	15	397.67
T3: FVH + biol 1.0 %	15	409.60
Sig.		0.110

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15.000.



Tabla 28. Análisis de varianza de peso vivo inicial y final de cuyes

		Suma de		Media		
		cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Peso vivo inicial	Entre grupos	1023.333	2	511.667	0.258	0.774
	Dentro de grupos	83454.667	42	1987.016		
	Total	84478.000	44			
Peso vivo final	Entre grupos	11721.378	2	5860.689	1.047	0.360
	Dentro de grupos	235058.267	42	5596.625		
	Total	246779.644	44			

Tabla 29. Prueba Tukey para diferencia de medias respecto al peso vivo final de cuyes

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
T1: FVH + agua	15		748.00
T2: FVH + biol 0.5%	15		763.67
T3: FVH + biol 1.0 %	15		787.27
Sig.			0.182

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15.000.

Tabla 30. Análisis de variancia para rendimiento de carcasa en cuyes

	Suma de		Media		
	cuadrados	Gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	17243.333	2	8621.667	4.360	.019
Dentro de grupos	83054.667	42	1977.492		
Total	100298.000	44			

Tabla 31. Prueba Tukey para diferencia de medias de rendimiento de carcasa de cuyes

Tratamientos	n	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T1: FVH + agua	15	518.33	
T2: FVH + biol 0.5%	15	546.67	546.67
T3: FVH + biol 1.0 %	15		566.00
Sig.		0.088	0.240

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15.000.



Tabla 32. Control de peso vivo (g) por edad del cuy por tratamiento

Tratamiento	N° de cuy	Peso por edad del cuy (g)						
		Día 14	Día 21	Día 28	Día 35	Día 42	Día 49	Día 56
T1: Forraje verde hidropónico de cebada (A) + balanceado	001	351	406	463	530	578	616	680
	002	348	400	436	511	562	604	657
	003	476	538	628	709	794	932	942
	004	423	473	522	592	633	713	737
	005	282	350	396	433	505	630	640
	006	373	403	434	491	546	662	722
	007	397	421	457	524	560	619	695
	008	362	428	512	616	702	848	884
	009	393	445	480	524	608	674	793
	010	274	322	378	460	512	661	706
	011	352	401	461	530	577	635	681
	012	485	546	633	712	792	929	940
	013	284	352	395	437	510	627	660
	014	393	421	439	523	560	621	695
	015	392	440	486	513	631	674	788
Media	372.33	423.07	474.67	540.33	604.67	696.33	748.00	
T2: Forraje verde hidropónico de cebada (B 0.5%) + balanceado	016	358	390	414	503	576	660	719
	017	402	410	479	551	634	738	851
	018	333	452	483	505	554	662	703
	019	417	446	481	576	623	722	794
	020	311	338	356	411	461	562	621
	021	342	386	462	558	583	676	766
	022	384	417	513	567	647	764	821
	023	378	435	545	620	653	704	752
	024	406	464	537	619	712	831	858
	025	330	405	462	578	681	746	824
	026	362	392	415	508	544	660	734
	027	343	410	484	502	557	658	716
	028	324	374	426	471	562	644	706
	029	384	450	512	565	642	763	796
	030	416	466	536	626	686	745	794
Media	366.00	415.67	473.67	544.00	607.67	702.33	763.67	
T3: Forraje verde hidropónico de cebada (B1 %) + balanceado	031	376	413	448	588	672	760	880
	032	409	466	513	576	650	702	805
	033	382	428	493	545	636	689	782
	034	391	446	492	594	650	763	856
	035	322	392	437	510	600	665	767
	036	311	390	444	542	613	700	734
	037	389	421	484	525	577	693	776
	038	382	434	486	537	695	719	776
	039	361	417	461	497	533	616	665
	040	408	468	516	590	621	761	829
	041	383	436	513	548	634	689	788
	042	380	438	487	542	696	718	778
	043	374	408	448	572	631	727	792
	044	410	441	493	573	655	708	806
	045	387	462	490	529	572	695	775
Media	377.67	430.67	480.33	551.20	629.00	707.00	787.27	



Tabla 33. Control de la ganancia de peso vivo (g) del cuy

Tratamiento	N° de cuy	Ganancia de peso vivo por semana (de 14 a 56 día de edad)						GPV TOTAL
		1	2	3	4	5	6	
T1: Forraje verde hidropónico de cebada (A)+ balanceado	001	55	57	67	48	38	64	329
	002	52	36	75	51	42	53	309
	003	62	90	81	85	138	10	466
	004	50	49	70	41	80	24	314
	005	68	46	37	72	125	10	358
	006	30	31	57	55	116	60	349
	007	24	36	67	36	59	76	298
	008	66	84	104	86	146	36	522
	009	52	35	44	84	66	119	400
	010	48	56	82	52	149	45	432
	011	49	60	69	47	58	46	329
	012	61	87	79	80	137	11	455
	013	68	43	42	73	117	33	376
	014	28	18	84	37	61	74	302
	015	48	46	27	118	43	114	396
T2: Forraje verde hidropónico de cebada (B 0.5%) + balanceado	016	32	24	89	73	84	59	361
	017	8	69	72	83	104	113	449
	018	119	31	22	49	108	41	370
	019	29	35	95	47	99	72	377
	020	27	18	55	50	101	59	310
	021	44	76	96	25	93	90	424
	022	33	96	54	80	117	57	437
	023	57	110	75	33	51	48	374
	024	58	73	82	93	119	27	452
	025	75	57	116	103	65	78	494
	026	30	23	93	36	116	74	372
	027	67	74	18	55	101	58	373
	028	50	52	45	91	82	62	382
	029	66	62	53	77	121	33	412
	030	50	70	90	60	59	49	378
T3: Forraje verde hidropónico de cebada (B1 %) + balanceado	031	37	35	140	84	88	120	504
	032	57	47	63	74	52	103	396
	033	46	65	52	91	53	93	400
	034	55	46	102	56	113	93	465
	035	70	45	73	90	65	102	445
	036	79	54	98	71	87	34	423
	037	32	63	41	52	116	83	387
	038	52	52	51	158	24	57	394
	039	56	44	36	36	83	49	304
	040	60	48	74	31	140	68	421
	041	53	77	35	86	55	99	405
	042	58	49	55	154	22	60	398
	043	34	40	124	59	96	65	418
	044	31	52	80	82	53	98	396
	045	75	28	39	43	123	80	388

Tabla 34. Peso vivo (g) promedio con valores mínimos y máximos de cuyes alimentados con forraje verde hidropónico por tratamiento

Día de Pesado	Tratamientos											
	T1				T2				T3			
	Prom.	Mín.	Máx.	DE	Prom.	Min.	Máx.	DE	Prom.	Min.	Máx.	DE
14	372.33	274	485	62.71	366	311	417	35	377.67	311	410	28.35
21	423.07	322	546	62.07	415.67	338	466	36.56	430.67	390	468	24.38
28	474.67	378	633	75.26	473.67	356	545	53.23	480.33	437	516	26.33
35	540.33	433	712	84.54	544	411	626	60.24	551.20	497	594	29.82
42	604.67	505	794	92.63	607.67	461	712	66.98	629	533	696	45.25
49	696.33	604	932	112.12	702.33	562	831	65.68	707	616	763	38.39
56	748.00	640	942	100.57	763.67	621	858	64.91	787.27	665	880	49.62

PV= Peso vivo; Mín.= Mínimo; Máx.= Máximo; DE= desviación estándar; T1= FVH de cebada riego agua; T2= FVH de cebada agua + biol 0.5%; T3= FVH de cebada agua + biol 1%

Tabla 35. Conversión alimenticia

Tratamiento	Nº de cuy	Consumo de Alimento	Ganancia de peso vivo	Conversión alimenticia	Promedio
T1: Forraje verde hidropónico de cebada (A)+ balanceado	001	2084.93	329	6.3	5.5
	002	2084.93	309	6.7	
	003	2084.93	466	4.5	
	004	2084.93	314	6.6	
	005	2084.93	358	5.8	
	006	2084.93	349	6.0	
	007	2084.93	298	7.0	
	008	2084.93	522	4.0	
	009	2084.93	400	5.2	
	010	2084.93	432	4.8	
	011	2084.93	329	6.3	
	012	2084.93	455	4.6	
	013	2084.93	376	5.5	
	014	2084.93	302	6.9	
	015	2084.93	396	5.3	
T2: Forraje verde hidropónico de cebada (B) 0.5%) + balanceado	016	1932.60	361	5.4	4.9
	017	1932.60	449	4.3	
	018	1932.60	370	5.2	
	019	1932.60	377	5.1	
	020	1932.60	310	6.2	
	021	1932.60	424	4.6	
	022	1932.60	437	4.4	
	023	1932.60	374	5.2	
	024	1932.60	452	4.3	
	025	1932.60	494	3.9	
	026	1932.60	372	5.2	
	027	1932.60	373	5.2	
	028	1932.60	382	5.1	
	029	1932.60	412	4.7	
030	1932.60	378	5.1		
T3: Forraje verde hidropónico de cebada (B1 %) + balanceado	031	1919.07	504	3.8	4.7
	032	1919.07	396	4.8	
	033	1919.07	400	4.8	
	034	1919.07	465	4.1	
	035	1919.07	445	4.3	
	036	1919.07	423	4.5	
	037	1919.07	387	5.0	
	038	1919.07	394	4.9	
	039	1919.07	304	6.3	
	040	1919.07	421	4.6	
	041	1919.07	405	4.7	
	042	1919.07	398	4.8	
	043	1919.07	418	4.6	
	044	1919.07	396	4.8	
	045	1919.07	388	4.9	

Tabla 36. Ganancia de peso vivo (g) promedio con valores mínimos y máximos de cuyes alimentados con forraje verde hidropónico por tratamiento desde de la primera semana de experimentación

Sem.	Tratamientos											
	T1				T2				T3			
	Prom.	Mín.	Máx.	DE	Prom.	Min.	Máx.	DE	Prom.	Min.	Máx.	DE
1	50.73	24	68	14.05	49.67	8	119	26.49	53	31	79	15
2	51.60	18	90	21.30	58	18	110	27.34	49.67	28	77	12.09
3	65.67	27	104	20.75	70.33	18	116	28.39	70.87	35	140	32.60
4	64.33	36	140	23.95	63.67	25	103	23.94	77.80	31	158	37.21
5	91.67	38	149	41.78	94.67	51	121	22.26	78	22	149	35.60
6	51.67	10	119	34.12	61.33	27	113	22.05	80.27	34	120	23.93
GPVT	375.67	298	522	68.21	397.67	310	494	43.59	409.60	304	504	43.59

GPV= Ganancia de peso vivo; Mín.= Mínimo; Máx.= Máximo; DE= desviación estándar; T1= FVH de cebada riego agua; T2= FVH de cebada agua + biol 0.5%; T3= FVH de cebada agua + biol 1%

Tabla 37. Consumo de alimento balanceado

Semana	Tratamiento		
	T1: Cebada agua	T2: Cebada biol (0.5%)	T3: Cebada biol (1%)
3	477	495	491
4	481	490	480
5	994	1010	1013
6	999	1020	1015
7	1346	1366	1371
8	2024	2055	2061
9	578	586	589
Total	6899	7022	7020

Tabla 38. Consumo de forraje verde hidropónico

Semana	Tratamiento		
	T1: Cebada agua	T2: Cebada biol (0.5%)	T3: Cebada biol (1%)
3	1630	1430	1405
4	1821	1655	1620
5	2055	1750	1612
6	4494	4122	3854
7	5452	4915	4820
8	6958	6315	6680
9	1965	1780	1775
Total	24375	21967	21766

Tabla 39. Peso y rendimiento de carcasa

Tratamiento	N° cuy	Peso vivo (g)	Peso de carcasa (g)	Rendimiento de carcasa (%)
Tratamiento 1 (T1) alimento de forraje verde hidropónico de cebada+ balanceado	001	680	451	66.32
	002	657	453	68.95
	003	942	628	66.67
	004	737	536	72.73
	005	640	493	77.03
	006	722	500	69.25
	007	695	490	70.50
	008	884	571	64.59
	009	793	535	67.47
	010	706	492	69.69
	011	681	482	70.78
	012	940	605	64.36
	013	660	492	74.55
	014	695	515	74.10
	015	788	534	67.77
	Media		518.47	69.65
	DE		51.02	3.71
	CV		0.10	0.05
Tratamiento 2 (T2) alimento de forraje verde hidropónico de cebada (riego de agua + 0.5 % de biol) + balanceado	016	719	508	70.65
	017	851	574	67.45
	018	703	523	74.40
	019	794	602	75.82
	020	621	478	76.97
	021	766	552	72.06
	022	821	565	68.82
	023	752	520	69.15
	024	858	612	71.33
	025	824	579	70.27
	026	734	538	73.30
	027	716	526	73.46
	028	706	478	67.71
	029	796	598	75.13
	030	794	547	68.89
	Media	763.67	546.67	71.69
	DE	64.91	42.11	3.04
	CV	0.08	0.08	0.04
Tratamiento 3 (T3) alimento de forraje verde hidropónico de cebada (riego de agua + 1 % de biol) + balanceado	031	880	626	71.14
	032	805	603	74.91
	033	782	530	67.77
	034	856	617	72.08
	035	767	585	76.27
	036	734	522	71.12
	037	776	542	69.85
	038	776	581	74.87
	039	665	500	75.19
	040	829	608	73.34
	041	788	537	68.15
	042	778	525	67.48
	043	792	555	70.08
	044	806	593	73.57
	045	775	566	73.03
	Media	787.27	566.00	71.92
	DE	49.62	39.15	2.85
	CV	0.06	0.07	0.04



Figura 2. Módulo de producción de forraje verde hidropónico de cebada del día 5 al 12.



Figura 3. Producción de forraje verde hidropónico de cebada logrado con A (agua), B1% (1% de biol) y B0.5% (0.5% de biol)



Figura 4. Siembra de semilla y riego de forraje verde hidropónico en bandejas hidropónicas (28 cm x 58 cm x 3 cm)



Figura 5. Riego de forraje verde hidropónico



Figura 6. Germinación de semillas



Figura 7. Producción de forraje verde hidropónico (día7)



Figura 8. Producción de forraje verde hidropónico



Figura 9. Alimentación de cuyes primera semana (adaptación al alimento)



Figura 10. Pesado de forraje verde hidropónico de cebada para suministrar a los cuyes en experimentación



Figura 11. Pesado de cuy a la octava semana de edad



Figura 12. Pesado de carcasa de cuy