

Evaluación nutricional de harina de quinua
(*Chenopodium quinoa*) en tres niveles de inclusión
10, 20 y 30% en dietas de conejos en las etapas
de levante y engorde, en el municipio de Pacho;
Provincia del Rionegro - Cundinamarca

*Nutritional Evaluation of Quinoa Flour at Three Different Levels of
Inclusion 10, 20, and 30% in Diets for Rabbits in Growing and Fattening
Stages, in the Town of Pacho, Province of Rionegro - Cundinamarca*

IVÁN ALEJANDRO SILVA RODRÍGUEZ

**Zootecnista Especialista
Instructor**

isilvar@misena.edu.co

Fecha de recepción: 8 de julio de 2016

Fecha de evaluación: 1 de agosto de 2016

Fecha de aceptación: 23 de agosto de 2016





Evaluación nutricional de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en tres niveles de inclusión 10, 20 y 30% en dietas de conejos en las etapas de levante y engorde, en el municipio de Pacho; Provincia del Rionegro - Cundinamarca

Resumen

En el Parque Agroindustrial del Rionegro (1.965 msnm y 22 °C) se realizó un experimento con 36 conejos destetos Nueva Zelanda blancos, empleándose un modelo estadístico completamente al azar con tres niveles de inclusión en la dieta de harina de quinua y un testigo con una dieta comercial. Las dietas fueron isocalóricas e isoprotéicas; se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos 0 y 1 contra los tratamientos 2 y 3 para el consumo de alimento.

En ganancia de peso se observaron diferencias significativas entre el tratamiento control y las dietas con harina de quinua. En cuanto la conversión y eficiencia alimenticia se presentaron diferencias significativas entre el tratamiento inclusión del 10% de harina de quinua y los demás tratamientos. Con el presente proyecto se evaluaron las características nutricionales de la harina de quinua, como materia prima alternativa en diferentes niveles de inclusión en dietas balanceadas para conejos en las fases de levante y engorde. Demostrando que este experimento puede ser el principio para otras investigaciones enfocadas a la implementación de programas de seguridad alimentaria para la región del Rionegro y nuevas estrategias alternativas de alimentación animal especialmente en el sector cunícola.

Palabras clave: quinua, conejos, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, rendimiento económico.

Abstract

In the Agro industrial Park Rionegro Pacho (1.965 masl and 22 °C). It has been made an experiment with 36 white New Zealand weaned rabbits. The statistical design used was at the random with 3 levels (treatments) of diet inclusion in the quinoa flour and a control with the commercial concentrated. The diets were isocalorics and isoproteics (16%); Significant differences were found between treatments 0 and 1 treatments against 2 and 3 food for consumption.

In weight gain significant differences between the control treatment and diets with quinoa flour. As the conversion and feed efficiency significant differences were found between treatment inclusion of 10% quinoa flour and the other treatments. With this present project the nutritional characteristics of quinoa flour were evaluated, as alternative raw materials at different levels of inclusion in balanced for rabbits in phases lift and fattening diets. Proving that this experiment could be the beginning for other research focused on the implementation of food safety programs for the Rionegro region and New alternatives animal feeding strategies especially in the rabbit sector.

Keywords: Quinoa, Rabbits, Feed conversion, Feed efficient, Economic performance.

Introducción

En nuestro medio producir forrajes con alta calidad nutritiva para satisfacer las necesidades de alimentación de las especies pecuarias como el conejo, tanto en pequeña como a gran escala, son una excelente opción para aumentar el ingreso de nuestros campesinos, incluyendo aquellos más marginados, dado que los costos de producción son menores que los de la producción de granos y cereales comúnmente utilizados en la alimentación animal. El alto costo de los alimentos concentrados comerciales alienta la búsqueda de estrategias basadas en el uso de materias primas no convencionales, que permitan obtener una mayor rentabilidad en la cunicultura (Nieves, *et al.* 2001).

En los países en desarrollo la mayor parte de los conejos se crían en sistemas familiares y contribuyen a la seguridad alimentaria de la población campesina; por ser animales herbívoros e ingerir elevada proporción de fibra se les puede suministrar alta cantidad de forrajes (De Blas, *et al.* 2006).

En la región de Rionegro, la producción cunícola desempeña un papel primordial en la dieta de sus habitantes, como una fuente excelente de proteína, bajos costos de producción y para aprovechar las plantas presentes en las parcelas campesinas y nativas de la región.

Marco teórico

La quinua (*Chenopodium quinoa*), es una planta originaria del altiplano de Bolivia y Perú, cultivada para la alimentación humana y animal. Tanto el grano como el follaje de la quinua presentan características nutritivas sobresalientes. Además, tiene buena adaptabilidad y resistencia a factores edáficos - ecológicos adversos (Primero, 2007).

Estudios anteriores realizados por Primero y Rojas (2007) en México, mencionan la utilización de Forraje de Quinua Deshidratado en dietas para conejos en la fase de Engorde como alternativa alimenticia para sustituir el uso de Heno de Alfalfa; concluyen que no se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para las variables Consumo de Alimento, Ganancia de Peso, Conversión Alimenticia, Eficiencia Alimenticia y Rendimiento en Canal en la etapa de finalización. Igualmente citan que Cardoso (1968) menciona que los productos de cosecha de la quinua se pueden suministrar a diferentes especies de ganados como bovinos, equinos y caprinos a los cuales les es muy palatable; validando el uso de esta especie vegetal en la alimentación animal por su alto valor nutricional.

En la actualidad no se encuentran estudios con inclusión de harina de quinua como alternativa alimenticia de uso animal lo que hace más interesante este experimento en las dietas para conejos en las fases de levante y engorde, reduciendo considerablemente la utilización de ingredientes como harina de maíz, torta de soya y harina de alfalfa con altos costos de producción.

La harina de quinua resulta ser una alternativa nutritiva valiosa en la tendencia a utilizar sólo vegetales en la elaboración de alimentos para animales, puesto que cálculos teóricos con base en el perfil de aminoácidos permiten afirmar que la harina de quinua presenta una buena calidad proteica y nutricional. La determinación final del valor nutricional de estos productos debe basarse en resultados de bioensayos (Romo, *et al.* 2006).

Materiales y métodos

Localización

Este ensayo se desarrolló en las instalaciones Cuniculas del Parque Agroindustrial del Rionegro del SENA

Tabla 1. Análisis proximal de la harina de quinua del experimento.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	NORMA BOLIVIANA NB NA 0038
Proteína	%	13	>10
Carbohidratos	g/100 g	70	No Especifica
Calorías	kcal/100 g	378	No Especifica
Cenizas	mg/100	2,5	<3,5
Fibra Cruda	mg/100	12	>3,0
Grasa Total	%	5,2	>4,0
Humedad	%	9,5	<13,5
Saponinas	mg/100	37	<120

Fuente: BIOPOLAB, Biopolímeros Industriales Ltda., 2015.

ubicado en el municipio de Pacho, departamento de Cundinamarca, cuyas coordenadas geográficas son: N 05°09.648', W 074°07.511' con una característica agroclimática correspondiente a bosque húmedo tropical a 1.950 msnm con una precipitación media anual de 1.670 mm, una media mensual de 116.9 mm y una temperatura promedio entre 18 y 24 °C (Alcaldía de Pacho POT, 2015).

Procedimiento

Las dietas experimentales en pellets, con diferentes niveles de inclusión de harina de quinua (Control), (10%), (20%) y (30%) se prepararon en el Parque Agro-industrial del Rionegro del municipio de Pacho, departamento de Cundinamarca.

Tabla 2. Preparación de las dietas experimentales.

Ingrediente	Dieta control	10%	20%	30%
Harina de alfalfa	27,87	25,60	20,50	18,00
Torta de soya	12,00	10,87	10,00	9,50
Maíz	20,00	14,00	10,87	4,00
Mogolla de trigo	31,00	31,00	31,00	31,00
Harina de quinua	0	10,00	20,00	30,00
Cascarilla de arroz	5,00	4,80	4,00	3,82
Aceite de palma	2,50	2,10	2,00	2,00
Carbonato de calcio	0,36	0,37	0,35	0,40
Metionina	0,37	0,38	0,38	0,38
Sal	0,40	0,38	0,40	0,40
Premezcla Vit. y mineral	0,50	0,50	0,50	0,50
	100,00	100,00	100,00	100,00

Cuadro 1. Análisis proximal de las dietas experimentales (Cantidad).

Ingrediente	Dieta control	10%	20%	30%
EM (kcal/ kg-1)	2425	2460	2480	2490
EM (kcal/ kg-1)	2425	2460	2480	2490
Proteína Cruda (%)	16,3	16,3	16,1	16,2
Fibra Cruda (%)	13,8	14	13,5	13,8
Extracto etéreo (%)	2,7	2,72	2,74	2,78
Calcio (%)	0,62	0,6	0,53	0,52

Fuente: BIOPOLAB, Biopolímeros Industriales Ltda., 2015.

El alimento balanceado fue elaborado de acuerdo al balance y requerimientos establecidos para cada dieta o tratamiento, teniendo como base las materias primas seleccionadas para tal efecto, usando el programa SOLVER, el cual permite realizar mezclas de alimentos utilizando el método de Ensayo - Error al mínimo costo, teniendo en cuenta la composición nutricional de los ingredientes, así como sus límites de inclusión y los requerimientos nutricionales de los conejos reportados por la literatura.



Figura 1. Presentación en pellets de las dietas experimentales.

Diseño experimental

En este ensayo se aplicó un diseño experimental completamente al azar, conformado por cuatro dietas o tratamientos y tres repeticiones o jaulas por tratamiento con 3 conejos en cada una, para un total

por tratamiento de 9 animales y de 36 conejos machos para los cuatro tratamientos.

Los conejos destetos de la raza Nueva Zelanda Blancos procedentes de Cachipay (Cundinamarca) Empresa SENTAGRO E.A.T., con un peso promedio entre 800 y 1000 gramos; fueron ubicados en el Galpón dispuesto para el Proyecto SENNOVA, realizándose un periodo de aclimatación o cuarentena de 3 días.

Los animales fueron pesados y asignados aleatoriamente a las diferentes Jaulas y Tratamientos (T0: Jaulas 2 - 8 - 12; T1: Jaulas 5 - 9 - 11; T2: Jaulas 3 - 6 - 10; T3: Jaulas 1 - 4 - 7). Durante el periodo experimental de 45 días se registró diariamente el consumo de alimento y quincenalmente el peso de los conejos



Figura 2. Fase experimental del proyecto.

hasta su sacrificio para evaluar el comportamiento productivo de los animales y determinar el rendimiento económico.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis Software). A cada análisis de varianza se aplicó la prueba de Barnett, que determina la normalidad de medias lo cual es necesario que se cumpla para este tipo de análisis. Para determinar diferencias entre tratamientos se utilizó la prueba de Duncan. Para evaluar el crecimiento y punto óptimo de inclusión de la harina de quinua, se aplicaron diferentes análisis de regresión.

El modelo estadístico para este diseño fue el siguiente:

- $Y_{ij} = \mu + T_i + \Sigma_{ij}$
- $I =$ Controla tratamientos = $i = 1, 2, 3 \dots t$ 10%, 20%, 30%
- $J =$ Controla repeticiones = $J = 1, 2, 3$
- $\mu =$ Media general de todos
- $Y_{ij} =$ Variables evaluadas
- $T_i =$ Efecto de tratamiento
- $\Sigma_{ij} =$ Variable de error experimental

Resultados y discusión

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos 0 y 1 contra los tratamientos 2 y 3 para el consumo de alimento, la inclusión de harina de quinua afectó la palatabilidad y presentación de las raciones (Tabla 3).

En ganancia de peso se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el tratamiento control y las dietas con harina de quinua. Las menores ganancias de peso registradas pueden ser debidas a la inclusión de cascarilla de arroz, empleada para obtener los niveles de fibra cruda requeridos la cual no pudo ser homogenizada en el tamaño óptimo para la preparación de la dieta, este ingrediente contiene 73% de fibra detergente neutra (FDN) y es de muy pobre calidad nutricional. En conejos la fuente de fibra indigerible puede acelerar la velocidad de paso por el intestino y reducir la digestibilidad y la absorción de los nutrientes (De Blas, 2006).

Carabaño y Blas (2006) argumentan que el nivel y tipo de fibra afectan significativamente la eficacia metabólica de la utilización de la energía digestible y que los máximos rendimientos se obtienen con 33,5% de FDN que están por debajo del contenido en este ingrediente. Por otra parte, el consumo de alimento no permitió obtener la ingesta mínima diaria de Proteína, Metionina y Energía requeridos para mayores tasas de crecimiento.

Tabla 3. Rendimiento productivo de los conejos del experimento.

Tratamiento	Consumo (gdía)	Ganancia de peso (gdía)	Ganancia de peso total (Kg)	Conversión alimenticia	Eficiencia alimenticia (%)
T0	92.5a	33.6a	1.511a	2.8a	36.3a
T1 (10%)	96.8a	28.9b	1.300b	3.4b	29.8b
T2 (20%)	77.7b	30.5b	1.372b	2.5a	39.2a
T3 (30%)	70.6b	26.5b	1.194b	2.7a	37.6a

Tratamientos con diferente letra significa que son estadísticamente diferentes.

En cuanto la conversión y eficiencia alimenticia (Tabla 3) se presentaron diferencias significativas entre el tratamiento 1 inclusión del 10% de harina de quinua y los demás tratamientos como consecuencia de las menores ganancias de peso obtenidas con este nivel de inclusión. La mejor conversión en los tratamientos con harina de quinua (2.5) se logró con 20%. Según Nieves (2001) los recursos forrajeros empleados en dietas para conejos influyen en el proceso de utilización, aprovechamiento de nutrientes y eficiencia biológica (ganancia de peso y conversión alimenticia) debido a cambios que producen en la digestibilidad de los nutrientes ingeridos, por lo que es necesario acompañar los trabajos de evaluación con pruebas de digestibilidad. En los tratamientos con inclusión de harina de quinua los conejos emplearon mayor número de días para alcanzar el peso comercial. Pero se convierte en una alternativa viable para la producción de carne de conejo en sistemas no industriales en el trópico.

Por otro lado, utilizando la metodología empleada por Quintero y colaboradores (2007). Quienes tomaron como referencia para determinar los Costos Variables de las dietas tratamiento, el resultado del precio del kilogramo de la dieta testigo, por el consumo de alimento en las etapas de Levante y Engorde.

Esta interpretación en porcentaje permite identificar las diferencias entre el tratamiento control y los demás tratamientos. Esto se realiza tomando el tratamiento testigo como 100%, y con base en este se

obtiene el porcentaje de costo de alimentación de los tratamientos con la inclusión de la harina de quinua: teniendo en cuenta que el porcentaje de costo de alimentación se obtiene el valor que indica una reducción o un aumento del costo de la alimentación de los demás tratamientos con respecto al tratamiento control.

El costo de la alimentación con una inclusión del 10% de harina de quinua fue un 23,55% mayor que el tratamiento control. Los tratamientos con una inclusión del 20% y 30% tuvieron un aumento en los costos del 13,61% y del 32,19% respectivamente con respecto al tratamiento control. Estos valores se explican porque el costo de adquisición de la harina de quinua fue de superior valor con relación a los demás ingredientes de la dieta (\$3.000 pesos kilogramo).

Recomendaciones

- Por su calidad nutricional y gran adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas de la región del Rionegro, la quinua se convierte en una excelente alternativa alimenticia para la producción animal.
- El conejo es una especie animal herbívora con gran capacidad de asimilar cualquier forraje; convirtiendo esta producción en una excelente fuente de ingresos a bajo costo y garantizando la seguridad alimentaria de la región.
- Este tipo de experimentos en alimentación animal tienen gran importancia por la necesidad de buscar nuevas fuentes alimenticias que puedan reemplazar a los ingredientes comunes de los alimentos balanceados como son harina de maíz, torta de soya y harina de alfalfa.
- La inclusión de harina de quinua hasta en un 30% en dietas para conejos no afecta el consumo ni la salud de los animales.

Tabla 4. Costos variables de los tratamientos experimentales.

Tratamiento	Valor unitario (\$ Kg)	Consumo Total (kg)	Valor total Tratamiento (\$)
T0	1058.35	33.301	35244.11
T1 (10%)	1249.47	34.851	43545.28
T2 (20%)	1432.23	27.958	40042.28
T3 (30%)	1629.77	28.587	46590.23

- Igualmente, el costo de alimentación con este ingrediente para dietas de conejos en crecimiento fue un poco mayor debido a la baja producción de harina de quinua en nuestro medio.

Referencias

- Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia. (2012). *Manual de formulación de proyectos de cooperación internacional*.
- Alcaldía Municipal de Pacho. (2015). *Plan de Ordenamiento Territorial*, 5.
- Carabaño, R., De Blas, C., García, J., García, A. (2006). "Importancia del tipo de fibra: nuevos conceptos y ejemplos para su aplicación en cunicultura". *Revista Departamento de Producción Animal*. Universidad Politécnica de Madrid, 22.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - Colciencias. (2015). *Manual metodológico general para la identificación, preparación, programación y evaluación de proyectos*. Guía 2.
- Nieves, D., López, D., Cadena, D. (2001). "Alimentación de conejos de engorde con dietas basadas en materias primas no convencionales y suplementación con *Trichanthera gigantea*". *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. Volumen Especial, 60.
- Ortegón, E., Pacheco, J., Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Folleto Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) Área de proyectos y programación de inversiones. Santiago de Chile.
- Ortegón, E., Pacheco, J., Roura, H. (2005). *Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública*. Folleto Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) Área de proyectos y programación de inversiones. Santiago de Chile.
- Primero, R., Rojas, E. (2007). *Forraje de quinua como sustituto de forraje de alfalfa en dietas para conejos en engorda*. Tesis de grado. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia, 12.
- Quintero, P., García, R., Peláez, R. (2007). "Evaluación de harina de botón de oro en dietas para conejos en etapa de crecimiento". *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Universidad Nacional de Colombia, 55.
- Romo, S., Rosero, A., Forero, C., Ceron, E. (2006). "Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad piartal en los andes colombianos primera parte. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Universidad del Cauca. Volumen 4 No. 1.

