

ARTICLE / INVESTIGACIÓN

Comportamiento de los índices productivos en cuyes utilizando avena de corte e hidropónica

The behavior of the productive indices in guinea pigs using cut and hydroponic oats

Oscar Patricio Núñez Torres*, Jorge Ricardo Guerrero López, Byron Enrique Borja Caicedo and Cristhian Vaca Altamirano

DOI. 10.21931/RB/2023.08.03.4

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador.
Corresponding author: op.nunez@uta.edu.ec.

Resumen: En el estudio se evaluó el uso de la avena verde hidropónica (*Arrenatherium elatius*), en el comportamiento productivo de cuyes, para el análisis se manejó con un diseño completamente al azar (DBCA), Además se verificó con un análisis de varianza (ADEVA) y pruebas significativas de Turkey al 5%. Los tratamientos utilizados fueron: T1: (100:0) =100% avena corte y 0% hidropónica, T2: (75:25) =75% avena corte y 25% hidropónica, T3: (50:50) =50% avena corte y 50% hidropónica, T4: (25:75) =25% avena corte y 75% hidropónica, T5: (0:100) =0% avena corte y 100% hidropónica. Las variables de estudio utilizadas en la investigación como consumo de alimento, peso final y ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad, y rendimiento a la canal, La T1 y T2 mostraron diferencias significativas con medias de 332,41g y 329,69 ubicándolos en rango A del consumo de alimento. La mejor conversión alimenticia fue el tratamiento T3 arrojando un promedio de 0,86 ICA, seguido de la T3 con media de 662.g en la ganancia de peso ubicándose en el rango A, a diferencia de la T4 y T1 con 588,05 y 575,15 respectivamente tuvieron un rango AB. Con relación a la mortalidad y rendimiento a la canal no existieron diferencias significativas. Finalmente, el T5 alcanzo una rentabilidad de 45,29 % y la relación benefició/costo de 1,82; concluyendo que la utilización del FVH mejora el rendimiento de los parámetros productivos y disminuye los costos totales.

Palabras clave: Conversión alimenticia, Costos, Ganancias de peso, Mortalidad, Rendimiento a la canal.

Abstract: In the study, the use of hydroponic green oats (*Arrenatherium elatius*) was evaluated in the productive behavior of guinea pigs for the analysis it was handled with a completely randomized design (DBCA), it was also verified with an analysis of variance (ADEVA) and significant Turkey tests at 5%. The treatments used were: T1: (100:0) =100% cut oats and 0% hydroponic, T2: (75:25) =75% cut oats and 25% hydroponic, T3: (50:50) =50% cut oats and 50% hydroponic, T4: (25:75) =25% cut oats and 75% hydroponic, T5: (0:100) =0% cut oats and 100% hydroponic. The study variables used in the investigation, such as feed consumption, final weight and weight gain, feed conversion, mortality, and carcass yield, T1 and T2 showed significant differences with means of 332.41g and 329.69, placing them in the range A of food consumption. The best feed conversion was treatment T3, showing an average of 0.86 ICA, followed by T3 with a mean of 662.g in weight gain, placing it in range A, unlike T4 and T1 with 588.05 and 575.15, respectively, they had a AB range. Regarding mortality and carcass yield, there were no significant differences. Finally, the T5 reached a profitability of 45.29% and the benefit/cost ratio of 1.82; concluding that using the FVH improves the performance of the productive parameters and decreases the total costs.

Key words: Feed conversion, Carcass yield, Costs, Mortality, Weight gains.

Introducción

El cultivo hidropónico es una técnica eficaz por lo que no se necesita suelo por tal motivo nos permite la producción de plantas de tipo herbáceo, asimismo brinda muchos beneficios como la adaptación de espacios en sitios no convencionales. Esto permite tener un control de las necesidades del cultivo como la temperatura, luz, nutrientes y agua esta es originada mediante el uso de bombas que están dotadas de nutrientes¹.

Mediante hidroponía se reduce la contaminación de productos químicos, beneficiando al medio ambiente pues solo requiere de minerales y agua que son fundamentales para crecimiento vegetal, además brinda un mayor rendi-

miento en relación con los sembríos tradicionales. Esto se debe al reducido espacio de cultivo que permite obtener más producción por planta con un uso eficiente de los recursos. La hidroponía se considera una técnica ancestral que se manejaba en diferentes pueblos y culturas como un medio de subsistencia¹.

Los cultivos hidropónicos son esenciales en la producción de FVH debido a su uso como complementos nutricionales y alimenticios los cuales se pueden utilizar en diferentes dietas para los animales. Esta técnica presenta ventajas su mayor rentabilidad ya que los costos de inversión son menores, además el tiempo de obtención del forraje es

Citation: Núñez Torres O P, Guerrero López J R, Borja Caicedo B E, Vaca Altamirano C. Comportamiento de los índices productivos en cuyes utilizando avena de corte e hidropónica. *Revis Bionatura* 2023;8 (3) 4. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.03.4>

Received: 28 May 2023 / **Accepted:** 15 July 2023/ **Published:** 15 September 2023

Publisher's Note: Bionatura stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

menor en comparación con otros alimentos producidos por métodos tradicionales².

La hidroponía muestra las condiciones idóneas para manejar los sustratos; por ejemplo en las hortalizas mediante el uso de bandejas para la producción de forraje verde hidropónico (FVH), esto reduce la contaminación de los alimentos suministrados. Una de las ventajas que tiene este procedimiento es el uso eficiente del agua ya que esta se recicla lográndose realizar hasta veintiséis riegos por día con intervalos de dos y cuatro minutos³.

Sin embargo para lograr un crecimiento favorable del FVH, se requiere de alta precisión es por lo que los agricultores han optado por crear diseños artesanales para producir FVH de esta forma brindan nuevas opciones agroecológicas beneficiosas al medio ambiente, así mismo el forraje que se produce por estas técnicas se identifica por ser un alimento con mayor digestibilidad y valor nutricional ya que puede ser consumido por cuyes, conejos, equinos, aves y rumiantes³.

Los cobayos con su carne rica en proteínas contribuyen un valor nutricional a quienes los consumen además de tener propiedades proteicas y saludables, su carne es magra apenas posee 10% de grasa, pero contiene un alto nivel de proteína 20,3% por lo que es perfecta en una alimentación convirtiéndose en una carne de excelente calidad y saludable. Sin embargo, el precio es un poco elevado por eso las personas a través de diversas presentaciones gastronómicas han impulsado que el consumo no sea limitado⁴.

Vivas (2009) señaló que, los cobayos son animales nativos de Bolivia, Perú y Ecuador los cuales están situados en América del Sur en la zona andina. El cuy es un animal mamífero que puede alcanzar un peso de 1,1 kg. Son herbívoros por lo cual la contribución de fibra en su alimentación es necesaria. Hoy en día en Ecuador los cuyes son criados en su mayoría para autoconsumo, pero poco a poco la crianza comercial va aumentando ya que la carne contiene proteínas favorables para el consumidor⁵.

La administración en la alimentación con forrajes verdes hidropónicos en animales menores es una práctica que a través del tiempo se ha ido conociendo en el Ecuador, ya que para las personas que producen ganado doméstico resulta una idea atrayente por sus beneficios económicos en la producción, y las ventajas que este brinda como una alternativa eficiente y continua sobre todo en las épocas de baja provisión de forrajes, sin embargo, existe escasa información sobre las especies forrajeras en nuestra región⁶.

La hidroponía es un sistema de cultivo que prescinde del suelo como sustrato, empleando en su lugar una solución acuosa enriquecida con nutrientes, denominada solución nutritiva. En este método, las plantas obtienen los elementos esenciales para su desarrollo a través de la disolución de dichos nutrientes en el agua, permitiendo un control preciso y optimizado de su alimentación⁷.

La fisiología digestiva se dedica al estudio de los procesos tanto orgánicos como inorgánicos que tienen lugar en el medio interno y externo del organismo. El transporte de los nutrientes a través del sistema circulatorio se lleva a cabo mediante las células. Estos procesos están estrechamente relacionados con la ingestión, digestión y absorción de los alimentos, los cuales atraviesan el extenso tracto digestivo. En el caso de los cobayos, considerados herbívoros monogástricos, el proceso de asimilación de enzimas y fermentación bacteriana tiene lugar en el estómago, así como en el ciego, dependiendo de la composición de la ra-

ción consumida. La cecotrofia desempeña un papel fundamental, ya que ayuda a reutilizar el nitrógeno, lo cual resulta en un óptimo rendimiento productivo cuando las raciones contienen niveles moderados o bajos de proteína⁷.

Los cuyes por su anatomía gastrointestinal son catalogados fermentadores post-gástricos a causa de que el ciego contiene microorganismos, también hay que revelar que el tiempo de la ingesta que se da mediante el estómago e intestino delgado es veloz, mínimo se tarda 2 horas arribar una gran cantidad de lo ingerido hasta el ciego, no obstante, la permanencia del pasaje en el ciego es más pausado inclusive puede durar dos días⁸.

El cultivo de avena es valioso para la obtención de granos en diferentes países, además es un forraje que se utiliza en la alimentación de distintos animales cuyo contenido tiene una excelente calidad, sus granos son excelentes para los ovinos, bovino, cuyes, conejos, caprinos porque tienen un alto nivel de vitamina E, siendo un aporte importante para la reproducción de animales⁹.

La avena contiene proteínas que son ricas en valor nutricional además de los minerales, grasas y vitaminas cabe destacar que es un cereal que tiene una gran cantidad de grasa vegetal, 35% de ácido linoleico y 64 % de grasa no saturada sin embargo su contenido de fibra es alto y no aporta mucho como nutriente, pero ayuda al intesto en su funcionamiento¹⁰.

La avena en el grupo de cereales es uno de los cultivos más utilizados en el mundo dentro de la obtención de forrajes, de tal forma el forraje verde hidropónico es formulado como alimentación de buena calidad, alta palatabilidad con un alto valor nutricional en el estado de germinación y crecimiento temprano al lograr una altura de 25 cm. Inclusive la avena de corte muestra una gran demanda de consumo para alimento en los animales pecuarios y de granja, por ende, puede ser consumida en cualquier etapa de desarrollo del animal¹¹.

El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento de avena (*Arrhenatherium elatius*) de corte e hidropónica sobre los índices productivos en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*).

Materiales y métodos

La investigación fue de tipo cuali- cuantitativo. Pues cómo lo mencionó (Hernández *et al.* 2018), estas investigaciones mixtas abarcan un grupo de procesos empíricos, ordenados y críticos en donde se recolectan tanto datos cualitativos como cuantitativos los mismos que nos permiten tener una visión amplia del fenómeno, se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Granja Experimental Querochaca; la cual se encuentra en la Provincia de Tungurahua, cantón Cevallos con las siguientes coordenadas, latitud 01° 21'00" S y una longitud de 77° 35'00" O¹².

La avena de corte e hidropónica se suministró desde los 30 días de edad donde se suministraron 200 g/animal/día. Sin embargo, cada semana se agregaron 20 gramos más en la alimentación de cada cuy hasta llegar a la doceava semana con un total de 420g/animal/día. Se utilizó un diseño de bloques complementado al azar (DBCA), se distribuyó de la siguiente manera.

Se desinfectó el galpón tanto interna como externamente, fumigando yodo con una bomba manual, posteriormente se agregó cal en el suelo para eliminar parásitos o plagas. En cada poza desinfectada se agregó tamo para

Simbología	Tratamientos	N° Repeticiones	N° Animales	N° Animal/trat.
T1	100% avena corte	4	10	40
T2	75% avena corte y 25% avena hidropónica	4	10	40
T3	50% avena corte y 50% avena hidropónica	4	10	40
T4	25% avena corte y 75% avena hidropónica.	4	10	40
T5	100% avena hidropónica	4	10	40
N° Total de Cuyes				200

Tabla 1. Estructura de la distribución de tratamientos.

que el área mantuviera el calor. Se adquirieron un total de 200 cuyes, quienes en la primera semana se les administraron dos gotas de ivermectina a cada cuy para eliminar parásitos internos y externos. La avena de corte e hidropónica se obtuvo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y fue pesado cada día antes proporcionar a los cuyes, al otro día se pesó los sobrantes del alimento en cada uno de los tratamientos. Los datos se tomaron cada 7 días y se expresaron en gramos. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$Ca = AP - AS$$

Utilizando una balanza analítica, se procedió a pesar a los diez cobayos que conformaron cada grupo experimental. El peso inicial de los animales se registró a los 30 días de edad y posteriormente se realizó una medición cada 7 días hasta la finalización de la investigación, que corresponde a la duodécima semana. Para calcular la ganancia de peso, se empleó la siguiente fórmula.

$$\Delta P = PF - PI$$

La conversión alimenticia se obtuvo dividiendo el consumo de alimento para la ganancia de peso promedio semanal.

Fórmula:

$$IC = \frac{\text{Alimento consumido (g)}}{\text{Ganancia de peso (g)}}$$

La mortalidad se obtuvo contando los animales muertos de cada tratamiento.

El peso del rendimiento a la canal se obtuvo después de sacrificar a los cobayos y retirarle las vísceras y pelo.

La fórmula que se utilizó fue la siguiente:

$$RC (\%) = \frac{\text{Peso de la canal}}{\text{Peso animal vivo}} * 100$$

Finalmente, los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y a pruebas de comparación de medias significativas utilizando el test de Turkey con un nivel de significancia del 5%. El procesamiento de la información se llevará a cabo utilizando el software INFOSAT.

Resultados y discusión

Consumo de Alimento

En la tabla 2, se puede apreciar el análisis de varianza para consumo de alimento. Es indudable que los valores para tratamientos tienen diferencias altamente significativas con p-valor menor a 0,0001. Los valores para repeticiones resultan no significativos en esta variable. El coeficiente de variación para esta variable es de 0,86%, cuya magnitud confiere una aceptable confiabilidad a los resultados reportados.

El motivo de dicha preferencia al forraje de corte puede deberse a que al dar una mejor carga nutricional al forraje hidropónico, si bien enriquece la calidad nutricional del forraje, en cierto grado desfavorece su palatabilidad y en cierto grado la digestibilidad (gráfico 1).

Ganancia de Ganancia de peso

En la tabla 3, se puede apreciar el análisis de varianza para ganancia de peso. Es evidente que los valores para tratamientos tienen diferencias significativas con p-valor 0,0264. Los valores para repeticiones resultan no significativos en esta variable. El coeficiente de variación para esta variable es de 8,84%, cuya magnitud confiere una aceptable confiabilidad a los resultados reportados al ser inferiores al 15%.

En el gráfico 2, se puede apreciar las diferencias significativas una vez aplicada la prueba de Tukey al 5% con los siguientes resultados: El tratamiento T3 (50% avena corte y 50% avena hidropónica) tienen diferencias estadísticas importantes con una media de 662,23 g de ganancia de peso promedio por cuy ubicando a estos tratamientos en el rango A. T4 (25% avena corte y 75% avena hidropónica) con 588,05 y T1 (100% avena corte y 0% avena hidropónica) con una media de 575.15 g de ganancia de peso promedio por cuy, se ubican en el rango AB. T2 (75% avena corte y 25% avena hidropónica) con una media de 540,65 g de ga-

F. de V	SC	gl	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTOS	3432,18	4	858,05	115,50	<0,0001	**
REPETICIONES	16,19	3	5,40	0,73	0,56	ns
Error	89,15	12	7,43			
Total	3537,52	19				

Coefficiente Variación: 8.84%, * Significativo, ** Altamente Significativo, ns: No significativo

Tabla 2. ADEVA Consumo de alimento.

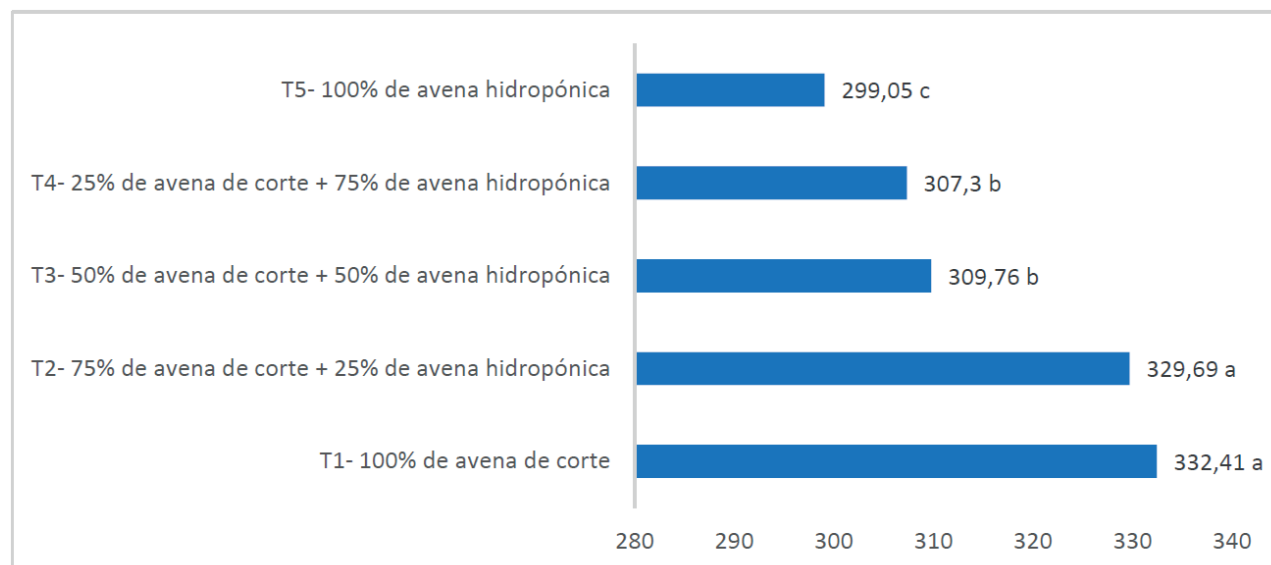


Figura 1. Influencia de diferentes dietas preparadas a partir de combinaciones de avena hidropónica y de corte sobre el consumo de alimento de *Cavia porcellus*.

F. de V	SC	gl	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTOS	42534,05	4	10633,51	4,05	0,0264	*
REPETICIONES	5170,08	3	1723,36	0,66	0,59	ns
Error	31494,83	12	2624,57			
Total	79198,96	19				

Coefficiente Variación: 8.84%, * Significativo, ** Altamente Significativo, ns: No significativo

Tabla 3. ADEVA Ganancia de peso.

nancia de peso promedio por cuy, junto con T5 (0% avena corte y 100% avena hidropónica) con una media de 532,71 g tiene el promedio más bajo de ganancia de peso promedio por cuy, ubicando a estos tratamientos en el rango B de la prueba de Tukey al 5%.

Conversión alimenticia

En la tabla 4, se puede apreciar el análisis de varianza para índice de conversión alimenticia. Es evidente que los valores para tratamientos tienen diferencias significativas con p-valor 0,032. Los valores para repeticiones resultan no significativos en esta variable. El coeficiente de variación para esta variable es de 9,34%, cuya magnitud confiere una aceptable confiabilidad a los resultados reportados al ser inferiores al 15%.

En el gráfico 3, se puede apreciar las diferencias significativas una vez aplicada la prueba de Tukey al 5% con los siguientes resultados: El tratamiento T3 (50% avena corte

y 50% avena hidropónica), con un promedio de 0,86 para ICA se ubica en el rango A de Tukey; los tratamientos T4 y T1 (100% avena corte y 0% avena hidropónica) y T5 (0% avena corte y 100% avena hidropónica) comparten el rango de significación AB con los siguientes promedios: 0,98, 1,03 y 1,05 respectivamente para ICA. En última posición se encuentra T2 (75% avena corte y 25% avena hidropónica), con una media de 1,1 para ICA, ocupado el rango de significación B para Tukey.

Rendimiento a la canal

En la tabla 5, se puede apreciar el análisis de varianza para rendimiento a la canal. Es evidente que los valores para tratamientos no tienen diferencias significativas con p-valor 0,905, superando el valor de 0,05. De igual manera, los valores para repeticiones resultan no significativos en esta variable. El coeficiente de variación para esta variable es de 8,34%, cuya magnitud confiere una aceptable confiabilidad a los resultados reportados al ser inferiores al 15%.

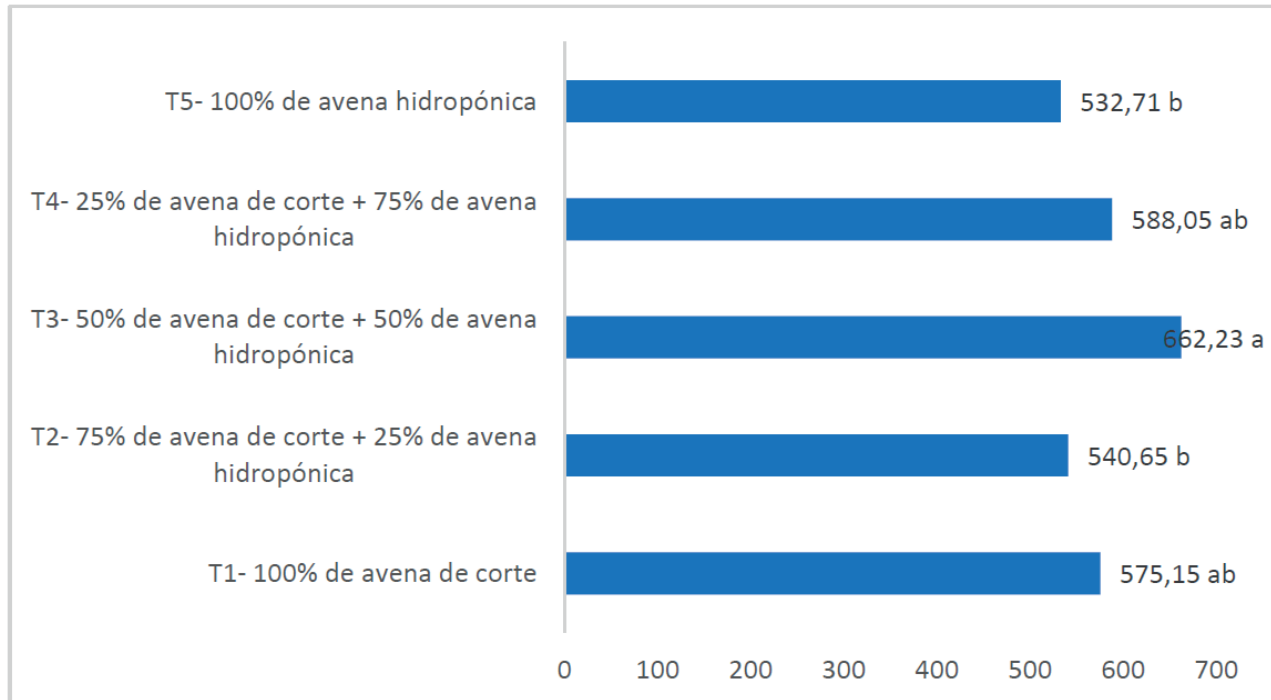


Figura 2. Influencia de diferentes dietas preparadas a partir de combinaciones de avena hidropónica y de corte sobre la ganancia de peso de *Cavia porcellus*.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTOS	0,13	4	0,03	3,81	0,032	*
REPETICIONES	0,01	3	0,00	0,34	0,79	ns
Error	0,11	12	0,01			
Total	0,25	19				

Tabla 4. ADEVA Índice de conversión alimenticia.

bilidad a los resultados reportados al ser inferiores al 15%.

Como se puede apreciar y se comentó en el párrafo anterior, no existieron diferencias significativas; pero si se destaca el tratamiento T1 (100% avena corte y 0% avena hidropónica) con un 77,79% y el peor promedio es de T3 (50% avena corte y 50% avena hidropónica) con un 74,20%.

Mortalidad

En la tabla 6, se presentan los valores del porcentaje de mortalidad registrado al final del ensayo, en cada tratamiento, reportando valores que van desde 0% hasta 25%, con un promedio general de 2,5%. Al realizar el ADEVA respectivo, utilizando el artificio matemático raíz de $x+1$, ya que gran cantidad de valores fueron cero, no se refleja diferencias estadísticas significativas para tratamientos, por lo que el porcentaje de mortalidad fue el mismo entre los tratamientos que recibieron diferentes porcentajes de

forrajes hidropónicos y de corte. El coeficiente de variación fue de 12,05%, cuyo valor da un grado de confianza a los resultados que se obtienen.

Análisis de costos

Para el análisis de la rentabilidad los costos de inversión por tratamiento se pueden observar en la Tabla 7, determina la relación del beneficio/costo de los tratamientos. La utilidad y la rentabilidad alcanzada en los tratamientos con avena de corte e hidropónica fue: T1=39,70%, T2= 41,10% y T3= 42,50% con una relación de beneficio/costo de 1.65, 1.69 y 1,73 respectivamente. El tratamiento T4 que posee avena de corte 25%, más FVH 75% en la dieta la rentabilidad fue de 43.89% con una relación de 1,78, y el T5 que fue el 100% FVH la rentabilidad fue de 45,29 % con una relación de 1,82 guardan relación con los de más tratamientos ya que los pesos de los cuyes fueron similares.

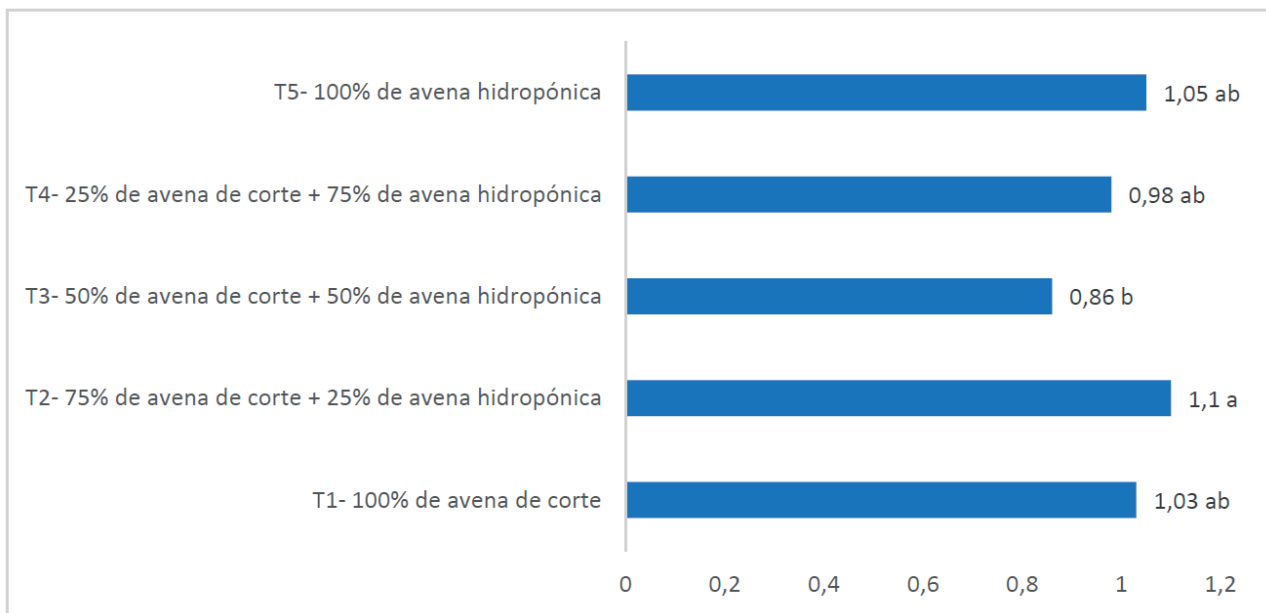


Figura 3. Influencia de diferentes dietas preparadas a partir de combinaciones de avena hidropónica y de corte sobre la conversión alimenticia de *Cavia porcellus*.

F. de V	SC	gl	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTOS	38,97	4	9,74	0,25	0,905	ns
REPETICIONES	7,91	3	2,64	0,07	0,976	ns
Error	470,27	12	39,19			
Total	517,15	19				

Coefficiente Variación: 8.84%, * Significativo, ** Altamente Significativo, ns: No significativo

Tabla 5. ADEVA Rendimiento a la canal.

F. de V	SC	gl	CM	F	p-valor	
TRATAMIENTOS	0,735	4	0,068	0,25	3,5	ns
REPETICIONES	0,109	3	0,275	0,07	1,1	ns
Error	0,326	12	0,068			
Total	1,170	19				

Coefficiente Variación: 8.84%, * Significativo, ** Altamente Significativo, ns: No significativo

Tabla 6. ADEVA Mortalidad.

Tratamientos	Gasto total (\$)	Ingreso total	Utilidad (\$)	Rentabilidad (%)	Relacion b/c
T1	72,35	120	47,65	39,70	1,65
T2	70,67	120	49,33	41,10	1,69
T3	69,00	120	51,00	42,50	1,73
T4	67,33	120	52,67	43,89	1,78
T5	65,65	120	54,35	45,29	1,82

Tabla 7. Cálculo de la relación beneficio/costo de los tratamientos.

Discusión

Los datos obtenidos para la variable consumo de alimento coinciden con otras investigaciones realizadas, como es el caso de Casa (2008), quien manifestó que, conforme va mejorando la calidad del forraje manejado de forma hidropónica, el consumo va disminuyendo, registrando las menores medias para forraje hidropónico de avena¹³. El motivo de dicha preferencia al forraje de corte puede deberse a que al dar una mejor carga nutricional al forraje hidropónico, si bien enriquece la calidad nutricional del forraje, en cierto grado desfavorece su palatabilidad y en cierto grado la digestibilidad. Estudios elaborados en la evaluación de cuatro forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.), durante la fase de crecimiento y engorde en donde se valoraron las variables de ganancia de peso total, presento diferencias estadísticas ($P < 0,01$), siendo la mayor ganancia de peso para el tratamiento T3 (forraje verde hidropónico de maíz) con 1150,7 g/cobayo¹⁴.

La ponderación entre los dos tipos de forraje tal como se aprecia en T3 (50% avena corte y 50% avena hidropónica) favorece el balance entre la calidad nutricional del forraje hidropónico de avena con la alta palatabilidad del forraje de corte, esto se evidencia en la diferencia significativa de T3 con un promedio de ganancia de peso de 662,23 g de ganancia de peso por individuo ubicándolo en el primer rango de clasificación de Tukey (A). Esto coincide con los resultados obtenidos por Cargua, (2004) en su investigación donde evaluó el uso de forraje hidropónico en todas las etapas de crecimiento de cuyes, donde FH40 tuvo el mejor promedio con 578 g de ganancia de peso, resultado ligeramente inferior al obtenido en esta investigación con T3. El tratamiento T3 (50% avena corte y 50% avena hidropónica) muestra el mejor resultado para índice de conversión alimenticia con un promedio de 0,86 IMC ubicándose en el rango A; lo que significa que por cada kilogramo de peso ganado se necesita 0,86 kilogramos de alimento¹⁵.

Este índice es directamente proporcional al consumo de alimento y a la ganancia de peso anteriormente analizadas. Este índice también depende de la calidad nutricional del forraje usado como alimento, T3 tiene un equilibrio adecuado de nutrientes y palatabilidad lo que se traduce en una adecuada conversión alimenticia. Este resultado concuerda con lo referido por Cargua, (2003) quien manifestó que además de la calidad nutricional y la palatabilidad del forraje consumido, la conversión alimenticia también tiene relación con su genética¹⁶.

Cente y Juño (2016), en la investigación titulada "Efecto del forraje verde hidropónico de Avena, Cebada y Trigo en el crecimiento y engorde de Cuyes (*Cavia porcellus*)" se aplicó 3 tratamientos con FVH + concentrado, el peso inicial de los cuyes en el desarrollo fueron similares además en la ganancia de peso no mostraron un valor significativo ($P \leq 0,05$) por el contrario las hembras si manifestaron una diferencia significativa ($P < 0,01$) de esta manera se reflejó un beneficio en relación al sexo, en cuanto a la evaluación de la conversión alimenticia el mejor método fue el T3 trigo (2,049) en hembras para finalizar en la etapa de engorde hubo mejores efectos en el tratamiento T1 avena 359,75 (machos) en la ganancia de peso, sin embargo la conversión alimenticia presentó excelentes resultados en el T2 (3,264)¹⁷.

Como se puede apreciar y se comentó en el párrafo anterior, no existieron diferencias significativas; pero si se

destaca el tratamiento T1 (100% avena corte y 0% avena hidropónica) con un 77,79% y el peor promedio es de T3 (50% avena corte y 50% avena hidropónica) con un 74,20%. De acuerdo con Vásconez (2004) en su estudio sobre la alimentación de cuyes determino que el rendimiento a la canal no fue afectado por los tratamientos¹⁸. La mortalidad que se observa en la investigación pudo darse por diferentes factores como el estrés, cambios ambientales o por peleas producidas entre los mismos animales, permitiendo demostrar que el uso de FVH no altera los procesos digestivos del cuy es decir la flora microbiana permanece estable. En esta investigación se pudo mostrar que la mortalidad fue menor al ensayo realizado por Rea y Mora (2012), los cuales determinaron el 3% de mortalidad en sus tratamientos siendo el 1% en el T0 de alfalfa y el 2% en los tratamientos T4 avena y T2 trigo¹⁴.

Las respuestas económicas alcanzadas señalan una recuperación de 66 en T1, 70 en T2, 74 en T3, 78 en la T4 y 83 centavos en T5, por cada dólar invertido en los tratamientos con sus distintos porcentajes 100% avena de corte, 75% corte y 25% FVH, 50% avena corte y 50% de FVH, 25% avena de corte 75% FVH y 100% de FVH en comparación con el tratamiento T1 con 66 centavos de dólar (avena de corte), se observa y se deduce una diferencia de 4 centavos con los tratamientos T2, T3, T4 y con el tratamiento T5 existe diferencia económica significativa en comparación al tratamiento de avena de corte de 0,17 dólares. Esto coincide con Chavarria y Castillo (2018), los cuales mencionan que la técnica hidropónica presenta ventajas importantes al productor porque es rentable ya que los costos de inversión son menores, además el tiempo de obtención del suministro es menor a comparación de otros alimentos¹⁹. En un estudio que fue Evaluación de avena hidropónica (*Arrenatherium elatius*) en la alimentación de conejos en la etapa de engorde se determinó que el forraje verde hidropónico es rentable en la nutrición de los conejos, aparte de ser un alimento rico en proteínas para los animales²⁰.

Con respecto al análisis de los índices productivos de los cuyes alimentados con avena de corte e hidropónica se demuestra que para el índice de conversión alimenticia el mejor tratamiento fue T3 (50% avena hidropónica), con un promedio de 0,86 ICA, resultados similares se demostró en una dieta en cuyes que es recomendable agregar hasta un 40% de FVH en su alimentación porque esta mezcla ayuda asimilar de mejor manera los nutrientes que requieren en la fase de desarrollo y engorde²¹. En un estudio titulado "Evaluación productiva del forraje verde hidropónico de maíz, avena y trigo" menciona que la cosecha de FVH se dio a los 10 y 12 días, en la toma de muestras se midió los siguientes parámetros MS, PB y MV, finalmente los resultados que se obtuvieron muestran que la MV fue superior en el trigo (8,18-10,73%), sin embargo a los 10 y 12 días el porcentaje de MS fue mayor en el maíz (25,55%) pero inferior en la avena, por último el dato más alto se adquirió en la avena con un 25% de PB por ende el uso de FVH como alimento es recomendable debido a la composición de MS y PB²².

Carmona y Pizarro (2011), a través de su investigación "Respuesta productiva de conejos alimentados con forraje verde hidropónico de avena, como reemplazo parcial de concentrado comercial" utilizaron 5 tratamientos cada uno con diferente % de alimentación de FVH el mismo que fue producido en un intervalo de 10 días posteriormente desde la siembra para esto trabajaron con conejos de un mes y un diseño (DCA), de esta manera determinaron que el FVH

contiene similares valores nutricionales que el CC por ende el uso de forraje verde hidropónico como suplemento alimentario logro ganancias de peso 28,56 g/día teniendo en cuenta que la dieta se remplazó en un 20% por lo que se considera este el umbral máximo para la alimentación de los conejos en la fase de engorde, en definitiva remplazar un 50% el alimento con FVH no les genero ninguna perdida significativa ($P \leq 0.05$) tanto en la ganancia de peso, rendimiento a la canal y consumo de alimento²³.

Núñez y Guerrero (2021), mencionaron que la FVH es un nuevo método que se utiliza para disminuir los inconvenientes que se presentó en la alimentación de diferentes especies, por lo tanto, el forraje verde hidropónico contiene el suficiente valor nutricional que requiere un animal ya se ha para engorde o crecimiento²⁴.

Conclusiones

Al evaluar las proporciones de avena de corte e hidropónica (100:0; 75:25; 50:50; 25:75 y 0:100) en su consumo diario se obtuvieron los siguientes resultados: El tratamiento T1 (100% avena corte y 0% avena hidropónica) y T2 (75% avena corte y 25% avena hidropónica) tienen diferencias estadísticas importantes con una media de 332,41 g y 329,69 g, de alimento consumido por individuo respectivamente, ubicando a estos tratamientos en el rango A.

Con respecto al análisis de los índices productivos de los cuyes alimentados con avena de corte e hidropónica el índice de conversión alimenticia el mejor tratamiento fue T3 (50% avena hidropónica 50% avena de corte) con un promedio de 0,86 ICA, lo que significa que por cada kilogramo de peso ganado se necesita 0,86 kilogramos de alimento. Este índice es directamente proporcional al consumo de alimento y a la ganancia de peso anteriormente analizadas. Este índice también depende de la calidad nutricional del forraje usado como alimento, T3 tiene un equilibrio adecuado de nutrientes y palatabilidad lo que se traduce en una adecuada conversión alimenticia.

Para ganancia de peso el tratamiento más destacado fue T3 (50% avena corte y 50% avena hidropónica) tienen diferencias estadísticas importantes con una media de 662,23 g de ganancia de peso promedio por cuy ubicando a estos tratamientos en el rango A. Por último, en el rendimiento a la canal y mortalidad no se obtuvieron diferencias significativas en el desarrollo de esta investigación.

Con respecto al análisis económico el T5 de FVH alcanzó una relación mayor en beneficio costo siendo este de 1,82 y señalando que es el tratamiento con mayor rentabilidad desde la posición económica. Dentro del T5 existe una diferencia económica significativa ya que la respuesta económica alcanzada tiene una recuperación de 82 centavos por cada dólar invertido.

Author Contributions

Conceptualización, Oscar Patricio Núñez Torres y Jorge Ricardo Guerrero López; Metodología, Oscar Patricio Núñez Torres y Byron Enrique Borja Caicedo; software, Cristhian Vaca Altamirano, validación, Oscar Patricio Núñez Torres, Jorge Ricardo Guerrero López, Byron Enrique Borja Caicedo, Cristhian Vaca Altamirano, análisis formal: Oscar Patricio Núñez Torres; investigación, Oscar Patricio Núñez Torres y Jorge Ricardo Guerrero López; recursos: Cristhian Vaca Altamirano, curado de datos, Cristhian Vaca Altamirano y Oscar Patricio Núñez Torres; redacción—redacción

borrador original, Oscar Patricio Núñez Torres, Jorge Ricardo Guerrero López; redacción—revisión y edición, Byron Enrique Borja Caicedo, Jorge Ricardo Guerrero López; supervisión, Oscar Patricio Núñez Torres; administración del proyecto, Oscar Patricio Núñez Torres; adquisición del financiamiento, Oscar Patricio Núñez Torres y Jorge Ricardo Guerrero López; Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión publicada del manuscrito.

Conflictos de Interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

1. Beltrano J, Gimenez D. Cultivo en hidroponía. Buenos Aires, Argentina, : Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.; 2015.
2. Chavarria 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): p. 1032-1039.
3. Patarroyo J, Semillero. Evaluación de gramíneas y leguminosas de trópico alto en cultivo hidropónico como alternativa de producción orgánica para la nutrición animal. En Cosechando investigadores: una ruta hacia el conocimiento.; 2015.
4. Santos V. Importancia del cuy y su competitividad en el mercado.. Arch. Latinoamérica de Producción Animal. 2007; 15(1): p. 216-2017.
5. Vivas Tórrez JA. Especies Alternativas: Manual de crianza de cobayos (Cavia porcellus).. Tesis Ing.. UNA, Managua, Nicaragua.
6. Álvarez Lina T. Eficacia de tres medios hidropónicos en la producción de forraje verde, en avena forrajera (Avena sativa, L.). Tesis Ing. Azuay, Cuenca, Ecuador: UDA.
7. López E. La producción hidropónica de cultivos. Idesia (Arica). 2018; 36(2): p. 39-141.
8. Chauca L. Guinea pig (Cavia porcellus) production.. Estudio FAO: Produccion y Sanidad Animal. FAO.
9. Ramírez S, Domínguez D, Salmerón J, Villalobos G, Ortega J. Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte.. Revista fitotecnia mexicana. 2013; 36(4): p. 395-403.
10. Delgado Acarapi J. Produccion de avena (avena sativa) como forraje verde hidropónico con tres métodos de producción, en el distrito 8 de la ciudad de el alto.. Tesis Ing.. La Paz, Bolivia. : UMSA.
11. 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 (Arica). 2011; 29(3): p. 75-81.
12. WeatherOnline. Pronostico del clima Querochaca, (en línea)..
13. Rea P, Mora G. Evaluación de cuatro forrajes hidropónicos en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus), durante la fase de crecimiento y engorde en el criadero "El Mirador" barrio Langos San Alfonso del cantón Guano, provincia de Chimborazo. Tesis Ing.. Riobamba, Ecuador. : ESPOCH.
14. Casa Hernández C. Efecto de la utilización del forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes. Tesis Ing. Riobamba. Ecuador.: ESPOCH.
15. E. C. El uso de forraje hidropónico en la elaboración de balanceado para la alimentación de cuyes en todas sus etapas. Tesis Ing. Riobamba, Ecuador.: ESPOCH.
16. E. C. Utilizacion del forraje hidropónico de cebada en el balanceado para la utilización en cuyes durante las etapas de gestación-lactancia y crecimiento-engorde. Tesis Ing. Riobamba, Ecuador.: ESPOCH.
17. Ccente J, Juño R. Efecto del forraje verde hidropónico de Avena. Cebada y Trigo en el crecimiento y engorde de Cuyes (cavia porcellus). Tesis ing. UNH.

18. J. V. Determinación del valor nutritivo del forraje verde hidropónico de trigo y su efecto en la alimentación de cuyes durante las etapas de gestación, lactancia y crecimiento, engorde. Tesis Ing. Riobamba, Ecuador.: ESPOCH.
19. Chavarria 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): p. 1032-1039.
20. Núñez O, Lozada E, Rosero M, Cruz E, Aragadvay R. Evaluación de avena hidropónica (*Arrhenatherum elatius*) en la alimentación de conejos en la etapa de engorde. Journal of the Selva Andina Animal Science. 2017; 4(1): p. 59-71.
21. González 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; 9(17): p. 6.
22. Albert G, Alonso N, Cabrera A, Rojas L, Rosthoj S. Productive evaluation of green fodder hydroponics corn, oats and wheat. Compendio de Ciencias Veterinarias, 6(1):7-10. 2016.
23. Carmona F, Pérez P, Pizarro A. Respuesta productiva de conejos alimentados con forraje verde hidropónico de avena, como reemplazo parcial de concentrado comercial. Acta Agronómica. 2011; 60(2): p. 183-189.
24. Núñez O, Guerrero R. Hydroponic foods: an alternative for the feeding of domestic animals. Journal of the Selva Andina Animal Science. 2021; 8(1): p. 44-52.