

FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y MAÍZ (*Zea mays*) EN LA DIETA DE CUYES MACHOS (*Cavia porcellus*) EN RECRÍA, ANDAHUAYLAS, PERÚ

GREEN HYDROPONIC FORAGE OF BARLEY (*Hordeum vulgare*) AND CORN (*Zea mays*) IN THE DIET OF MALES GUINEA PIGS (*Cavia porcellus*) IN GROWING-FINISHING, ANDAHUAYLAS, PERÚ

Loa G.S.¹, Saavedra D.¹, Gomez J.W.¹, Sulca F.², Gómez-Urviola N.C.^{3*}

¹Médico veterinario y zootecnista de actividad privada, Perú.

²Ingeniero agrónomo de actividad privada, Perú.

³Profesor de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay, Perú. *gomezurviola@hotmail.com

Keywords: Feeding; Efficient use of water; Smaller animals.

Palabras clave: Alimentación; Uso eficiente del agua; Animales menores.

ABSTRACT

Hydroponics requires little space and water resources, so it represents an alternative for livestock producers dedicated to raising guinea pigs. For this reason, it was proposed to evaluate the hydroponic green forage of barley (*Hordeum vulgare*) and corn (*Zea mays*) in the diet of rearing male guinea pigs. The research was carried out in a commercial-family breeding shed, located in the town of Llantuyhuanca, Talavera district, Andahuaylas province, Apurímac region, Perú. 45 28-day-old type 1 male crossbred guinea pigs were used, randomly distributed in three treatments (T1: green hydroponic barley forage + concentrate, T2: hydroponic green corn forage + concentrate and T3: alfalfa + concentrate) with 15 observations each one. The experimental period lasted 70 days. The data were analyzed using a single factor ANOVA, comparing the averages with Tukey ($\alpha = 0.05$). The highest live weight gain was with T3 (715.6 g) in relation to T1 (633.93 g) and T2 (569 g) ($P < 0.05$). Feed intake was expressed in total dry matter, T3 (3961.3 g) being higher than T1 (3342.57 g) and T2 (3231.83 g) ($P < 0.05$). Regarding feed conversion, the treatment values were similar (T1 5.28, T2 5.72 and T3 5.64; $P > 0.05$). It was concluded that guinea pigs fed more concentrated alfalfa obtained better live weight gains than those that received a more concentrated FVH ration of barley or corn.

RESUMEN

La hidroponía, requiere poco espacio y recurso hídrico, por lo que representa una alternativa para los productores pecuarios dedicados a la crianza del cuy. Por esta razón se planteó evaluar el forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) en la dieta de cuyes machos en recría. La investigación se realizó en un galpón de crianza comercial – familiar, ubicado en el centro poblado de Llantuyhuanca, distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, región Apurímac, Perú. Se emplearon 45 cuyes machos tipo 1 mestizos de 28 días de edad, distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos (T1: forraje verde hidropónico de cebada + concentrado, T2: forraje verde hidropónico de maíz + concentrado y T3: alfalfa + concentrado) con 15 observaciones cada uno. El periodo experimental duró 70 días. Los datos fueron analizados mediante el ANOVA de un solo factor, comparando los promedios con Tukey ($\alpha = 0,05$). La mayor ganancia de peso vivo fue con T3 (715,6 g) en relación con T1 (633,93 g) y T2 (569 g) ($P < 0,05$). El consumo de alimento fue expresado en materia seca total siendo superior T3 (3961,3 g) que T1 (3342,57 g) y T2 (3231,83 g) ($P < 0,05$). Con relación a la conversión alimenticia los valores de los tratamientos fueron similares (T1 5,28, T2 5,72 y T3 5,64; $P > 0,05$). Se concluyó que los cuyes alimentados con alfalfa más concentrado obtuvieron mejores ganancias de peso vivo que aquellos que recibieron una ración de FVH de cebada o maíz más concentrado.

INTRODUCCIÓN

Una de las características del cuy es la facilidad de su crianza, ligado a su tamaño y adaptación a diferentes condiciones ambientales como las sequías, inundaciones, heladas, nevadas y granizadas. El sabor, contenido proteico y energético de su carne, hacen que sea aceptada en diversas áreas geográficas del Perú. Su dieta normalmente es inadecuada vinculada a un sistema de crianza tradicional; lo que difiere en sistemas tecnificados ya que se usan alimentos balanceados (Chauca, 2007). El contexto agrícola nos muestra que la trayectoria de sostenibilidad en la producción es negativa, considerando la degradación de un tercio de la tierra utilizada en la agricultura, la pérdida de biodiversidad vegetal y animal, además de la escasez de agua, por estas razones se considera sumamente importante que se desarrollen sistemas alimentarios sostenibles (Gonzales, 2021). A este respecto la hidroponía es una excelente opción en sitios donde el agua es escasa, los terrenos están muy parcelados y las condiciones geográficas y clima no permiten otro tipo de sistema de cultivo. Así mismo, el forraje verde hidropónico (FVH), se puede utilizar en la alimentación de cuyes, vacas lecheras, caballos, ovinos, conejos y otros animales, dado que su proceso de producción exige poco tiempo, dinero y recurso hídrico (Vargas, 2008). El ahorro de agua al cultivar FVH está demostrado y por lo tanto su uso es habitual en países con áreas desérticas y donde haya sequías extremas (Carámbula & Terra, 2000). La región Apurímac, ubicada en la sierra peruana, configura una difícil geografía donde como producto de la parcelación de las tierras no se cuenta con muchas áreas productoras de alimento para los animales, es por esta razón que se planteó como objetivo evaluar en la provincia de Andahuaylas-Perú, el forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) en la dieta de cuyes machos en recría.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un galpón de crianza comercial – familiar, ubicado en el centro poblado de Llantuyhuanca, distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, región Apurímac, Perú, ubicado aproximadamente a una altitud de 3027 m, de clima templado a frío y donde la actividad económica principal es la agropecuaria (SENAMHI, 2016). Se emplearon 45 cuyes machos tipo 1 mestizos de 28 días de edad, distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos (T1: forraje verde hidropónico de cebada + concentrado, T2: forraje verde hidropónico de maíz + concentrado y T3: alfalfa + concentrado) con 15 observaciones cada uno, el periodo experimental duró 70 días. El trabajo se realizó en un galpón de adobe de 10 m de largo por 3,50 m de ancho y 2,60 m de altura, se ubicó en grupos de 5 a los cuyes en pozas de crianza de 1 m² y una altura de 0.5 m. Los animales fueron alimentados a las 8:00 y 16:00 horas, con forraje (alfalfa, FVH de cebada y maíz) en una cantidad de 100 g/animal/día durante la primera semana, con un incremento semanal de 20 g/animal/día hasta alcanzar un máximo de 200 g/animal/día, por otro lado, el concentrado comercial fue suministrado *ad libitum* semanalmente en comederos tipo tolva de 2 kg de capacidad (Tubón, 2013).

Tabla I. Análisis fisicoquímico FVH cebada y FVH maíz (*Physico-chemical analysis of FVH barley and FVH corn*).

Determinaciones (%)	FVH Cebada	FVH maíz
Humedad	73,3	76,9
Materia seca	26,7	23,1
Proteína (% MS)	7,9	12,1
Carbohidratos (% MS)	52,06	76,19
Fibra cruda (% MS)	14,98	8,66
Grasa (% MS)	0,07	0,35
Ceniza (% MS)	2,6	2,5
pH	4,9	5,1
Acidez total*	1,2	2,9

MC-Química Lab. Laboratorio de ciencias naturales: aguas, suelos y medio ambiente. *Equivalente al ácido ascórbico.

Se llevó un control diario del consumo de alimento, pesando el residuo de la alfalfa, FVH cebada y maíz, descontándolo del suministro inicial, mientras que el concentrado comercial sobrante se pesó semanalmente.

Antes de la etapa experimental los cuyes fueron acostumbrados al consumo del FVH durante una semana aproximadamente para que el cambio alimentario no fuera drástico y estresante. Se registraron los pesos de todos los animales al inicio del experimento y luego cada 7 días hasta el final del experimento. Con los datos de ganancia de peso vivo y consumo de alimento, se determinó la conversión alimenticia para todos los tratamientos. Para plantear la ración, muestras de los dos tipos de FVH (maíz y cebada) utilizados fueron analizados bromatológicamente en un laboratorio de nutrición especializado (tabla I) tomando en cuenta además la información nutricional del alimento concentrado comercial (tabla II). Se calcularon para las variables cuantitativas, estadísticos descriptivos. Las variables dependientes fueron comparadas según el tipo de alimento con el ANOVA de un solo factor. La comparación de promedios se hizo mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Tabla II. Valor nutritivo del alimento concentrado comercial (*Nutritive value of commercial concentrated feed*).

Parámetros nutricionales	
Proteína	15,00 % Mín.
Carbohidratos	45,00 % Mín.
Grasas	2,00 % Mín.
Fibra	16,00 % Máx.
Cenizas	10,00 % Máx.
Calcio	0,90 % Mín.
Fósforo	0,50 % Mín.
Humedad	13,00 % Máx.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede observar en la tabla III el promedio de la ganancia de peso vivo total en cada uno de los tratamientos durante el experimento, indicándose además los pesos iniciales y finales. La ganancia de peso vivo de cuyes machos desde los 28 días hasta los 98 días de edad fue diferente entre los tres tratamientos ($P < 0,001$), observándose que T3 fue superior con 715,6 g respecto a T1 (633,93 g) y T2 (569 g). Las ganancias registradas en los tratamientos T1 y T2 son mayores a los obtenidos por Carrasco (1994), quien determinó incrementos de 446,77 g para el FVH de maíz en un lapso de 12 semanas; este mayor incremento podría deberse a la calidad de los nutrientes de ambos FVH. Por otro parte, Orihuela (1995) reportó un incremento de peso de 688,75 g en cuyes machos alimentados por 12 semanas con FVH de cebada más un suplemento con base de alimento concentrado, este resultado es superior a T1 y T2, sin embargo, hacemos notar que puede deberse al mayor tiempo de engorde utilizado. Los resultados mostrados previamente, además de lo ya mencionado, varían muy probablemente por efecto del medio ambiente y la manera como se combinan los ingredientes alimenticios. Con respecto a este punto García (2005), evaluó la eficiencia alimenticia durante 63 días de dos forrajes hidropónicos: cebada (*Hordeum vulgare L.*) y maíz (*Zea mays*), suministrado a cuyes (*Cavia porcellus L.*) en fase de crecimiento, utilizando tres tratamientos T1: alfalfa (*Medicago sativa*) + concentrado, T2: forraje verde hidropónico de cebada + concentrado y T3: forraje verde hidropónico de maíz + concentrado, reportando un incremento de peso corporal de 544 g; 515 g y 458 g respectivamente. Así también, Casa (2008), evaluó en 75 días el efecto de cinco dietas combinadas, T1: alfalfa + concentrado, T2: FVH de avena (*Avena sativa*) + concentrado, T3: FVH de cebada + concentrado, T4: FVH de maíz + concentrado y T5: FVH de trigo (*Triticum aestivum*) + concentrado, en la alimentación de cuyes, logrando determinar que la mejor combinación fue T2, con respecto al peso final (1069,15 g), ganancia total de peso (736,10 g), conversión alimenticia (4,63) y rendimiento a la canal (80,48%).

Herrera & Nuñez (2007) mencionan que los cuyes alimentados con forraje verde hidropónico de cebada y maíz amarillo tuvieron ganancias de peso vivo con diferencia estadística ($P < 0,05$) a los 72 días de alimentación de 523,6 g y 588,4 g, respectivamente. Este resultado indicaría que la semilla de cebada sería mejor que la del maíz, no obstante, reiteramos que más que el insumo en sí es la forma en la que se combina con otros insumos alimenticios lo que determinaría la obtención de mejores resultados.

Tabla III. Peso vivo inicial y final, ganancia de peso vivo total, consumo de materia seca y conversión alimenticia en cuyes bajo tres tratamientos (*Initial and final live weight, total live weight gain, dry matter intake and feed conversion in guinea pigs under three treatments*).

Variables	Tratamientos			Sig.
	T1 (FVH cebada + concentrado)	T2 (FVH maíz + concentrado)	T3 (alfalfa + concentrado)	
PVI (g)	277,53 ± 5,80	279,13 ± 6,20	276,47 ± 6,10	n.s.
PVF (g)	911,47 ± 15,44 ^b	848,13 ± 50,86 ^c	992,07 ± 84,05 ^a	***
GPVT (g)	633,93 ± 16,66 ^b	569,0 ± 51,08 ^c	715,60 ± 85,15 ^a	***
Consumo de MS (g)	3342,57 ± 0,009 ^b	3231,83 ± 0,006 ^c	3961,30 ± 0,004 ^a	***
Conversión alimenticia	5,28 ± 0,14	5,72 ± 0,49	5,64 ± 0,95	n.s.

PVI = Peso vivo inicial; PVF= Peso vivo final; GPVT= Ganancia de peso vivo total; FVH= Forraje verde hidropónico; diferentes letras en la misma fila indican diferencia significativa; MS = Materia seca; ***P<0.001; n.s. = No significativo.

Con respecto a la conversión alimenticia no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (tabla III), pero es necesario poner en relieve que el tratamiento T1 (5,28) mostró un mejor índice de conversión alimenticia en relación con T3 (5,64) y T2 (5,72). Estos resultados son mejores a lo reportado por Carrasco (1994) quien obtuvo un índice de 5,86 utilizando germinado de cebada suplementado con alimento concentrado y a los de Mamani (1997), quien en cuyes alimentados con niveles de 25%, 50% y 75% de germinado de cebada durante 11 semanas, logró índices de conversión alimenticia de 6,9; 6,7 y 6,3, respectivamente, lo que podría deberse a diferentes razones como la calidad de la semilla de cebada, el tipo de cuy utilizado, las condiciones de crianza entre otros factores. Por otro lado, al observar lo hallado por Saravia *et al.* (1994), quienes reportaron en cuyes mejores valores de conversión alimenticia de 4,4 y 4,1 utilizando 30 y 10 g de germinado de cebada durante un periodo de 6 semanas; nos podemos dar cuenta que la calidad del concentrado (18,4% PT y 3,3 Mcal de EDkg) utilizado por estos investigadores habría sido el determinante de la diferencia. Asimismo, Silva (1994), encontró también mejores índices de conversión alimenticia al utilizar cebada germinada + maíz germinado (4,49) y cebada + maíz germinado + concentrado (3,98). Lo que nos conduce a pensar nuevamente que las asociaciones alimentarias, la calidad del alimento, el medio ambiente y genética de los cuyes, son importantes factores para lograr mejores índices de conversión alimenticia.

Los datos de consumo de forraje fresco y concentrado fueron transformados en consumos de materia seca total (MST). Se observó que el consumo fue mayor en T3 (3961,3 g) respecto a T1 (3342,57 g) y T2 (3231,83 g) (P<0,05), como se aprecia en la tabla III. Estos consumos totales de materia seca son inferiores a los obtenidos por Carrasco (1994), quien señala consumos de 4029,55 g en la alimentación con germinados suplementados con alimento concentrado, quizás esto sea debido a la duración de su investigación (12 semanas). En forma contraria, Silva (1994), obtuvo con respecto a nuestro trabajo un consumo menor de materia seca total de 2931,5 g en cuyes machos alimentados con FVH de maíz complementado con alimento concentrado, esto podría deberse a diferentes aspectos como el clima, temperatura y otros factores. De la misma forma García (2005) utilizando en cuyes en crecimiento tres dietas (T1: alfalfa + concentrado, T2: forraje verde hidropónico de cebada + concentrado y T3: forraje verde hidropónico de maíz + concentrado) durante 9 semanas (63 días), halló consumos de materia seca inferiores de 40,95; 44,74 y 43,52 g/a/d en T1, T2, y T3, respectivamente.

Tal parece que la asociación de ingredientes alimentarios ayudaría a mejorar el consumo, tal como lo sustenta con sus resultados Gómez (1998) que al utilizar FVH de trigo (T1), FVH de cebada + FVH de trigo (T2), FVH de trigo + alimento balanceado (T3), FVH de cebada + FVH de trigo + alimento balanceado (T4), obtuvo un consumo de 95,96; 110,40; 120,63 y 130,46 g/a/d, respectivamente. Otros factores que podrían afectar el resultado de consumo diario es el tiempo de evaluación y grado de docilidad de los animales con los que uno trabaja, esto se puede observar en el trabajo de Saravia *et al.* (1994) quienes obtuvieron un consumo inferior de 48 g/día, utilizando 30 g de germinado de cebada por animal más concentrado y agua a discreción, durante 6 semanas, respecto a T2 (50,65 g/día) del presente estudio. En general se puede manifestar que el consumo de materia seca total influye positivamente en los ritmos de crecimiento que varían de acuerdo a la calidad de los tratamientos.

CONCLUSIONES

Los cuyes en recría alimentados con alfalfa más concentrado obtuvieron las mejores ganancias de peso vivo frente a los que recibieron una ración de FVH de cebada más concentrado y FVH de maíz más concentrado.

BIBLIOGRAFÍA

- Carámbula, M. & Terra, J. 2000. Alternativas de manejo de pasturas post-sequía. Revista Plan Agropecuario, 91: 41-45.
- Carrasco, J. 1994. Utilización de la cebada (*Hordeum vulgare*) germinada en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y engorde. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Casa, C.R. 2008. Efecto de la utilización del forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador.
- Chauca, L., 2007. Realidad y perspectivas de la crianza de cuyes en los países andinos. Memorias de la XXX Reunión Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). Cusco, Perú.
- García, C. 2005. 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. Investigaciones Amazonenses, 3 (1): 27-30.
- Gómez, J. 1998. Evaluación del forraje verde hidropónico de cebada y trigo en cuyes en etapa de crecimiento. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Bogota, Colombia.
- Gonzales, F.J. 2021. La agricultura y la alimentación en el centro de los 17 ODS. Trabajo de fin de grado de la Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, España.
- Herrera E. & Nuñez W. 2007. Producción y uso del forraje verde hidropónico de cebada, maíz amarillo y asociados en el engorde de cuyes. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.
- Mamani, M.F.O. 1997. Digestibilidad in vivo por diferencia de cañihua germinada, cebada germinada, forraje hidropónico de cebada y alfalfa verde en cuy (*Cavia porcellus*). Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Puno, Perú.
- Orihuela, E. 1995. Utilización de cebada (*Hordeum vulgare*) germinado en la alimentación de cuyes en crecimiento hasta las 12 semanas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Saravia, D.J.; Ramírez, S. & Aliaga, R.L. 1994. Granos germinados como fuente de vitamina C en las raciones de cuyes en recría. Resúmenes de Reuniones APPA. Tomo 2. 1994, 2007. Lima, Perú.
- SENAMHI, 2016. Registros del pronóstico de precipitación y temperatura. En: <http://www.senamhi.gob.pe/?p=data-historica> (Consultado el 09 de julio de 2016).
- Silva, V.F. 1994. Utilización de la cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea maíz*) germinados en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y engorde. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Tubón, M. 2013. Utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ambato, Ecuador.
- Vargas, C.F. 2008. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía Mesoamericana, 19 (2): 233-240.