



Impacto de forraje hidropónico y microorganismos eficientes en cuyes: Parámetros productivos, hematológicos y bioquímicos nutricionales

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i21.238>

Impact of hydroponic forage and efficient microorganisms on guinea pigs: productive, hematological nutritional biochemical parameters

Impacto da forragem hidropônica e microrganismos eficientes em cobaias: parâmetros bioquímicos produtivos, hematológicos e nutricionais

Mercy Del Cisne Cuenca Condoy

mccuencac@ucacue.edu.ec

Wilson Olmedo Quinteros Rodas

wquinterosr@ucacue.edu.ec

Franklin Ramón Flores

franklin.flores@ucacue.edu.ec

Nathalie Del Consuelo Campos Murillo

ncampos@ucacue.edu.ec

Universidad Católica de Cuenca-Medicina Veterinaria. Cuenca, Ecuador

Artículo recibido 27 de julio 2023 / Arbitrado 14 de agosto 2023 / Publicado 25 de septiembre 2023

RESUMEN

En Ecuador la carne de cuy (*Cavia porcellus*) constituye un alimento de alto valor nutritivo que contribuye a la seguridad y soberanía alimentaria. El consumo per-cápita en el sector rural es de 16,90 kg/año y en el sector urbano de 8,52 kg/año. **Objetivo.** Evaluar los parámetros productivos, hematológicos y bioquímicos nutricionales en *Cavia porcellus*, suplementados con forraje verde hidropónico y microorganismo eficientes. **Materiales y Métodos.** Se utilizó un total de 42 cuyes mejorados, de 21 días de edad, con un peso aproximado de 350 ± 50 g, en dos tratamientos, siendo T0 (Alfalfa + concentrado) y T1 (Forraje hidropónico de avena forrajera enriquecido con microorganismos+ concentrado), con tres repeticiones (7 unidades experimentales por cada repetición). Las variables estudiadas fueron: parámetros productivos (consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, y porcentaje de mortalidad), rendimiento y contenido de materia seca (MS) del forraje verde hidropónico (FVH), digestibilidad del alimento y MS, parámetros hematológicos y parámetros bioquímicos. **Resultados.** Demostraron un rendimiento de masa forrajera del FVH de avena enriquecida con microorganismos funcionales de 4 Kg por bandeja, con una altura de 14-16 cm en un tiempo de cosecha de 16 días, un contenido de MS del 16.65% y una digestibilidad 82.62%. El suplemento de FVH de avena en la ración alimenticia de los cuyes, mostró diferencia significativa ($p<0.05$) sobre el incremento de peso y conversión alimenticia durante la primera fase de recría, alcanzando los animales un incremento de peso de 84.43 g y una conversión alimenticia de 3.65; respecto a los parámetros hematológicos de los cuyes, los valores se encontraron dentro de los rangos referenciales. **Conclusiones.** El FVH de avena forrajera enriquecida con microorganismos funcionales, ejerce impacto positivo sobre los parámetros productivos y hematológicos de los cobayos.

Palabras clave: Cobayos; Digestibilidad; Hidropónicos; Inmunología

ABSTRACT

In Ecuador, guinea pig meat (*Cavia porcellus*) is a food of high nutritional value that contributes to food security and sovereignty. Per capita consumption in the rural sector is 16.90 kg/year and 8.52 kg/year in the urban sector. **Objective.** To evaluate the productive, hematological and biochemical nutritional parameters in *Cavia porcellus*, supplemented with hydroponic green fodder and efficient microorganisms. **Materials and Methods.** A total of 42 improved guinea pigs, 21 days old, weighing approximately 350 ± 50 g, were used in two treatments, T0 (Alfalfa + concentrate) and T1 (hydroponic forage of forage oats enriched with microorganisms + concentrate), with three replicates (7 experimental units for each replicate). The variables studied were: productive parameters (feed intake, weight gain, feed conversion, and mortality percentage), yield and dry matter (DM) content of the hydroponic green forage (HVF), feed and DM digestibility, hematological parameters and biochemical parameters. **Results.** They demonstrated a forage mass yield of oat FVH enriched with functional microorganisms of 4 kg per tray, with a height of 14-16 cm in a harvest time of 16 days, a DM content of 16.65% and a digestibility 82.62%. The oat FVH supplementation in the guinea pig feed ration showed a significant difference ($p<0.05$) on weight gain and feed conversion during the first rearing phase, reaching a weight gain of 84.43 g and a feed conversion of 3.65; regarding the hematological parameters of the guinea pigs, the values were found within the reference ranges. **Conclusions.** The FVH of forage oats enriched with functional microorganisms has a positive impact on the productive and hematological parameters of guinea pigs.

Key words: Guinea pigs; Digestibility; Hydroponics; Immunology

RESUMO

No Equador, a carne de porquinho-da-índia (*Cavia porcellus*) é um alimento de alto valor nutricional que contribui para a segurança e a soberania alimentar. O consumo per capita no setor rural é de 16,90 kg/ano e de 8,52 kg/ano no setor urbano. **Objetivo.** Avaliar os parâmetros nutricionais produtivos, hematológicos e bioquímicos em *Cavia porcellus*, suplementados com forragem verde hidropônica e microrganismos eficientes. **Materiais e métodos.** Foram utilizadas 42 cobaias melhoradas, com 21 dias de idade e peso aproximado de 350 ± 50 g, em dois tratamentos, sendo T0 (Alfafa + concentrado) e T1 (Forragem hidropônica de aveia forrageira enriquecida com microrganismos + concentrado), com três repetições (7 unidades experimentais para cada repetição). As variáveis estudadas foram: parâmetros produtivos (consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e porcentagem de mortalidade), rendimento e teor de matéria seca (MS) da forragem verde hidropônica (FVH), digestibilidade da ração e da MS, parâmetros hematológicos e parâmetros bioquímicos. **Resultados.** Eles demonstraram um rendimento de massa forrageira de FVH de aveia enriquecida com microrganismos funcionais de 4 kg por bandeja, com uma altura de 14-16 cm em um período de colheita de 16 dias, um teor de MS de 16,65% e uma digestibilidade de 82,62%. A suplementação com FVH de aveia na ração dos porquinhos-da-índia mostrou diferença significativa ($p<0,05$) no ganho de peso e na conversão alimentar durante a primeira fase de criação, atingindo um ganho de peso de 84,43 g e uma conversão alimentar de 3,65; com relação aos parâmetros hematológicos dos porquinhos-da-índia, os valores foram encontrados dentro dos intervalos de referência. **Conclusões.** A FVH da aveia forrageira enriquecida com microrganismos funcionais tem um impacto positivo sobre os parâmetros produtivos e hematológicos das cobaias.

Palavras-chave: Cobaias; Digestibilidade; Hidroponia; Imunologia

INTRODUCCIÓN

En Ecuador la carne de cuy (*Cavia porcellus*) constituye un alimento de alto valor nutritivo que contribuye a la seguridad y soberanía alimentaria (1,2). El consumo per-cápita en el sector rural es de 16,90 kg/año y en el sector urbano de 8,52 kg/año (3). Las provincias de Azuay, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi son consideradas como las principales productoras de cuyes, ocupando Azuay el primer lugar con una producción de 1.661,998 cobayos (4).

Ecuador y Perú, exportan carne de cuy hacia los mercados de Estados Unidos y España, siendo Perú el mayor exportador con una participación del 71,3% y Ecuador con el 28,7% (5); sin embargo, el nivel de producción no es suficiente para cubrir la demanda; puesto que, en la crianza de esta especie aún se descuidan factores relevantes que afectan los parámetros productivos y reproductivos, entre los que se puede mencionar la alimentación, manejo, higiene, entre otros (6,7).

La alimentación de los cobayos generalmente es a base de forrajes; no obstante, su disponibilidad es limitada (8), por escasa disponibilidad de terreno, baja fertilidad de los suelos, factores ambientales como: heladas, granizadas, sequias, inundaciones, entre otros que limitan la producción de forraje (9), lo que obliga al productor a implementar estrategias alimenticias que reemplacen el empleo de pasturas.

La producción de forrajes verdes hidropónicos (FVH) es una estrategia viable como alimento de

excelente calidad nutricional (10), considerando que favorecen el ahorro de agua, poseen alto rendimiento de materia vegetal (11), se cultivan en espacios reducidos, a bajo costo (12), de alta palatabilidad y excelente valor nutritivo (13), con un gran aporte de vitamina A y E, las mismas que juegan un papel importante en el desarrollo y modulación del sistema inmunológico, fertilidad y productividad de los animales (14,15), la diferencia de los forrajes naturales fertilizadas con altas dosis de fertilizantes nitrogenados que acumulan NO₃- y otros compuestos de N no proteico que interfiere en la asimilación de la vitamina A (16), pudiendo incrementar el rendimiento del FVH, la vitalidad y la resistencia a enfermedades y plagas con la aplicación de microorganismos benéficos (17).

Bajo este contexto el estudio evaluó los parámetros productivos, hematológicos y bioquímicos nutricionales en *Cavia porcellus* suplementados con forraje verde hidropónico y microorganismos eficientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se desarrolló en la provincia del Azuay, cantón Cuenca, ubicado entre la latitud: 2° 53' 57" sur y longitud 79° 00' 55" oeste; a una altitud aproximada de 2.560 metros encima del nivel de mar, con una temperatura que oscila entre 7 a 15 °C en invierno y 12 a 25 °C en verano (18).

Manejo de los animales

Se evaluó un total de 42 cuyes mestizos, destetados, con un peso de 350 ± 50 g, distribuidos bajo un diseño completo al azar en 2 tratamientos, siendo T0 (Testigo) y T1 (FVH de avena forrajera enriquecido con microorganismos funcionales), 3 repeticiones y 7 unidades experimentales por cada repetición. Los animales fueron manejados en pozas de 80 X 75 cm de diámetro, identificados utilizando arete metálico numerado colocado en el pabellón auricular. Las variables medio ambientales (temperatura y humedad) fueron similares para todos los animales.

Los requerimientos nutricionales se ajustaron dependiendo de su etapa de desarrollo, considerando un consumo de materia seca del 10 y 12%, y en FVH del 10% en base al peso vivo. El requerimiento de materia seca se ajustó con una ración mixta entre alfalfa + concentrado con el 17% de PB para el tratamiento Testigo; mientras que, para el tratamiento T1 (FVH de avena forrajera + concentrado con el 17% de PB). El periodo de adaptación a la ración alimenticia fue proporcional, con una duración de 7 días.

Manejo del forraje verde hidropónico (FVH)

El forraje verde hidropónico de avena forrajera, se sembró en bandejas plásticas de 30 x 48 cm de diámetro, a razón de 0.5 kg por bandeja, previa selección, desinfección de la semilla utilizando 200 mL de cloro por cada 10 Kg de semilla en 8 litros de agua, remojo durante 2 horas y un reposo de 24 horas. La germinación

de la semilla fue enriquecida con el 0.5% de microorganismos benéficos, la semilla germinó en área oscura durante 2 días, y el crecimiento con exposición a la luz solar por un tiempo de 14 días, realizando dos riegos al día con intervalos de 12 horas.

Calculo de materia seca y digestibilidad

El análisis de MS del FVH, alfalfa y alimento concentrado, se realizó utilizando el método indirecto con microondas descrito por Petruzzi (19) y una balanza gramera marca METTLER TOLEDO. Un total de 100 g de alimento concentrado, FVH y alfalfa, fueron triturados a excepción del concentrado, en tamaño de 2 a 3 cm de diámetro, colocados en un vaso de precipitación y llevados al microondas en intervalos de tiempos de 3 y 2 minutos, con un promedio de 6 ciclos hasta que el peso se estabilizó. La digestibilidad se analizó utilizando la formula señalada por Martínez (20).

Variables estudiadas

Las variables estudiadas fueron: Parámetros productivos (consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad) analizadas cada 7 días; el rendimiento del FVH de avena forrajera (masa forrajera por bandeja en g, porcentaje de MS y digestibilidad del alimento y parámetros hematológicos (hemograma y bioquímica), estas dos últimas variables analizadas antes y después del periodo experimental.

RESULTADOS

Análisis de los datos

A los datos se les comprobó la distribución normal (Shapiro Wilks modificado), se utilizó un análisis de varianza para datos paramétricos, mediante la prueba de Duncan con el 0.05% de significación, y para los no paramétricos la prueba de Kruskal-Wallis, analizando los datos con el paquete estadístico InfoStat versión 1.1 (2002).

Tabla 1. Contenido de material seca del alimento %.

Tratamientos	MS (Media)
T1 (FVH-Avena)	16.65a
T0 (Alfalfa)	37.20b
Concentrado	85.35c
EE	0.24
C.V.	1.16
p-valor	0.0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

La digestibilidad del alimento (FVH de avena forrajera y alfalfa), y la materia seca contenida en el alimento, no registraron diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tratamientos; sin embargo, el FVH alcanzó la digestibilidad más alta con 82.62%;

El rendimiento de masa forrajera del FVH de avena fue de 4 kg por bandeja, con una altura a los 16 días de 14-16 cm. El contenido de MS, se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$), registrando el valor más alto el concentrado con el 85.35 %, seguido de la alfalfa con el 37. 2%, registrando el valor más bajo el FVH de avena con el 16. 65 %, valores que se exhiben en la Tabla 1.

mientras que, la digestibilidad de la MS contenida en los tratamientos (Alfalfa y FVH) registró el valor más alto para la alfalfa con 81.46% respecto al FVH; datos que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Digestibilidad total del alimento y MS digestible.

Tratamientos	Digestibilidad del Alimento	MS Digestible
T0 (Alfalfa)	77.11a	77.57a
T1 (FVH-Avena forrajera)	82.62a	81.46a
EE.	0.24	1.21
C.V.	4.79	3.39
p-valor	0.00521	0.0522

El consumo de alimento, no registró diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los tratamientos y semanas evaluadas; mientras que, en el incremento de peso y conversión alimenticia se observó diferencia significativa ($p < 0,05$) durante

la primera semana del experimento, registrando el incremento de peso más alto el T1 con 84.43 g y la mejor conversión alimenticia el T1 con 3.65; datos que se exponen en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros productivos de los cuyes.

	Incremento de Peso			Consumo de Alimento			Conversión Alimenticia		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T0 (Alfalfa+Concentrado)	61,7 ^a	94,67 ^a	90,13 ^a	334,71a	415,2a	449,17 ^a	5,48 ^b	4,42 ^a	4,98 ^a
T1 (FVH-Avena+Concentrado)	84,4 ^b	96,67 ^a	136,8 ^a	304,9a	362,53a	568,2 ^a	3,65 ^a	3,81 ^a	3,95 ^a
EE	3,1	8,3	13,34	9,17	14,28	22,71	0,33	0,27	0,41
C.V	7,3	15,03	20,36	4,97	6,36	7,73	12,41	11,4	16,08
p-valor	0,0065	0,873	0,0687	0,0831	0,0595	0,0207	0,0169	0,1883	0,153

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Tabla 4. Parámetros hematológicos de los cuyes.

	Valores del Hemograma												Química Sanguínea			
	WBC	Neu %	Lym %	Bas %	Eos %	Mon %	HCT	MCV	MCH	MCHC	R+BC	HGB	PLT	Proteínas	Albúminas	Globulinas
T0 (Alfalfa + concentrado)	7,4 ^a	23,8 ^a	66,9 ^a	0,9 ^a	1,7 ^a	5,5 ^a	41,5 ^a	84,9 ^a	28,4 ^a	31,9 ^a	4,7 ^a	12,9 ^a	387,1 ^a	5,4 ^a	4,3 ^a	1,2 ^a
T1 (FVH + concentrado)	5,8 ^b	26,1 ^b	66,1 ^a	1,3 ^b	1,7 ^a	4,4 ^a	43,4 ^a	63,5 ^a	25,6 ^a	32,5 ^a	5,5 ^a	13,8 ^a	483,3 ^a	5,5 ^a	4,2 ^a	1,7 ^a
FASE 1	6,2 ^a	23,2 ^a	69,2 ^b	0,9 ^a	1,4 ^a	4,9 ^a	37,4 ^a	79,5 ^a	25,0 ^a	32,2 ^a	4,5 ^a	11,7 ^a	504,2 ^a	4,8 ^a	3,3 ^a	1,9 ^b
FASE 2	7,0 ^a	26,7 ^b	63,8 ^a	1,4 ^a	2,0 ^b	5,0 ^a	47,4 ^b	68,9 ^a	28,9 ^b	32,1 ^a	5,6 ^a	15,1b	366,2 ^b	6,1 ^b	5,2 ^b	0,9 ^a
EE	0,4	0,71	0,51	0,15	0,1	0,26	1,24	8,8	0,9	0,35	0,36	0,54	33,2	0,2	0,26	0,22
C.V	16	6,9	1,9	31,2	15,1	13,02	7,2	28,9	8,3	2,69	17,44	9,81	18,7	8,7	14,81	38,13
p-valor (Tratamientos)	0,028	0,048	0,3289	0,1052	0,702	0,0209	0,310	0,118	0,055	0,259	0,163	0,283	0,0709	0,6748	0,7653	0,1654
p-valor (Fases)	0,2106	0,0062	<0,0001	0,0629	0,0026	0,8114	0,0003	0,4143	0,0141	0,8456	0,0584	0,0014	0,0166	0,0009	0,0004	0,0104

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Los parámetros hematológicos analizados mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos y fases analizadas; sin embargo, los valores se encuentran dentro de los referenciales con excepción del volumen corpuscular medio (MCV), que se encontró por debajo del valor referencial en el tratamiento T1, los datos se exponen en la Tabla 4.

DISCUSIÓN

Los datos de rendimiento de masa forrajera y contenido de materia seca del FVH de avena forrajera reportados en el estudio, son similares con los reportados por Albert et al. (21) quienes señalan un rendimiento de 4.44 a 4.96 kg/m² y un contenido de MS del 16.12 a 13.75%; datos inferiores de MS en el FVH de avena fueron reportados por Morales et al. (22) quienes señalan un rendimiento de 1.39 Kg/MS; sin embargo, datos mayores fueron registrados por Ramos et al. (23), quienes obtuvieron un rendimiento de MS del FVH de avena del 19.80%; Fuentes et al. (24) reportan un rendimiento de MS del 36,86% del FVH de avena, quizá los valores difieran dependiendo de los días de cosecha, genotipo, tipo de fertilización, cantidad de Nitrógeno aplicado (25,26), la concentración de salinidad del agua para el riego del FVH (27), porcentaje de asociación entre dos especies de forraje (28) variables ambientales, el tipo de sustrato utilizado para la germinación entre otros factores.

El contenido de MS de la alfalfa difiere de los reportados por Dammer (29) quien registró un

el 24% de MS; Capacho et al. (30) reportaron el 9.80% de MS; la diferencia puede corresponder a la variedad de alfalfa, época de cosecha, distancia de siembra, variables edáficas, ambientes, entre otros.

Respecto a la altura del FVH los datos son similares a los reportados por Morales y col. (22) quienes señalan una altura de 15.59 cm en un tiempo de cosecha de 14-16 días; no obstante, difieren de los señalados por, Leiva y Álvarez (31) quienes reportan una altura de 20-25 cm en 12-20 días; mientras que otros autores citados por la FAO (32) observaron una altura de 10 cm en 13 días de crecimiento.

Los datos de digestibilidad difieren a los reportados por Cerrillo et al. (33) quienes muestran una digestibilidad del 72.8% en el FVH, y una digestibilidad de la MS analizada en 24 horas del 67.1%; Paipa et al. (34) reportan en la alfalfa el 61-69% de digestibilidad in vitro y el 58-67% in vivo y en la avena del 59% in vivo. Arias (13) asociaron el FVH de avena con heno de campo natural como alimento en cabras y determinaron mejoras en el aprovechamiento del alimento, alcanzando el 64,13% de digestibilidad.

Los parámetros productivos de los cobayos alimentados con FVH + concentrado, mostraron ventaja en comparación con los animales control, los datos son similares a los reportados por Nuñez et al. (35) quienes encontraron beneficios en los parámetros productivos de conejos alimentados con FVH de avena enriquecida con solución nutritiva. Benítez et al. (36) refieren

que la alimentación de cobayos con FVH de maíz en porcentajes no mayor al 40%, ajustando los requerimientos nutricionales acorde a las necesidades, mejoran los parámetros productivos, los datos son apoyados por Vargas (37) refiere que la inclusión de FVH en la alimentación de cuyes incrementa el número de crías por año, reduce la mortalidad, cubre los requerimientos de agua, de vitamina C y reduce los costos de alimentación; sin embargo, Loa et al. (38) difieren al concluir que la alimentación de cuyes con FVH de avena y maíz más concentrado, no ejerce efecto positivo sobre los parámetros productivos en comparación a los alimentados con alfalfa más concentrado.

Los parámetros hematológicos analizados mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos y fases analizadas; sin embargo, los valores se encuentran dentro de los referenciales con excepción del volumen corpuscular medio (MCV), que se encontró por debajo del valor referencial en el tratamiento T1, los datos se exponen en la Tabla 4. Los valores del hemograma difieren de los reportados por Oriundo et al. (39) en su estudio, considerando que el autor refiere diferencia en los valores sanguíneos por la edad y estado fisiológico de los cuyes.

Quizá los valores hematológicos pudieran estar influenciados por el tipo de alimentación, considerando que el cuy en su proceso digestivo no sintetiza vitamina C León et al. (40) necesitando ser suplementado de fuentes externas (pastos y forrajes verdes); desde este contexto se puede

considerar que el aporte de minerales y vitaminas sobre todo la vitamina C (103.23 mg/100 g de forraje verde) en la alfalfa tiende a ser menor (41) que los aportes de estos nutrientes con el FVH, los mismos que exhiben alto contenido de vitaminas A, E y C, por los carotenoides (250-350 mg/kg MS) y minerales como calcio, fósforo y hierro; además todas las vitaminas se presentan libres y solubles, siendo asimilables de forma directa (42,43), lo que podría fortalecer el sistema inmune por su relación directa con los β -glucanos y la presencia de vitamina C que favorece la presencia de hierro, elemento fundamental para el desarrollo del sistema inmune (44) mineral que es menos absorbido en cuyes que se alimentan con alfalfa con alto contenido de fibra (45,46).

CONCLUSIONES

La incorporación de microorganismos funcionales en el proceso de cultivo de forraje hidropónico, diseñado para la alimentación de cuyes, tiene un impacto positivo en varios aspectos clave. Esta práctica no solo eleva la digestibilidad del alimento, sino que también potencia el rendimiento productivo y fortalece el sistema inmunológico de los cobayos.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

AGRADECIMIENTOS. A los estudiantes de tercer ciclo de Medicina Veterinaria-Universidad Católica de Cuenca, ciclo abril-septiembre 2022.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Flores C, Duarte C, Salgado I. Caracterización de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado. *Ciencia y Agricultura*. 2017; 14(1), 39-45. <https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n1.2017.6086>
2. Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. 2022 <https://www.fao.org/3/v6200t/v6200T05.htm>
3. Reyes F, Aguiar S, Enríquez M, Uvidia H. Análisis del manejo, producción y comercialización del cuy (*Cavia porcellus* L.) en Ecuador. *Dom. Cien*. 2021; 7(6), 1004-1018. <https://dominodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2377>
4. Moreta M. El cuy crece en la región central del Ecuador. 2017; <https://www.revistalideres.ec/lideres/cuy-crece-region-central-economia.html>
5. Taipe C, Corilla D, Ventura A, Espinoza G. La Crianza de Cuy y Procesamiento Con Fines de Exportación en la Provincia de Acobamba. *Dom. Cien*; 2021; 7(3); 1659-1679. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3>.
6. Sánchez A, Sánchez S, Godoy S, Diaz R, Vega N. Gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados (*Cavia porcellus* Linnaeus) en la zona de la Maná. *Ciencia y Tecnología*. 2009; 2 (1) 5-28. <https://acortar.link/apPTvW>
7. Meza G, Cabrera R, Morán J, Meza F, Cabrera C, Meza C, Meza J, Cabanilla M, López F, Pincay J, Bohórquez T, Ortiz J. Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *IDESIA*. 2014; 32(3), 75-80. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v32n3/art10.pdf>
8. Núñez P, Aragadway R, Guerrero J, Villacís L. Comportamiento productivo en cuyes (*Cavia porcellus*) utilizando contenidos ruminales. *J. Selva Andina Anim Sci*. 2016; 3(2), 87-97. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v3n2/v3n2_a03.pdf
9. Mejía H, Orellana F. Forraje verde hidropónico: una alternativa de producción ante el cambio climático. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. 2019; 5(9), 1-20. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v5i9.7947>
10. Birgi J, Gargaglione V, Utrilla V. El forraje verde hidropónico como una alternativa productiva en Patagonia Sur: Productividad y calidad nutricional de dos variedades de cebada (*Hordeum vulgare*). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 2018; 44(3), 316-323. <https://www.redalyc.org/journal/864/86458368004/html/>
11. López R, Murillo B, Rodríguez G. El forraje verde hidropónico (FVH): Una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia*. 2009; 34(2), 121-126. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000200009
12. Loqui A, Zambrano M, López D, Casignia D. Forraje hidropónico de maíz: análisis bromatológico de cuatro híbridos de maíz para alimentación animal. *RECIAMUC*; 2020; 4(2), 76-80. <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/481>
13. Arias R, Muro M, Boccanera M, Trigo M, Boyezuk D, Cordiviola C. Aporte nutricional del Forraje Verde Hidropónico en la alimentación de cabras cruza criollas x Nubian. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 2019; 118(1), 133-140: <https://doi.org/10.24215/16699513e013>
14. Madrigal S. La vitamina E y la inmunidad de las aves. *Nutrición animal tropical*. 1998; 4(1), 47-62. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5166290>
15. Narváez J, Guerrero E. Forraje verde hidropónico y organopónico de maíz como suplemento nutricional para ovinos del piedemonte amazónico. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 2022; 13(1), 253-266. <https://acortar.link/RWYB2v>
16. Maldonado R, Álvarez M, Acevedo D, Ríos E. Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 2013; 19(2): 211-223. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v19n2/v19n2a7.pdf>
17. Salas L, Borroel V, Ramírez M, Moncayo M. Efecto de la adición de ácido ascórbico y té de composta en la producción y capacidad antioxidante de forraje hidropónico de maíz. *Nova Scientia*. 2018; 10(1), 47-63. <https://acortar.link/Q7YWzL>

- 18.** Bustamante A. Análisis de la isla de calor urbana en el entorno andino de Cuenca-Ecuador. *Investigaciones Geográficas*. 2018; Esp (70), 167-179. <https://acortar.link/abwA2f>
- 19.** Petruzzi H, Stritzler N, Ferri C, Pagella J, Rabotniko C. Determinación de materia seca por métodos indirectos: Utilización del horno a microondas. *Revista Técnica*. 2005; (88) 8-11. <https://acortar.link/zDN1Ym>
- 20.** Martínez A. Valoración energética de los alimentos. Obtenido de *Zootecnia y Gestión*. 2010. <https://acortar.link/08WJH>
- 21.** Albert G, Alonso N, Cabrera I, Rosthoj S. Evaluación productiva del forraje verde hidropónico del maíz, avena y trigo. *Compend. cienc. Vet*. 2016; 6(1), 7-10. <https://acortar.link/qBvIkT>
- 22.** Morales D, Jiménez L, Burneo J, Capa E. Producción de forrajes de avena y trigo bajo sistemas hidropónico y convencional. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*. 2020; 21 (3) 1-16. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1386
- 23.** Ramos E, Contreras J, Cordero A, Curasma J, Ordoñez B, Paytan M, Rojas Y, Castrejon M. Rendimiento hidropónico del asociado de vicia con avena, cebada y trigo en la producción de germinados. *Rev Inv Vet Perú*. 2021; 32(6), 1-12. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i6.21678>
- 24.** Fuentes F, Poblete C, Huerta M, Palape I. Evaluación de la producción y calidad nutritiva de avena como forraje verde hidropónico en condiciones de desierto. *IDESIA (Chile)*. 2011; 29(3), 75-81. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v29n3/art11.pdf>
- 25.** Salas L, Preciado P, Esparza J, Álvarez V, Palomo A, Rodríguez M, Márquez C. Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. *Terra Latinoam*. 2010; 8 (4) 355-360. <https://acortar.link/cZHnD9>
- 26.** Mejía H, Orellana F, Sol-Sánchez A. Forraje verde hidropónico: una alternativa de producción ante el cambio climático. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. 2019; 5(9), 1-6. <https://acortar.link/4R27N8>
- 27.** Trevizan J, Challapa G. Comparación del rendimiento de forraje verde hidropónico con maíz lluteño y maíz comercial, utilizando cuatro calidades de agua. *Arica, Chile. IDESIA (Chile)*. 2020; 38(3), 113-122. <https://acortar.link/Xod5yn>
- 28.** Contreras J, Tunque M, Cordero A. Rendimiento Hidropónico de la Arveja con Cebada y Trigo en la Producción de Germinados. *RIVEP*. 2015; 26(1), 9-19. <https://acortar.link/J9C80b>
- 29.** Dammer M. Adaptación de cuatro variedades de Alfalfa *Medicago sativa* en la zona de Cannanvalle-Tabacundo, Cayambe-Ecuador 2004. *La Granja*. 2004; 5(1) 11-19. <https://doi.org/10.17163/lgr.n5.2006.02>
- 30.** Capacho A, Flórez D, Hoyos J. Biomasa y calidad nutricional de cuatro variedades de alfalfa para introducir en Pamplona, Colombia. *Rev. Cien. Agri*. 2018; 15(1) 61-67. <https://acortar.link/2q73lr>
- 31.** Leiva N, Álvarez C. Forraje Verde Hidropónico. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 2018; 1-2. <https://acortar.link/EoGWuD>
- 32.** FAO. Manual Técnico - Forraje Verde Hidropónico. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. 2002. <https://www.fao.org/3/ah472s/ah472s00.pdf>
- 33.** Cerrillo M, Juárez A, Rivera J, Guerrero M, Ramírez R, Bernal H. Producción de biomasa y valor nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y avena. *Interciencia*. 2012; 37(12) 906-913. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33925592007.pdf>
- 34.** Paipa L, Bernal L, Conde A, Quijano N, Bula K. El forraje verde hidropónico: una alternativa sostenible en tiempos de cambio climático. *Revistas de divulgación Ciencia La Salle*. 2020; 5(2), 12-20. <https://acortar.link/JpRleq>
- 35.** Nuñez O, Lozada E, Rosero M, Cruz E, Aragadvay R. Evaluación de avena hidropónica (*Arrhenatherium elatius*) en la alimentación de conejos en la etapa de engorde. *J. Selva Andina Anim. Sci*. 2017; 4(1), 59-71. <https://acortar.link/NpEbPB>
- 36.** Benítez E, Jumbo J, Jumbo D. Evaluación de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays*) como sustituto del forraje habitual en el crecimiento y engorde de cobayos (*Cavia porcellus*) en la provincia de Loja. *Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado Lara*.

- 2019; 17 (1) 1-5. <https://revistacmvl.jimdo.free.com/suscripci%C3%B3n/volumen-17/forraje-hidro%C3%B3nico/>
- 37.** Vargas A. El Forraje Verde Hidropónico y su uso en la crianza de cuyes. Forraje Verde Hidropónico. s.f. <https://acortar.link/VQ86Pg>
- 38.** Loa G, Saavedra D, Gomez J, Sulca F, Gómez N. Forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) en la dieta de cuyes machos (*Cavia porcellus*) en recría, Andahuaylas, Perú. AICA. 2021; 16 (2021) 72-76. <https://acortar.link/A8UrYm>
- 39.** Oriundo K, Delgadillo P, Arévalo R, Alfaro M, Bautista, S. Parámetros hematológicos de referencia de cuyes nativos (*Cavia porcellus*). Rev Inv Vet Perú. 2021; 32(5) 1-9. <https://acortar.link/F2JO7x>
- 40.** León Z, Silva E, Wilson A, Callacna M. Vitamina C protegida en concentrado de *Cavia porcellus* "cuy" en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje. Scientia Agropecuaria. 2016; 7 (3): 259–263. <https://acortar.link/d8kWEo>
- 41.** Pennacchiotti I, Yanssens G. Valoración espectrofotométrica de la vitamina C en alfalfa, heno de alfalfa y trébol y de carotenos en trébol. Agricultura Técnica. 1955; 15(1), 27-30. <https://acortar.link/7qGYYP>
- 42.** López L. Producción de Forraje Verde Hidropónico. Obtenido de Centro de Investigación en Química Aplicada. 2005. <https://acortar.link/TwrZi2>
- 43.** Chavarría A, Castillo S. El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático. 2018; 4(8), 1-3. <https://acortar.link/jceGHH>
- 44.** Nova E, Montero A, Gómez S, Marcos A. La estrecha relación entre la nutrición y el sistema inmunitario. Soporte Nutricional en el Paciente Oncológico. 2020; 9-21. https://www.seom.org/seomcms/images/stories/recursos/infopublico/publicaciones/soporteNutricional/pdf/cap_01.pdf
- 45.** Amaro J, Iparraguirre M, Isla P. Efecto del consumo del extracto de alfalfa (*medicago sativa*) en anemia ferropénica inducida, en ratones (*mus musculus*). Rev. salud pública. 2018; 20(6), 730-734. <https://doi.org/10.15446/rsap.v20n6.65795>
- 46.** San Mauro I, Garicano E. Papel de la vitamina C y los β -glucanos sobre el sistema inmunitario: revisión. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2015; 19(4), 238-245. <https://acortar.link/exg3bp>