

ISSN: 1988-2688

<http://revistas.ucm.es/index.php/RCCV>

http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCCV.2015.v9.n2.49601



Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 2015 9(2):07-21

SUSTITUCIÓN GRADUAL DE LA ALFALFA (*Medicago sativa L.*) POR EL GERMINADO DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN RACIONES DE CUYES (*Cavia porcellus L.*) EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO

MANIFESTATIONS FADED GRADUALLY REPLACEMENT OF ALFALFA (*Medicago sativa L.*) BY BARLEY (*Hordeum vulgare L.*) SPROUT IN PORTIONS OF GUINEA PIGS (*Cavia porcellus L.*) IN THE STAGE OF GROWTH

Freddy Cayllahua C.^{1,2}, Daisy U. Condori D.^{1,2}, Alfonso G. Cordero F.^{1,2}, Miriam Veliz L.², José L. Contreras P.^{1,2,*}.

¹ Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería. Ciudad Universitaria de Paturpampa, Huancavelica, Perú. ² Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos-LUNEA-Facultad de Ciencias de Ingeniería UNH, Perú.

*correspondencia: josepcpunh123@hotmail.com

RESUMEN

El experimento fue conducido en el Centro de Producción de Cuyes de la Universidad Nacional de Huancavelica con el objetivo de evaluar la utilización de cuatro niveles (0, 25, 50 y 75%) de cebada hidropónica (CH) en substitución de la alfalfa en la alimentación de cuyes machos y hembras de la Línea Perú, en la fase de crecimiento, en número de 72, con 18 días de edad y 175 g de PV inicial medio confinados durante 42 días. Las raciones experimentales isoproteicas, fueron ofrecidos a los animales a voluntad y divididos en dos porciones (8 y 17 h). Fue utilizado el diseño experimental completamente aleatorizado y los tratamientos distribuidos en esquema factorial 2x4 (sexo x niveles de cebada hidropónica) con tres repeticiones por tratamiento, constituido cada unidad experimental por tres cuyes. Existió reducción lineal para machos en el consumo de MS en g/día y g/kg^{0.75} con el aumento de los niveles de substitución, este comportamiento también fue verificado para el consumo de PC

(g/día). Hubo efecto cúbico para el consumo de PC por los cuyes hembras, en g/día, en g/kg^{0.75} y en %PV. La substitución de la alfalfa por la CH afectó la conversión alimenticia, cuyo comportamiento fue cuadrático y cúbico para machos y hembras, respectivamente. La CH influyó de forma cúbica sobre el peso final y ganancia de peso diario en los cuyes machos y hembras. Se concluye que es posible substituir la alfalfa por la CH hasta el nivel de 75% en cuyes hembras. El nivel de 25% de substitución proporciona las mejores ganancias de peso y pesos finales en cuyes machos y hembras en crecimiento, lo que pone de manifiesto el efecto positivo de la inclusión de la CH en la ración de cuyes en crecimiento.

Palabras clave: isoproteica, germinado de cebada, substitución, cuy, alfalfa.

ABSTRACT

The experiment was conducted at the Center for Guinea Pig Production, National University of Huancavelica in order to evaluate the use of four levels (0, 25, 50 and 75%) of hydroponic barley (CH) in substitution of alfalfa in the feeding male and female guinea pigs of Peru line, in the growth phase, in number of 72, with 18 days of age and 175 g of initial PV means confined for 42 days. Isoproteic the experimental diets were offered ad libitum to the animals and divided in to two portions (8 and 17 h). It was used the completely randomized design and treatments distributed in factorial scheme 2x4 (sex x levels hydroponic barley) with three replicates per treatment, each experimental unit consists of three guinea pigs. Linear reduction existed for males MS consumption in g / g / day kg^{0.75} with increasing substitution levels, this behavior was also verified for PC consumption (g / day). There was a cubic effect for consumption by the female guinea pigs PC in g / day, in g / kg^{0.75} and in % PV. The substitution of CH alfalfa affected by feed conversion, whose behavior was quadratic and cubic for males and females, respectively. The CH influenced cubical on final weight and daily weight gain in male and female guinea pigs. We conclude that it is possible to replace the CH alfalfa to the level of 75% in female guinea pigs. The level of 25% substitution provides the best weight gain and final weights in males and females growing guinea pigs, which shows the positive effect of the inclusion of CH in the ration of growing guinea pigs.

Keywords: isoproteic, germinated barley, substitution, guinea pig, alfalfa.

INTRODUCCION

El cuy es una fuente importante de proteína para el poblador andino, que por tradición y costumbre suele criarlo y consumirlo, constituyendo parte de su dieta. Por dicha razón, es muy importante propiciar el incremento de la producción de dicha especie animal.

La producción pecuaria es altamente dependiente de los forrajes, que son las fuentes más económicas de nutrientes para los animales. Entre tanto la disponibilidad y calidad de las especies forrajeras están sujetas a condiciones edáficas y climáticas. En sistemas intensivos de explotación, una de las alternativas durante la época crítica seca, de corregir las deficiencias nutricionales es hacer uso de cultivos hidropónicos de gramíneas y leguminosas.

En el Perú, se ha venido investigando las posibilidades de alimentar a los cuyes con varias especies forrajeras como la alfalfa, chala, trébol y plantas no tradicionales como la retama, entre otras con diversos resultados.

Así mismo, en los centros de producción intensiva y unidades de crianza, por lo general se aprecia que la disponibilidad de la alfalfa no es constante durante todo el año; por las fuertes inclemencias del tiempo y falta de terrenos disponibles para la producción, por ende en la sierra durante la época de sequía, la alfalfa escasea notoriamente constituyendo un problema para el criador, a comparación de los germinados que se obtiene de manera continua, libre de malezas, impurezas y de alta calidad, durante todo el año.

Actualmente, se está experimentando la alimentación a base de germinados, dado que es un tipo de forraje que ofrece promisorias cualidades y ventajas para el criador de cuyes; quién tiene la opción de producir su propio forraje bajo procedimientos no necesariamente sofisticados ni costosos, sin necesidad de áreas de cultivo y en el sitio de consumo, además de proporcionarlo a los animales en forma fresca. En tal sentido, los cultivos hidropónicos representan una buena opción.

Aunando a lo antes mencionado, la alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (Chen, 1975; Less, 1983; Santos, 1987 y Dosal, 1987 y Ñíguez, 1988; citados por la FAO, 2001), aumentó en la fertilidad de las distintas especies tales como; conejos, cuyes, caballos, ovinos, entre otros. (Pérez, 1987; Sánchez, 1996; Arano, 1998).

El estudio tiene por objetivo evaluar el comportamiento del cuy, bajo el efecto de la sustitución gradativa de la alfalfa por el germinado de cebada, en raciones de cuyes en la etapa de crecimiento, en términos de consumo de nutrientes y desempeño.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente estudio de investigación se realizó en el centro de producción de cuyes de la Universidad Nacional de Huancavelica, ubicado a 12° 47' 06'' de latitud sur y 74° 58' 17'' de longitud norte, a una altura de 3690 m.s.n.m., con temperatura media de 18.8 °C.

La fase experimental se realizó del 10 de Enero al 21 de Febrero del 2013, con una duración de seis semanas.

Manejo de los animales

El experimento se realizó en el galpón de cuyes de la Universidad Nacional de Huancavelica. En este ambiente se instaló 24 pozas a base de madera y malla metálica, con medidas de 0.50 x 0.50 x 0.40 m. de largo, ancho y altura, respectivamente, cada poza contenía una cama de biruta de 10 cm de altura.

Se utilizaron cuyes machos y hembras, en un número de 72, con 18 días de edad en promedio de la raza Perú, con peso vivo (PV) promedio inicial de 180 g para machos y 173 g para el caso de las hembras. Se identificaron con crotales de colores (rojo, negro y blanco) en la oreja derecha, estos colores de aretes eran para la identificación de cada uno de los animales que constituyeron la unidad experimental.

Producción de germinado de cebada

Se utilizó un invernadero, el cual se adaptó para la producción del germinado de cebada, con medidas de 4.50 x 2.80 y 3.00 m de largo, ancho y altura, respectivamente, donde se utilizó 60 charolas de 0.50 x 0.50 x 0.7 m de largo, ancho y altura, respectivamente. Las bandejas fueron colocadas en un armazón de 2.10 m de altura, 3.5 m de largo y 0.80 cm de ancho, con 4 niveles separados a 50 cm. El área de cultivo del forraje hidropónico fue de 22.40 m².

La cebada empleada fue la variedad UNA-80. Para iniciar la germinación, se pesó 1.50 Kg. de semilla de cebada certificada, pasando luego a desinfectarlo en una solución de agua con lejía (10cc de lejía/litro de agua) por 3 minutos, posteriormente se retiró el agua con lejía, y se le colocó en agua limpia, dejándolo remojar por 16 horas, luego se dejó orear por 24 horas. Se sembró en las bandejas con 1.0cm de espesor. El riego fue a través de un aspersor a partir del día 10 al 14avo día, aplicando las soluciones hidropónicas "La Molina",

diluyéndose la solución A (5 ml/litro de agua) y la solución B (2 ml/ litro de agua). Los tres últimos días se aplicó solo agua potable al germinado en crecimiento.

Alimento proporcionado

Finalizado el crecimiento y desarrollo el germinado hidropónico fue cosechado al 17avo día donde esta ración isoproteica fue combinada con alfalfa y concentrado y suministrada en dos partes por día (8 y 17 horas). Los tratamientos T1, T2, T3 y T4 constituyeron los niveles germinado de cebada combinado con alfalfa y el concentrado donde fueron suministradas a los cuyes y estos tratamientos en estudio fueron analizados obteniendo los resultados reportados según los análisis químicos del Cuadro 1. El requerimiento de proteína de los cuyes, se estableció teniendo como referencia a Mejocuy (1994) y Agustín (1984), los cuales mencionan que el nivel más apropiado de proteína total en la etapa de crecimiento es de 17 % de la ración.

Los análisis de MS, PC, EE, FC, ELN y cenizas fueron realizadas según la metodología de la AOAC (1990) en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos del Departamento de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima. Cuadro 1: Composición porcentual de los ingredientes y nutricional de las dietas experimentales (% de MS).

Ingredientes (%)	Niveles del germinados de cebada (%)			
	T1=0	T2= 25	T3=50	T4=75
Germinado de cebada	0.00	25.00	50.00	75.00
Alfalfa	75.00	50.00	25.00	0.00
Afrecho de trigo	18.32	17.81	17.29	16.78
Harina de pescado	0.68	1.19	1.71	2.22
Melaza subproducto de la caña de azúcar	5.00	5.00	5.00	5.00
Suplementos mineral vitamínico	1.00	1.00	1.00	1.00
Total	100	100	100	100
Composición nutricional				
Materia seca (MS)	36.49	35.05	33.61	32.18
Proteína total (PC)	17.00	17.00	17.00	17.00
Extracto etéreo (EE)	4.38	4.30	4.21	4.13
Fibra cruda (FC)	28.16	24.95	21.74	18.53

Fuente: elaboración propia

Parámetros evaluados

Los parámetros evaluados fue consumo de ración (g/día), consumo de materia seca (g/día), consumo de materia seca / tamaño metabólico (g/kg $PVF^{0.75}$), cuyo cálculo se determinado con la siguiente fórmula: $PVF^{0.75} \times MS$; donde: PVF = Peso vivo final y MS = Materia seca (g), también se evaluó el consumo de materia seca con respecto a su peso vivo (% PV), consumo de proteína cruda (g/día), consumo de proteína / tamaño metabólico (g/kg $PVF^{0.75}$), consumo de proteína cruda en porcentaje (% de PV) , ganancia de peso medio diario (g) y conversión alimenticia (g de ración/g de ganancia de peso). Es ultimo índice permite evaluar la cantidad de alimento que se necesita para lograr un kilo de peso. Para calcular se tomó los datos de consumo de alimento sobre la diferencia entre el peso vivo inicial y peso vivo final (incremento de peso) Mamani (2001).

Diseño estadístico

Se empleó el diseño completamente al azar, los tratamientos fueron distribuidos en un esquema factorial 2x4 (sexo por niveles de germinado de cebada), con tres repeticiones; y cada unidad experimental estuvo compuesta por tres cuyes.

La comparación entre las medias de los niveles cualitativos del factor sexo fue hecha por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. También se realizó un análisis de regresión para los niveles cuantitativos del factor germinado de cebada, de acuerdo con el desdoblamiento de la interacción de los dos factores. El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SAS versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los resultados estadísticos del resumen del análisis de varianza (ANAVA) para el consumo de ración (g/día), consumo de MS (g/día), consumo de MS (g/kg^{0.75}), consumo de MS (% de PV), consumo de PC (g/día), consumo de PC (g/kg^{0.75}), consumo de PC (% de PV), peso final (PF), ganancia de peso medio diario (g) y conversión alimenticia (g de ración/g de ganancia de peso), clasificados por sexo y niveles de germinado de cebada en raciones de cuyes en crecimiento, y la descomposición de la interacción.

Cuadro 2 Resumen del análisis de varianza de cuadrados medios de niveles de germinado de cebada para las variables en estudio.

Fuente de variación	GL	CUADRADOS MEDIOS DE NIVELES DE GERMINADO DE CEBADA									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sexo (S)	1	330.04***	36.88***	11.87***	1.55***	9.54***	0.11*	0.36***	174.96 ^{ns}	4.17**	0.28**
Niveles (N)	3	214.38***	106.54***	117.89***	3.09***	6.20***	11.59***	0.57***	14247.81***	46.06***	0.71***
S * N	3	43.26**	4.45**	14.45***	0.21***	1.25**	1.06**	0.04**	2469.16***	10.94***	0.15***
Nivel/machos	3	126.97**	68.61***	80.59***	0.93***	3.67**	7.45**	0.24***	7844.22***	27.33**	0.33**
Nivel/hembras	3	130.67**	42.39***	51.76***	2.37***	3.78**	5.20**	0.37***	8872.75***	29.67**	0.54**
Sexo/nivel ₀	1	1.50 ^{ns}	0.20 ^{ns}	12.07**	1.70**	0.04 ^{ns}	2.64**	0.37**	5728.86***	32.67**	0.73**
Sexo/nivel ₂₅	1	104.17**	12.76**	10.56**	0.14 ^{ns}	3.01**	0.06 ^{ns}	0.03 ^{ns}	133.48 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}
Sexo/nivel ₅₀	1	60.17**	6.81**	2.72*	0.23*	1.74**	0.00 ^{ns}	0.06*	13.20 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.01 ^{ns}
Sexo/nivel ₇₅	1	294.00**	30.47**	29.88**	0.11 ^{ns}	8.50**	0.60**	0.03 ^{ns}	1706.91***	4.17**	0.00 ^{ns}
Error	16	5.00	0.57	0.21	0.03	0.14	0.02	0.01	49.95	0.42	0.01
CV (%)		1.41	1.39	1.19	2.04	1.41	1.12	2.05	1.13	3.13	4.39

***: P<0.001; **: P<0.01; *: P<0.05; ^{ns}: No significativo.

1: Consumo de ración (g/día); 2: Consumo de MS (g/día); 3: Consumo de MS (g/kg PV^{0.75}); 4: Consumo de MS (% de PV); 5: Consumo de PC (g/día); 6: Consumo de PC (g/kg ^{0.75}); 7: Consumo de PC (% de PV); 8: Peso final (g); 9: Ganancia de peso medio diario (g); 10: Conversión alimenticia (g de ración/ g de ganancia de peso).

Consumo de nutrientes por cuyes en crecimiento alimentados con raciones conteniendo germinado de cebada en sustitución de la alfalfa.

Por la prueba de medias (Cuadro 3), se constata que el efecto del sexo sobre el consumo de la ración (g/día) fue debido a la ración con 75% del germinado de cebada, donde las hembras consumieron 14 g más de ración en comparación a los machos. Comportamiento similar ocurrió con las raciones con 25 y 50% del germinado de cebada, en la que las hembras consumieron 8 y 6 g más de ración, respectivamente, en relación a los machos.

Los resultados de la presente variable en estudio son superiores a los reportados por Silva (1994), quién utilizó como tratamientos: germinado de maíz (T1), germinado de cebada (T2), T1 más alimento balanceado (T3), T1 más T2 más alimento balanceado (T4), obteniendo consumos de ración de 97.95, 108.38, 118,63 y 130.46 g, respectivamente.

Por su parte Andrade (1983), reportó valores respecto al consumo de ración de cuyes machos de 2 a 3 meses de edad, utilizando como tratamientos; cebada germinada (T1) 167.8 gr, (T2), asociación de cebada germinada con alfalfa 181.1 g y (T3), alfalfa 184.0 g, estos promedios se obtuvieron en un periodo experimental de 12 semanas.

En relación al consumo de ración por los cuyes machos presentó un comportamiento lineal negativo (Cuadro 4), sugiriendo una disminución de 0.14800 g de consumo de ración por cada 1% de aumento en el nivel del germinado de cebada. En las hembras el consumo de ración evidenció respuesta cúbica. El nivel de 50% de substitución del germinado de cebada fue el que alcanzó el valor mínimo de consumo de ración, sin embargo, hay que destacar que,

a partir de ese punto, el consumo de ración aumentó al igual que con el 25% de sustitución del germinado de cebada.

Cuadro 3. Valores medios de los efectos de la sustitución del germinado de cebada por la alfalfa sobre el consumo de ración (CR), consumo de materia seca (CMS) y consumo de proteína cruda (CPC) por cuyes en la fase de crecimiento.

Niveles de sustitución (%)	CR (g/día)		CMS (g/día)		CMS (g/Kg ^{0.75})		CMS (%PV)		CPC (g/día)		CPC (g/Kg ^{0.75})		CPC (% PV)	
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
0	160.67 ^a	161.67 ^a	58.63 ^a	58.99 ^a	41.64 ^a	38.80 ^b	9.25 ^b	10.32 ^a	27.31 ^a	27.48 ^a	13.60 ^a	12.28 ^b	4.31 ^b	4.81 ^a
25	158.00 ^b	166.33 ^a	55.38 ^b	58.30 ^a	41.78 ^b	44.44 ^a	8.07 ^a	8.37 ^a	26.86 ^b	28.28 ^a	14.16 ^a	14.36 ^a	3.91 ^a	4.06 ^a
50	146.00 ^b	152.33 ^a	49.07 ^b	51.20 ^a	33.65 ^b	34.99 ^a	8.12 ^b	8.51 ^a	24.82 ^b	25.90 ^a	11.95 ^a	11.90 ^a	4.11 ^b	4.30 ^a
75	152.33 ^b	166.33 ^a	49.02 ^b	55.33 ^a	31.98 ^b	36.44 ^a	8.67 ^a	8.94 ^a	25.90 ^b	28.28 ^a	10.61 ^b	11.34 ^a	4.58 ^a	4.72 ^a
CV(%)	1.41		1.39		1.19		2.04		1.41		1.13		2.05	

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad, siendo que las letras están asociadas a los sexos dentro (líneas) de niveles de sustitución del germinado de cebada por alfalfa.

El efecto del sexo sobre el consumo de MS fue atribuido al 75% del germinado de cebada, donde los machos consumieron menor cantidad de MS evaluada en g/día o g/Kg^{0.75} (Cuadro 3).

Cuadro 4. Ecuaciones de regresión ajustadas para el consumo de ración (CR), consumo de materia seca (CMS) y consumo de proteína cruda (CPC), en función del nivel de sustitución del germinado de cebada (GC) por la alfalfa para cuyes machos y hembras en la fase de crecimiento.

Variable	Regresión	R ²
.....Machos.....		
CR (g/día)	Y = 159.80 - 0.14800*GC	0.47
CMS (g/día)	Y = 58.29 - 0.14052***GC	0.87
CMS (g/Kg ^{0.75})	Y = 42.83 - 0.14847***GC	0.88
CMS (%PV)	Y = 9.22 - 0.05894***GC + 0.0006946***GC ²	0.85
CPC (g/día)	Y = 27.17 - 0.02516*GC	0.47
CPC (g/Kg ^{0.75})	Y = 13.60 + 0.127***GC - 0.00520***GC ² + 0.00003982***GC ³	0.99
CPC (%PV)	Y = 4.29 - 0.02203**GC + 0.00034667***GC ²	0.86
.....Hembras.....		
CR (g/día)	Y = 161.67 + 1.1822**GC - 0.05227***GC ² + 0.000497***GC ³	0.97
CMS (g/día)	Y = 58.99 + 0.31136**GC - 0.01778***GC ² + 0.000168***GC ³	0.93
CMS (g/Kg ^{0.75})	Y = 38.80 + 0.8733***GC - 0.0328***GC ² + 0.000277***GC ³	0.99
CMS (%PV)	Y = 10.32 - 0.143***GC + 0.00309***GC ² - 0.0000189**GC ³	0.98
CPC (g/día)	Y = 27.48 + 0.20098**GC - 0.00889***GC ² + 0.0000846***GC ³	0.93
CPC (g/Kg ^{0.75})	Y = 12.31 + 0.257***GC - 0.00872***GC ² + 0.0000682***GC ³	0.99
CPC (%PV)	Y = 4.81 - 0.0604***GC + 0.00143***GC ² - 0.0000086**GC ³	0.97

***: P<0.001; **P<0.01; * P<0.05 significativo por la prueba de t.

Sin embargo, cuando es evaluada en % de PV la ingestión de MS por los cuyes machos y hembras no fue influenciada ($P > 0.05$) por los niveles 25 y 75 % del germinado de cebada en la ración.

Como se observa en el Cuadro 2, los niveles de sustitución del germinado de cebada por la alfalfa respondieron de forma diferente dentro de cada sexo de los animales. Existiendo significancia ($P < 0.001$) y constatando un efecto lineal negativo, para el consumo de MS en los machos (Cuadro 4), siendo el menor a medida que se incrementa el nivel del germinado de cebada en la ración.

En relación al consumo de MS (g/día) por las hembras existió aumento en la ingestión hasta el nivel de 25% de sustitución, luego una declinación en el nivel de 50% y, un incremento en el nivel de 75% de sustitución, lo que demuestra un comportamiento cúbico, a través de la ecuación observada en el Cuadro 4.

De la ingestión de la MS por los machos, evaluados en % de PV, tuvo respuesta lineal y cuadrática. Este tipo de comportamiento (cuadrático) fue semejante a los verificados por Ítavo *et al.* (2000) al evaluar la sustitución del ensilado de maíz por el bagazo de naranja en la alimentación de vacas lecheras. De igual manera se compara favorablemente con lo constatado por Pereira *et al.* (2008), quienes evaluaron el efecto de la sustitución del ensilado de maíz por la pulpa cítrica húmeda prensada en el rendimiento de corderos de la raza Santa Ines. De acuerdo a Allen (2000) citado por Pereira *et al.* (2008) al proveer cambios en la fibra detergente neutro (FDN) de la ración por medio de la sustitución de forraje por alimento concentrado, se espera que la ingestión de la MS tenga comportamiento cuadrático. En este caso el consumo aumenta en virtud de la reducción de la limitación física del tracto gastrointestinal, caracterizada por el hinchamiento del estómago, hasta la ocurrencia del consumo excesivo de energía, que promueve el control del consumo por el mecanismo metabólico. En la ingestión de MS (% de PV) de cuyes hembras, se constató un efecto cúbico ($P < 0.001$) (Cuadro 4).

La ingestión de MS puede también estar relacionada a la menor aceptabilidad de los animales a la ración con elevado nivel de germinado de cebada. Así Enríques *et al.* (1998), citado por Pereira *et al.* (2008) verificaron que cuando la pulpa cítrica fue incorporada a la ración en gran cantidad en la ración (55% en la MS) de vacunos en engorde existió reducción de la ingestión de MS y consecuentemente reducción en la ganancia de peso.

Cuando se expresó en $\text{g/Kg}^{0.75}$ el CMS para los machos, existió efecto lineal negativo ($P < 0.001$) de acuerdo a los niveles de sustitución (Cuadro 4). La reducción del consumo puede ser atribuida a la composición de las raciones, toda vez que probablemente hubo una

disminución gradativa de FDN a medida que se substituyó el germinado de cebada por la alfalfa. Por la alta correlación (-0.92 , $P < 0.001$) entre el consumo de MS ($\text{g/Kg}^{0.75}$) y el nivel del germinado de cebada en las raciones (Cuadro 5) por los cuyes machos, la predicción del consumo puede hacerse con alguna precisión mediante la ecuación: $Y = 42.83 - 0.14847GC$, donde Y es el consumo de MS ($\text{g/Kg}^{0.75}$) y GC es el nivel de substitución del germinado de cebada.

El consumo de MS $\text{gr/Kg}^{0.75}$ por las hembras presentó comportamiento cúbico (Cuadro 4), posiblemente a virtud de la variación en la composición de las raciones y una probable variación en la ingestión de MS.

En el Cuadro 2 se constata efecto significativo ($P < 0.01$) del sexo de los animales sobre el consumo de proteína cruda (g/día) entre los niveles 25 y 75% de substitución del germinado de cebada por alfalfa. Sin embargo, este efecto no se verifica en los niveles de 25 % cuando el consumo de proteína es expresado en $\text{g/Kg}^{0.75}$ (Cuadro 2). No hubo efecto significativo del sexo en los niveles de 25 y 75% de substitución en el consumo de proteína cruda cuando es calculada en % de PV.

Se observa en el Cuadro 3, que el efecto del sexo sobre el consumo de proteína (g/día) se debe exclusivamente al nivel 75% de substitución del germinado de cebada por la alfalfa, donde el consumo de proteína es mayor por las hembras (2.38 g más), seguido por el nivel 25% de substitución, en la que las hembras ingirieron 1.42 g/día más de proteína que los machos.

Se puede observar que existió diferencia ($P < 0.001$) entre los niveles de substitución para el consumo de proteína cruda (g/día) en machos y hembras. Correspondiendo respuesta lineal negativo y cubica respectivamente, para niveles existentes del germinado de cebada en la ración total (Cuadro 4). Sugiriendo en los machos una reducción en el consumo de 0.02516 g/día por cada 1 % de aumento en el nivel del germinado de cebada en la ración. En cuanto al consumo de proteína cruda por los machos, evaluado en % PV, se verificó comportamiento cuadrático significativo ($P < 0.001$) del consumo para niveles crecientes del germinado de cebada en la ración (Cuadro 4). En cambio en las hembras el fenómeno fue de naturaleza cúbica.

El germinado de cebada proporciona mayores cantidades de proteína ingerida cuando fue evaluada en $\text{g/Kg}^{0.75}$, en ambos sexos de los cuyes en estudio. Se observa que los coeficientes parciales de regresión corresponden a una ecuación de tipo cúbica, siendo esto significativo a 0.1% de probabilidad (Cuadro 4). El nivel 25 % de substitución fue el que alcanzó el valor máximo de consumo de proteína cruda ($\text{g/ Kg}^{0.75}$), dentro del intervalo de

substitución (0 a 75%). Sin embargo, hay que destacar, que a partir de ese punto máximo, el consumo de proteína cruda disminuyó hasta alcanzar valor mínimo en el nivel de sustitución de 75% del germinado de cebada por alfalfa.

La relación del consumo de proteína cruda, expresado en $\text{g}/\text{Kg}^{0.75}$, y nivel de sustitución del germinado de cebada resulta ser muy alta (-0.89) y significativo a 1 % de probabilidad (Cuadro 5) en los cuyes machos; obteniéndose la ecuación cúbica, a partir del cual se tendría cierta precisión en la predicción del consumo de proteína cruda en base al nivel de sustitución del germinado de cebada (GC).

Desempeño de los cuyes en la fase de crecimiento, en función de los niveles de sustitución del germinado de cebada por alfalfa y sexo.

Por el ANAVA (Cuadro 2), el sexo de los animales no presentó efecto significativo y la interacción sexo por niveles de germinado de cebada, tuvo efecto altamente significativo ($P < 0.001$) sobre el peso final de los cuyes en la fase de crecimiento

A pesar que no existe diferencias significativas de los efectos del sexo con los niveles de 25 y 50% de germinado de cebada en la ración total (Cuadro 2), numéricamente existió un aumento en el peso final de los cuyes, cuya media fue de 691.6 g, al consumir raciones con 25% de germinado de cebada (Cuadro 6), como consecuencia del mayor consumo de MS ($\text{g}/\text{kg}^{0.75}$) y PC ($\text{g}/\text{kg}^{0.75}$) (Cuadro 3), con medias 43.11 g de MS ($\text{g}/\text{kg}^{0.75}$) y 14.26 de PC ($\text{g}/\text{kg}^{0.75}$), respectivamente.

Del Cuadro 2, se verifica el efecto significativo ($P < 0.001$) del nivel del germinado de cebada sobre el peso final de los cuyes machos y hembras en crecimiento, respectivamente. De acuerdo al ANAVA, la regresión más indicada es dada por el polinomio de tercer grado, cuyas ecuaciones son mostradas en el Cuadro 7. En el presente estudio el incremento en el peso final ocurrió hasta el nivel 25% cuyo coeficiente parcial fue casi el doble en las hembras en relación a los machos; a partir de ese nivel la variable en análisis comenzó a descender hasta el nivel 50% y un ligero aumento en el peso final con las raciones donde participó el germinado de cebada en un 75%.

A pesar que las ganancias de peso medio diario de machos y hembras no evidenciaron diferencias significativas ($P > 0.05$) al consumir raciones con 25% del germinado de cebada (Cuadro 6), numéricamente existió aumento en la ganancia de peso, cuya media fue de 24.67 g/día, en relación a la ración exento del germinado de cebada y el nivel de 75%, que difieren entre machos y hembras. En esta línea de investigación Carrasco (1994) y Silva (1994), reportaron pesos promedios diarios entre los intervalos de 1.86 a 8.19 y 9.79 a 2.06 g/día en

cuyes machos respectivamente, así mismo en relación a la media general semanal son inferiores a los reportados por Andrade (1983), quien obtuvo 48.93, 120.53 y 85.4 g de peso vivo semanal; sin embargo respecto a ganancia de pesos promedios finales obtenidos en el presente estudio son inferiores a los obtenidos por Vélez de Villa et al. (2003), los cuales lograron valores de 1124 y 950 g de peso vivo final para cuyes machos y hembras en la etapa de crecimiento. Finalmente los resultados obtenidos al compararse con otras investigaciones pueden diferir por los aspectos de alimentación proporcionada, medio ambientales y el factor genético de los animales en estudio.

Cuadro 6. Valores medios de los efectos de la sustitución de la alfalfa por el germinado de cebada sobre el peso final (PF), ganancia de peso medio diario (GPD) y conversión alimenticia de cuyes machos y hembras en la fase de crecimiento.

Niveles de sustitución (%)	PF		GDP		CA	
	(g)		(g)		(ración/ganancia)	
	M	H	M	H	M	H
0	633.70 A	571.90 B	22.00 A	17.33 B	2.50 B	3.20 A
25	686.90 A	696.33 A	24.76 A	24.67 A	2.19 A	2.24 A
50	604.97 A	602.00 A	19.67 A	19.33 A	2.55 A	2.63 A
75	565.37 B	599.10 A	17.67 B	19.33 A	2.99 A	3.02 A
CV (%)	1.13		3.13		4.39	

Letras distintas indican diferencia estadística por la prueba de Tukey, a 5% de probabilidad, siendo que las letras están asociadas a los sexos dentro (líneas) de niveles de sustitución del germinado de cebada por alfalfa. Los números indican medias ajustadas por LS Means.

Como se puede observar (Cuadro 7) hubo diferencia entre los niveles de sustitución del germinado de cebada por la alfalfa en la ganancia de peso (g/día) en machos y hembras. El germinado de cebada en el nivel de 25% permitió lograr la máxima ganancia de peso diario, en ambos sexos, dentro de la faja de 0 a 75%. A partir de ese punto máximo de ganancia de peso diario, existió una disminución en las raciones de 50% del germinado de cebada, y un ligero incremento en la ganancia de peso diario con el 75% del germinado de cebada de la ración total.

La disminución en la ganancia de peso puede ser explicado por la reducción en el consumo de nutrientes digestibles totales (NDT), como evidencia el estudio de Veras *et al.* (2005), que encontraron una disminución lineal en la ganancia de peso de ovinos en crecimiento al substituir el maíz (0%, 33%, 67% y 100%) por salvado de palma forrajera. Según Mertens (1994) y Van Soest (1994), citados por Veras *et al.* (2005) el animal tiende a

augmentar el consumo con raciones conteniendo menores niveles de energía para cubrir sus requerimientos nutricionales, hasta el llenado del tracto gastrointestinal, limita el consumo. Este comportamiento fue verificado en el presente estudio, una vez que el consumo fue alterado.

Cuadro 7. Ecuaciones de regresión ajustadas para el peso final (PF), ganancia de peso medio diario (GPD) y conversión alimenticia (CA) de cuyes machos y hembras en la fase de crecimiento.

Variables	Regresión	R ²
-----Machos-----		
PF (g)	$Y = 633.70 + 7.19689^{***}GC - 0.25008^{***}GC^2 + 0.00189^{***}GC^3$	0.96
GPD (g)	$Y = 22.00 + 0.4022^{**}GC - 0.01467^{**}GC^2 + 0.0001137^{**}GC^3$	0.95
CA	$Y = 2.47 - 0.01521^{*}GC + 0.000300^{**}GC^2$	0.81
-----Hembras-----		
PF (g)	$Y = 571.90 + 13.48867^{***}GC - 0.42317^{***}GC^2 + 0.00331^{***}GC^3$	0.99
GPD (g)	$Y = 17.00 + 0.7866^{***}GC - 0.0245^{***}GC^2 + 0.00019^{***}GC^3$	0.97
CA	$Y = 3.20 - 0.0828^{***}GC + 0.00214^{***}GC^2 - 0.00001429^{**}GC^3$	0.96

***: P<0.0001; **: P<0.01; *: P<0.05 significativo por la prueba de t.

No se constata el efecto significativo (P>0.05) del sexo en los niveles 25%, 50% y 75% de sustitución del germinado de cebada por la alfalfa sobre la conversión alimenticia (Cuadro 6). Hubo efecto significativo de los niveles de sustitución del germinado de cebada por la alfalfa sobre el sexo de los animales (Cuadro 2) cuanto a la conversión alimenticia. Fue verificado efecto cuadrático (P<0.001) (Cuadro 7) en la conversión alimenticia de los machos. El germinado de cebada en el nivel de 25% de participación en la ración total, propició la mejor conversión alimenticia (2.19), consecuentemente la mayor ganancia diaria de peso, lo que comprueba el efecto positivo de la inclusión del germinado de cebada en la ración total. El nivel de sustitución de 25% del germinado de cebada fue el punto mínimo.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, no concuerdan con los resultados de Vélez de Villa *et al.* (2003), quienes encontraron valores entre 7.78 y 17.85 para cuyes machos y de 8.31 a 13.40 para hembras; también difieren de los valores 5.86 y 12.67 obtenidos por Carrasco (1994) en cuyes machos en la fase de crecimiento.

Conversiones alimenticias de 3.98 y 6.79 para estas clases de cuyes fueron reportados por Silva (1994).

Mamani (2001), al establecer tratamientos isoproteicas e isoenergéticas, a base de diferentes niveles de germinado de cebada en la alimentación de cuyes machos y hembras en la etapa de crecimiento, obtuvo mejores índices de conversión alimenticia con la D-2 (45% H. alfalfa 25% germinado + 14% P. cebada + 16% afrecho) respecto a los demás tratamientos.

CONCLUSIONES

- El sexo, el nivel de sustitución de germinado de cebada por la alfalfa y la interacción entre estos factores tienen influencia en las características de consumo y de producción de cuyes en la fase de crecimiento, y que el efecto del azar es mínimo.
- Es posible sustituir la alfalfa por el germinado de cebada hasta el nivel de 75% en cuyes hembras. El nivel de 25% de sustitución proporciona los mejores pesos finales y ganancias de peso en cuyes machos y hembras en crecimiento.
- Los cuyes machos obtuvieron en promedio 0.8 % más peso que las hembras, con pesos corporales de 622 g y 617 g, respectivamente, como consecuencia de un mayor consumo de ración (g/día).
- Dentro del intervalo de 0% a 75% de sustitución de la alfalfa por el germinado de cebada, se lograron las mejores conversiones alimenticias con el nivel de 25%.
- La relación entre la ganancia de peso (g/día) y el nivel de germinado de cebada en la ración de cuyes machos en crecimiento resulta ser muy alta de magnitud (-0.75), obteniéndose la ecuación: $GDP = 22.00 + 0.4022**X - 0.01467**X^2 + 0.0001137**X^3$; y que a partir de esta fórmula se tiene la idoneidad de predecir la ganancia de peso diario (GDP) en función del nivel de sustitución de la alfalfa por el germinado de cebada.
- La relación entre la conversión alimenticia y el nivel de sustitución de la alfalfa por el germinado de cebada en ración de cuyes machos en crecimiento es muy alta (0.66), generándose la ecuación $CV = 2.47 - 0.01521*X + 0.00030**X^2$; a partir de esta ecuación se podría pronosticar las conversiones alimenticias (CV) en base al nivel de participación del germinado de cebada en las raciones.

BIBLIOGRAFIA

Agustín, R. 1984. Diferentes niveles de proteína en la ración y su efecto en el crecimiento de cuyes en su primera recría (1-4 semanas). En: VII Reunión científica anual de la asociación Peruana de producción animal, Lima-Perú. 149p.

- Arano, C. 1998. Forraje verde hidropónico y otras técnicas de cultivo sin tierra. Buenos Aires Argentina. 85p.
- FAO, 2001. Forraje verde hidropónico. Manual técnico. Organización de las Naciones para la agricultura y la alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 79p.
- Ítavo, L.C.V, Santos, G.T, Jobin, C.C, Voltolini, T.V, Ferreira, C.C.B. 2000. Substituição da silagem de milho pela silagem de bagazo de laranja de vacas leiteras. Consumo, produção e qualidade do lute. Rev. Bras. Zootec, V. 29, n-5, 1498 – 1503p.
- Mamani, G.L. 2001. Evaluación de dietas con diferentes niveles de germinado de cebada (*Hordeum vulgare*) en la alimentación básica de cuyes mejorados (*Cavia aparea porcellus*) en las etapas de crecimiento y engorde. Tesis de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. Bolivia. 95p.
- Mejocuy, 1994. Tablas de requerimiento nutricional en cuyes. En: Boletín técnico N°. 1, Cochabamba Bolivia, 22p.
- Pereira, M.S. Ribeiro, E.L. Mizubuti, I.Y. Rocha, M.A. Kuraoka, J.T. Nakaghi, E.Y.O.2008. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros em confinamiento alimentados con dietas con polpacitrica limitada prensada en substituição a la silagem de milho. R. Bras. Zootec., V. 37, n.1, 134-139p.
- Pérez Lagos, N. 1987. Efecto de la sustitución del concentrado por forraje obtenido en condiciones de hidroponía en una crianza artificial de terneros. Facultad de ciencias agropecuarias y Forestales de la universidad de concepción, sede chillán-Chile.
- Sánchez, A. 1996. Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay. En: Boletín informativo de la red hidroponía N° 7. UNALM. Lima, Perú. 24 p
- Silva, V.E. 1994. Utilización de la cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mayz*) germinados en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y engorde. Tesis Ing Zootecnista. Lima-Perú. UNA la Molina. 73p.
- Velez de Villa, V. 2003. Alimentación de cuyes destetados con cebada en diferentes estadios de germinación y su relación beneficio costo en la granja agropecuaria de Yauris. Tesis Ing Zootecnista. Huancayo – Perú. UNCP. 110p.
- Véras, R.M.L, Ferreira, M.A, Cavalcanti, C.V, Véras, A.S.C. 2005. Substitucao do milho por farelo de palma forrageira en dietas de ovinos en crecimiento. Desempenho. R. Bras. Zootec., V. 34, n.1, 249-256p.