



Vol. 1 Núm. 2 2025- ISSN: 3119-7132 (En línea)

Recibido: 16 Octubre 2025

Aceptado: 12 Diciembre 2025

ARTÍCULO ORIGINAL

<https://doi.org/10.58719/jzes9534>

## **RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CORDERAS MESTIZAS ALIMENTADAS CON TAMO DE QUINUA TRATADA CON UREA**

### **PRODUCTIVE PERFORMANCE OF CROSSBRED EWE LAMBS FED QUINOA CHAFF TREATED WITH UREA**

Iván Analuisa Aroca<sup>1</sup>



Ruth Solorzano Casco<sup>2</sup>



Tania Solorzano Casco<sup>3</sup>



Aníbal Zambrano Moreira<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador

#### **Correspondencia:**

Dr. Iván Analuisa Aroca

[iaanaluisa@espam.edu.ec](mailto:iaanaluisa@espam.edu.ec)

**Cómo citar este artículo:** Analuisa, I., Solorzano, R., Solorzano, T., & Zambrano, A. (2025). Rendimiento productivo de corderas mestizas alimentadas con tamo de quinua tratada con urea. *Revista de Investigación Intercultural Asampitakoyete*, 1(2), 39 – 49. <https://doi.org/10.58719/jzes9534>

#### **RESUMEN**

La producción ovina ecuatoriana se realiza en pastos, con bajos porcentajes de proteína y altos niveles de fibra que repercute en la poca ganancia de peso. El estudio tuvo como objetivo evaluar el potencial del tamo de quinua en la ingesta, digestibilidad *in vitro* y aporte de energía en 16 corderas mestizas, con un peso inicial de 28,06 kg, en proporciones de 0, 100, 200 y 300 g del tamo de quinua y su rendimiento productivo a los 120 días. Se utilizó el diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos obtenidos fueron analizados en Infostat, (2020), mediante ANOVA y prueba de Tukey con valor de significancia estadística  $p < 0,01$ . Las dietas originaron una ganancia de peso entre 3,4 y 10,49 kg, según condiciones experimentales del uso de tamo de quinua en raciones. Todas las dietas fueron variables y viables en la alimentación de las corderas hembras, proporcionando diferencias en la conversión alimenticia entre 3,13 a 6,52 según formulación dietaria. El contenido de tamo de quinua (300 g) mejora la ingesta de nutrientes, sin afectar los hábitos de consumo.

**Palabras clave:** digestibilidad, ganancia de peso, ovinos, tamo de quinua.

#### **ABSTRACT**

Ecuadorian sheep production takes place on pastures, with low protein percentages and high fiber levels, which results in poor weight gain. This study aimed to evaluate the potential of quinoa straw in terms of intake, *in vitro* digestibility, and energy contribution in 16 crossbred ewe lambs, with an initial weight of 28.06 kg, using proportions of 0, 100, 200, and 300 g of quinoa straw and their productive performance at 120 days. A completely randomized design was used, with four treatments and four replicates. The data obtained were analyzed using



Infostat (2020), through ANOVA and Tukey's test with a statistical significance level of  $p < 0.01$ . The diets resulted in weight gains between 3.4 and 10.49 kg, depending on the experimental conditions of quinoa straw inclusion in the rations. All diets were variable and viable for feeding the ewe lambs, showing differences in feed conversion ranging from 3.13 to 6.52 depending on the dietary formulation. The highest level of quinoa straw (300 g) improved nutrient intake without affecting consumption habits.

**Keywords:** digestibility, weight gain, sheep, quinoa straw.

## INTRODUCCIÓN

La nutrición representa el mayor de los costos de producción en toda explotación pecuaria alcanzando hasta 70 %; por lo que, las tendencias de la producción ovina hacen uso de dietas alimenticias más eficientes y baratas que permitan mayores ganancias. Los productores han usado los residuales de maíz para la alimentación del ganado; sin embargo, no se han preocupado por hacer más eficiente su uso mediante técnicas de procesamiento químico y/o mecánico que estén disponibles, que sean económicas y sencillas (Castaño & Loaiza, 2023; Coll, 2016).

Diseñar nuevas estrategias alimenticias que ayuden a fortalecer la alimentación animal es un reto en el campo de la investigación científica pecuaria, es aquí donde el profesional pecuario tiene que actuar, para ello se podría valer de todos los subproductos de la industria alimenticia que existe en gran cantidad y que en un bajo porcentaje se les da uso, como son: la harina, la cáscara de maracuyá entre otros; así como, el producto en estudio que es el tamo de la quinua, productos reconocidos por su alto valor nutritivo y que hasta ahora no se han probado en la especie animal ovina, en espera es obtener una alta ganancia de peso y mejora de los parámetros productivos con la disminución de los costos de producción (Banco Central del Ecuador, 2021; Castaño & Loaiza, 2023).

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), es nativa de los Andes; los indígenas de Ecuador, Perú, Bolivia, sur de Colombia, Chile y norte de Argentina la han utilizado desde tiempos ancestrales,

particularmente en regiones dominadas por los incas para diversos platos pues la consideran, el alimento de los dioses (Anchico et al., 2023a; Castro et al., 2023)

La proteína de la quinua es rica en histidina y lisina, aminoácidos limitantes en granos como los cereales aproximándose al patrón dado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para los requerimientos nutricionales de humanos; lo anterior le confiere un alto valor nutritivo, aspecto que actualmente es atractivo para los mercados nacional e internacional, esto aunado al resurgimiento del cultivo de quinua; sin embargo, hoy es uno de los retos más importantes desde su rescate como cultivo de importancia económica y tras la variación de la oferta, con sobreproducciones y producciones bajas secuencialmente (Castro et al., 2023).

En Ecuador en 2019, la producción de quinua se incrementó nuevamente (4504 t) debido a que, muchas asociaciones de agricultores, principalmente en las provincias de Chimborazo y Cotopaxi, cuentan con mercados internacionales estables. La superficie total sembrada en 2019 fue de 2057 ha, liderada por Chimborazo (1549 ha y 1968 t de producción), seguida de Cotopaxi, Imbabura, Carchi y Pichincha. El cultivo de quinua en la provincia de Chimborazo fue impulsado por la Fundación Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador (ERPE) y productores orgánicos asociados de quinua que pertenecen a Maquita Cusunchic (MCCH), con el apoyo de cooperantes

internacionales. por el alcance geográfico de su organización, por su producción orgánica certificada con enfoque de exportación y por su prestigio a nivel nacional, debido a sus prácticas sostenibles (Guallo et al., 2022; Hinojosa et al., 2021).

El sistema de comercialización dentro de la cadena de valor de la quinua orgánica, si se mantiene en su forma actual, debe mejorar el potencial de los granos andinos, para generar mejores resultados en la comercialización de los pequeños productores, quienes viven además de los pequeños rumiantes en las zonas altas del país (Analuisa et al., 2020; Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2016). Una de las condiciones donde se produce quinua está presente en hogares rurales en su mayoría pequeños agricultores que viven en regiones pobladas y zonas vulnerables, donde la respuesta biológica al rendimiento de cultivos es mínima (Lozano et al., 2021).

Según Castaño & Loaiza, (2023), el único dato preciso sobre la digestibilidad de un alimento en particular, *per se*, es aquel medido cuando el alimento es ofrecido a ese animal. En la práctica, sin embargo, el número de alimentos que deben ser probados, es mayor que la posibilidad de medirlos en experimentos con animales y en muchos casos, la cantidad de alimento disponible es muy pequeña, para realizar esas pruebas; de manera que se ha dedicado mucho esfuerzo a la investigación de métodos de laboratorio para estimar la digestibilidad de los forrajes, los cuales sean adecuados, para examinar muestras pequeñas de muchos forraje (Anchico et al., 2023b; Vinhas et al., 2021). A partir de estos valores de digestibilidad se pueden derivar valores de nutrientes digestibles totales, equivalentes almidón y energía neta.

Las relaciones más frecuentemente estudiadas, entre la digestibilidad de un forraje y su contenido de fracciones químicas, son proteína cruda, fibra cruda, celulosa y lignina. El método *in vitro* para las

estimaciones en laboratorio de digestibilidad son muy utilizados en nutrición y alimentación de todas las especies animales (Bocanegra & Rochnotti, 2012).

La crianza ovina es una de las actividades que representa un alto porcentaje de ingresos económicos para los estratos más pobres y vulnerables del Ecuador, pero está sujeta a una alimentación deficiente con pastos de pobre calidad y cantidad, lo cual se refleja en los bajos índices productivos y reproductivos de estos animales (Banco Central del Ecuador, 2021).

Las corderas mestizas en crecimiento, requieren de grandes cantidades de nutrientes y que con la alimentación convencional se los priva, solo cuando se logre cubrir todos los requerimientos nutricionales se espera tener en el futuro mejores animales para la reproducción que darán una descendencia con mayores posibilidades de superar los bajos parámetros productivos y reproductivos a los cuales están sujetos estos animales porque no nos hemos preocupado en mejorar su nutrición con alternativas no convencionales de alimentación (Campos et al., 2022; Castaño & Loaiza, 2023).

Experiencias previas donde se sintetizan los resultados del comportamiento productivo y caracterización general de los diversos experimentos en ovinos, los factores que incidieron en la conversión alimenticia son la cantidad de suplemento, la calidad y cantidad de forraje, el peso vivo inicial y el sexo del animal (Noriega et al., 2022; Rúa et al., 2022).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el potencial del tamo de quinua en la ingesta, digestibilidad *in vitro* y aporte de energía en 16 corderas mestizas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de estudio

El estudio se realizó en la Estación Experimental de Tunshi, en la Unidad Académica y de Investigación Ovina-Caprina (UAIOC), perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), ubicada en el cantón de Riobamba en Ecuador. La estación experimental ubicada a 79° 40' Longitud Oeste y 01°65' de Latitud Sur, presenta variables bioclimáticas a una altitud de 2750 m s.n.m, la precipitación media anual es de 575 mm, con humedad relativa de 60 % y la temperatura anual media ronda los 15°C (ESPOCH, 2025).

Previo al inicio del trabajo experimental se realizaron prácticas de bioseguridad; además de, las adecuaciones del aprisco, para la identificación de los tratamientos con separadores de madera, equipados con comederos y bebederos para las dietas y suministro de agua, con una permanencia de 120 días, distribuidos en dos fases. Las corderas pasaron por un periodo de acostumbramiento de 15 días en los que consumieron tamo y una cantidad de suplemento; en la primera fase se determinó la digestibilidad del tamo de la quinua, y en la segunda fase, se estableció el comportamiento productivo de las corderas mestizas en crecimiento que recibieron como suplemento el tamo de quinua más melaza.

### Composición química de los residuos de la quinua

Posterior al muestreo y separación de la muestra total (lámina de hoja, tallo y material muerto) se realizó el análisis bromatológico de las muestras de quinua en el Laboratorio de nutrición animal y bromatología de la FCP-ESPOCH. Se utilizó el análisis aproximado de Weende para la determinación de humedad inicial, cenizas, proteína bruta, fibra bruta, extracto etéreo, y extracto libre de nitrógeno (FAO, 2024; Vinhas et al., 2021).

### Animales, tratamiento y dietas experimentales

En el experimento se utilizaron 16 corderas

hembras mestizas, con un peso corporal inicial de  $28,05 \pm 1,2$  kg. Dentro de las prácticas iniciales, los animales fueron tratados contra ectoparásitos y endoparásitos, y distribuidos en los corrales correspondientes (1,0 x 1,2 m).

Se utilizó el diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos (T0: 0 g; T1: 100 g; T2: 200 g y T3: 300 g) y cuatro repeticiones. La formulación del suplemento alimenticio de las dietas se hizo en forma de ensilaje, compuesto de quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow) y melaza.

Las unidades experimentales fueron cinco muestras tomadas al azar del tamo sobrante de la producción de la quinua que mantiene el Programa de quinua desarrollado (ERPE), siendo el tamaño de cada unidad experimental (muestra) de 100 g. Las dietas se balancearon para permitir una ganancia diaria de peso promedio de 200 g/día, de acuerdo con las recomendaciones del National Research Council (NRC) (Silva et al., 2022).

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (de la Rosa et al., 2023), se calculó con la MS inicial adicionada a cada funda de muestra y la MS residual obtenida por filtración utilizando la siguiente formula:

$$DIVMS = \frac{MS_{inicial} - MS_{residual}}{MS_{inicial}} * 100$$

### Análisis de datos

Los datos se analizaron estadísticamente como un diseño completamente al azar utilizando el programa Infostat (2020) mediante el análisis de varianza (ANOVA) y Tukey con un valor de significancia estadística  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

En la Tabla 1, se presenta la composición del tamo de quinua usada en la investigación según resultados comparativos de los laboratorios referenciales.

**TABLA 1**

*Composición química del tamo de quinua*

Fracción	INIAP <sup>a</sup>	ESPOCH <sup>b</sup>	Promedio
Materia seca (%)	9,66	89,6	93,63
Humedad (%)	2,34	10,4	6,37
Cenizas (%)	15,65	15,59	15,62
Extracto etéreo (%)	2,55	3,04	2,80
Proteína (%)	15,23	13,11	14,63
Fibra (%)	16,98	17,4	17,19
Extracto libre de nitrógeno (%)	49,58	40,46	45,02
Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)	---	---	84,95
Energía digestible (mcal/kg)	---	---	25,40

Nota: expresado en materia seca. <sup>a</sup>Laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); <sup>b</sup>Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias (ESPOCH)

Los parámetros experimentales de impacto se muestran en la Tabla 2. A los 30 días de evaluación, los pesos de las corderas mestizas en crecimiento presentaron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ), por efecto de las cantidades de tamo de quinua aplicados en cada tratamiento, ya que en los animales que recibieron 100 y 300 g/d del tamo de quinua se registraron los mayores pesos (37,08 y 38,11 kg, respectivamente), en contraste en los animales donde se aplicó suplemento, los pesos registrados fueron inferiores, obteniéndose un valor promedio de 30,86 kg; mientras que, las corderas que fueron alimentadas con 200 g/d de tamo de quinua, presentaron valores intermedios entre los tratamientos mencionados, mostrando mediante el análisis de regresión que existe una relación entre el peso final que presentaron los animales vs la cantidad de tamo de quinua suministrada en su alimentación; es decir, el peso de los ovinos se incrementa cuando se les suministró 100 g/d, disminuyendo al administrarse 200 g/d, y aumentando con 300 g/d de tamo de quinua.

Los valores promedio de consumo del suplemento alimenticio por día que ingirieron las corderas registraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ), por efecto de la adición de tamo de quinua en diferentes niveles, ya que las respuestas obtenidas están en función de las cantidades proporcionadas del suplemento objeto de estudio (100, 200 y 300 g/d) con valores reportados de 0,09, 0,17 y 0,27 kg/d, respectivamente. A medida que se incrementó la cantidad de tamo de quinua, la conversión alimenticia fue menor.



**TABLA 2**

*Rendimiento productivo e ingestas de ovinos alimentados con diferentes cantidades de tamo de quinua*

Parámetros	Tamo de quinua					
	T0-0 g	T1-100 g	T2-200 g	T3-300 g	EE	p
Peso inicial (kg)	27,13 <sup>a</sup>	30,59 <sup>a</sup>	26,88 <sup>a</sup>	27,63 <sup>a</sup>	0,736	0,266
Peso final (kg)	30,86 <sup>b</sup>	37,08 <sup>a</sup>	34,55 <sup>ab</sup>	38,11 <sup>a</sup>	0,954	0,014
Ganancia de peso (kg)	3,74 <sup>d</sup>	6,50 <sup>c</sup>	7,67 <sup>b</sup>	10,49 <sup>a</sup>	0,625	<0,001
Consumo de forraje (kg ms/d)	0,81 <sup>b</sup>	1,09 <sup>a</sup>	0,78 <sup>c</sup>	0,83 <sup>b</sup>	0,032	<0,001
Consumo de tamo (kg ms/d)	0,00 <sup>d</sup>	0,09 <sup>c</sup>	0,17 <sup>d</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,026	<0,001
Consumo alimento día (kg ms)	0,81 <sup>d</sup>	1,18 <sup>a</sup>	0,96 <sup>c</sup>	1,09 <sup>b</sup>	0,036	<0,001
Consumo total (kg ms)	24,38 <sup>d</sup>	35,25 <sup>a</sup>	28,81 <sup>c</sup>	32,84 <sup>b</sup>	1,068	<0,001
Consumo diario de proteína (g)	0,14 <sup>d</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,16 <sup>c</sup>	0,18 <sup>b</sup>	0,001	<0,001
Consumo diario de ED (Mcal)	2,17 <sup>d</sup>	3,13 <sup>a</sup>	2,54 <sup>c</sup>	2,89 <sup>b</sup>	0,934	<0,001
Conversión alimenticia	6,52 <sup>a</sup>	5,43 <sup>b</sup>	3,76 <sup>c</sup>	3,13 <sup>d</sup>	0,347	<0,001
Costo/kq ganancia peso (dólares)	2,28 <sup>a</sup>	1,86 <sup>b</sup>	1,25 <sup>c</sup>	1,03 <sup>d</sup>	0,127	<0,001

Nota: EE: error estándar de la media; <sup>abc</sup> Medias seguidas de letras diferentes difieren estadísticamente según prueba de Tukey a nivel del 1 % de probabilidad.

## DISCUSIÓN

En la industria de la alimentación animal, la materia seca es un parámetro clave para evaluar la eficiencia del forraje. La quinua destaca por su elevado contenido de materia seca y su riqueza en proteína cruda, que varía entre el 16,52 % y el 23,20 %. Además, presenta niveles significativos de fibra detergente ácida, con un rango del 34,08 % al 37,44 %, y de fibra detergente neutra, que va del 47,23 % al 50,95 %. El uso del tamo de quinua como suministro alimenticio para los animales puede disminuir la resistencia de la lignina a la digestión por enzimas como la pepsina y la tripsina,

lo que potencialmente mejora la digestibilidad de la materia seca en cierto grado (Guo et al., 2025).

El estudio de Campos et al. (2022), comparó los valores nutricionales (g/100 g de materia seca) de la quinua con otros cereales reportando mayores valores de proteínas y lípidos que el arroz y trigo, menor contenido de fibra que el trigo; además de, tener mayor contenido de calcio, hierro, zinc y magnesio y vitaminas, como C y ácido fólico, E. Así mismo, en una investigación realizada en 17 variedades de quinua en la sierra de Huancayo y Cuzco en Perú, el resultado del análisis proximal (porcentaje en base seca) mostro 9,79 %, 17,27 %, 6,76 %, 2,10 % y 3,07 % de humedad, proteína, grasa, fibra bruta y cenizas, respectivamente según la Normativa Técnica Peruana 205.062 (Ponce & Valdez, 2021). Por otro lado, Manzanilla

et al. (2024) menciona el contenido de factores anti-nutricionales como antocianinas, saponinas, lecitinas, taninos, oxalatos, inhibidores de tripsina, ácido fítico.

Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo, quedando disponibles para el animal; por lo que, en base a estas afirmaciones, se considera que el tamo de quinua presenta ser altamente digestible por los ovinos. En este estudio el valor determinado de la digestibilidad *in vitro* fue ligeramente superior al reportado por Ponce & Valdez, (2021), el cual fue 83,6 %; además, no encontraron efectos negativos en la calidad proteica ni en la digestibilidad en presencia de saponinas en los granos. El aporte de forraje en las dietas es determinante en la digestibilidad para los ovinos, con menor proporción de forraje se observa mayor digestibilidad en las dietas con incrementos significativas de fibra (de la Rosa et al., 2023).

La alta digestibilidad de la quinua se ve reflejada en su valor nutricional, la ventaja de la descomposición de la proteína por las enzimas digestivas (de Carvalho et al., 2024). La digestibilidad de proteína *in vitro* puede incrementarse, disminuir o mantenerse sin cambios después del procesamiento, tipo y naturaleza de la proteína.

Por otra parte, el uso de derivados o sustitutos alimenticios tiene como objetivo la reducción de costos de alimentación y proporcionar la sostenibilidad de la producción pecuaria (Daza et al., 2025). Residuos como la fécula de yuca reemplaza al maíz en la alimentación de los ovinos disminuyendo significativamente los costos de producción (Cabral et al., 2025). La producción ovina para carne, lana y mixta en Ecuador, son extensivos y dependen directamente del crecimiento y calidad de los pastos y demás subproductos de cosecha.

Al respecto Castaño & Loaiza, (2023), quienes al evaluar la digestibilidad en ovinos de la raza OPC alimentados con ensilaje de *Pennisetum purpureum* suplementados con afrecho de yuca, en Colombia, registraron que no afecta el consumo total en base húmeda, ni de forraje. Existiendo diferencias en el consumo de afrecho de yuca e igual forma se encontraron diferencias en el consumo de MS (total, relativo al peso vivo y peso metabólico). Los resultados sugieren que la adición de afrecho de yuca hasta 300 g d<sup>-1</sup> es una alternativa de alimentación para ovejas, ya que aumenta la ingestión de nutrientes, sin afectar la digestibilidad de la dieta, ni el hábito de consumo. En contraste, en el estudio de Bai et al. (2025) al analizar las características del metano en el ensilaje de alfalfa, quinua y la mezcla, se observaron disminuciones significativas en el pH ruminal de los ovinos cuando se suplementó con quinua al 50 %; sin embargo, hubo un incremento en la relación acetato/propionato y los ácidos grasos volátiles junto con las emisiones totales de gas y CH<sub>4</sub>, en aumento en la adición de quinua en el alimento.

El tamo de quinua en este estudio presentó un alto contenido energético de ahí que su empleo como suplemento alimenticio en las corderas mestizas en crecimiento. Las corderas alimentadas con el tamo de quinua presentaron un mayor consumo de proteína por día; lo que lleva a un mayor peso final de los animales y mayor ganancia de peso. Se puede inferir que, el tamo de quinua es asimilado y aprovechado en gran medida por los animales, debido al alto valor de digestibilidad que posee el alimento analizado, ya que los corderos que recibieron este suplemento presentaron un mayor crecimiento y por consiguiente un mayor peso.

Así mismo, Núñez et al. (2018) concluyeron que los rastrojos de forraje de *C. quinoa* pueden ser suministrados en un 20 % en la dieta de los ovinos, para ganancias moderadas de peso vivo al usar pastos de baja calidad nutricional como *P.*

*clandestinum*. La ganancia de peso fue mayor en los corderos alimentados con quinua, esto pudiera ser atribuido a las características fisicoquímicas que permiten mejorar el consumo, el cual se ve influenciado por el sabor, olor, textura y apariencia del alimento.

Sin embargo, Silva et al. (2022) al utilizar ensilaje con base a nopal (*Opuntia ficus-indica* Mill) en la alimentación de 40 corderos machos cruzados intactos, en el Campo experimental de Caatinga, municipio de Petrolina en Brasil, obtuvieron una ingesta de 820 g/animal/d, con una fermentación deseable y alta aceptabilidad de los animales, valores más altos a los recomendados por la NRC; a pesar de esta condición, los animales no alcanzaron la ganancia diaria esperada de los 200 g.

La conversión alimenticia representa la eficiencia con que el alimento consumido se transforma en ganancia de peso, es decir, mide el aprovechamiento del alimento suministrado al animal y que se traduce en una mayor ganancia de peso (Rodríguez et al., 2017). Como se mencionó anteriormente, las corderas alimentadas con el tamo de quinua registraron mayores ganancias de peso, pesos finales y consumos de alimento y al realizar el análisis de la conversión alimenticia, se observó que dicha tendencia se presenta además en la eficiencia del alimento, para producir un mayor desarrollo en el animal, es decir que 1 kg de alimento donde se adicionó tamo de quinua por sus características genera una mayor ganancia de peso del animal que la misma cantidad de un alimento que no presente el suplemento de quinua, fundamento para inferir en que la quinua tratada químicamente con urea, se incrementa la eficiencia del alimento suministrado a las corderas.

El tamo de quinua es un recurso forrajero económico ( $\pm$  USD \$1,03 a 2,28), dependiendo de la concentración y producción, teniendo un efecto directo en el costo de la dieta para la ganancia

de peso. Sin embargo, se debe considerar el crecimiento variable de la quinua durante el año, siendo el invierno la época donde no se dispone de forraje, para la suplementación del requerimiento animal. En consecuencia, es en verano donde se expresa el mayor potencial productivo de la quinua y será el momento de conservar el tamo, para suplementar en épocas de escasez.

## CONCLUSIONES

El tamo de quinua puede aportar una importante cantidad de forraje de buena calidad en los sistemas productivos y prácticas de manejo en ovinos.

Las diferencias en la composición del tamo de quinua pueden ser expuestas por factores bioclimáticos como el suelo, clima, prácticas sostenibles del cultivo y las variedades o fenotipo de la planta.

Los resultados de este estudio sugieren una adición de tamo de quinua (300 g) como alternativa en la alimentación de ovinos mestizos, debido a que aumenta la ingestión de nutrientes, sin afectar los hábitos de consumo y la disponibilidad de residuos de quinua en zonas altas de la sierra ecuatoriana.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Analuisa, I., García, S., & Paredes, P. (2020). Ensayo para medir el beneficio de la cadena de valor del chocho-Provincia de Cotopaxi. *Fipcaec*, 5(5), 40-61. <https://doi.org/https://doi.org/10.23857/fipcaec.v5i5.313> Ensayo
- Anchico, W., Montes, C., Mosquera, A., & Samboni, D. (2023a). Agronomic evaluation of quinoa intercropped with coffee at an altitude of 1,800 m a.s.l. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 17(3), 1-10. <https://doi.org/10.17584/rcch.2023v17i3.16195>
- Anchico, W., Peixoto, J., & De Oliveira, A. (2023b). Physicochemical characterization and antioxidant capacity of quinoa progenies from



- Colombia, Brazil and Ecuador produced in the Brazilian Savanna. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 17(1), 1-11. <https://doi.org/10.17584/rcch.2023v17i1.15696>
- Bai, J., Tang, L., Liu, M., Jiao, T., & Zhao, G. (2025). Effects of substituting alfalfa silage with whole plant quinoa silage on rumen fermentation characteristics and rumen microbial community of sheep in vitro. *Frontiers in Veterinary Science*, 12,1565497. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1565497>
- Banco Central del Ecuador, (BCE). (2021). *Reporte de Coyuntura. Sector Agropecuario*. En *Banco Central del Ecuador*
- Bocanegra, D., & Rochnotti, D. (2012). Estimación de la digestibilidad in vitro mediante la técnica propuesta por Theodorou et al. (1994). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 38(2), 150-152.[https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1669-23142012000200008](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142012000200008)
- Cabral, I., Oliveira, S., Silva, J., Azevêdo, J., Lima, R., Oliveira, A., Oliveira, C., Matos, I., & Silva, T. (2025). Resíduo de fecularia de mandioca substitui o milho na alimentação de ovinos. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, 23(6), e10247. <https://doi.org/10.55905/oelv23n6-056>
- Campos, J., Acosta, K., & Paucar, L. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of grain and leaf, and impact of heat treatment and germination. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209-220. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>
- Castaño, G., & Loaiza, M. (2023). Ovinos OPC alimentados con ensilado de *Pennisetum purpureum* suplementados con afrecho de yuca. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 15(2), e990. <https://doi.org/10.24188/recia.v15.n2.2023.990>
- Castro, H., Castro, R., & Alvarado, Y. (2023). Variabilidad morfoagronómica de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) nativa tipo Chimborazo en Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 34(3), 53229. <https://doi.org/10.15517/am.2023.53229>
- Coll, F. (2016). Sector Agropecuario. *Estudio Integral de la Frontera México-Belice. Análisis Socioeconómico*, 77-98
- Daza, J., Beltrán, I., González, V., Estroz, D., Reyes, C., Urrejola, J., & Moldenhauer, R. (2025). Efecto de la inclusión del bagazo cervicero sobre el rendimiento productivo y parámetros económicos de terneras en la Patagonia Chilena. *Ciencias Veterinarias y Producción Animal*, 2, 40-50. <https://doi.org/10.29059/cvpa.v2i2.28>
- de Carvalho, L., Santos, F., Janser, R., Fonseca, S., & Cristianini, M. (2024). Modulating the techno-functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) protein concentrate using high-pressure technologies and their impact on in vitro digestibility: A comparative study. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 97, 103833. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2024.103833>
- de la Rosa, A., Miranda, L., Martínez, P., Vargas, L., & Elmasry, A. (2023). Nivel de proteína y energía en la fermentación in vitro de dietas para borregos. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 10(2). <https://doi.org/10.19136/era.a10n2.3545>
- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (ESPOCH). (2025). *Estación Agrometeorológica*. <https://www.esPOCH.edu.ec/estacion-agrometeorologica>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO). (2024). *Manual de Análisis*. Análisis Proximales. <https://www.fao.org/4/AB489S/AB489S03.html>
- Guo, Z., Deng, X., Ping, C., Li, X., Li, D., Wu X., Xiao, X., & Kong, R. (2025). Quinoa: Nutritional and phytochemical value, beneficial effects, and future applications. *Applied Food Research*, 5 (1), 100766. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100766>
- Hinojosa, L., Leguizamo, A., Carpio, C., Muñoz, D., Mestanza, C., Ochoa, J., Castillo, C., Murillo, A., Villacrés, E., Monar, C., Pichazaca, N., & Murphy, K. (2021). Quinoa in Ecuador: Recent Advances under Global Expansion. *Plants*, 10, 298. <https://doi.org/10.3390/plants10020298>
- Lozano, A., Alvarez, C., & Moggiano, N. (2021). El cambio climático en los andes y su impacto en la agricultura: una revisión sistemática. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 101-108. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.012>
- Manzanilla, M., Boesch, C., Orfila, C., Montañó, S., & Hernández, A. (2024). Unveiling the nutritional spectrum: A comprehensive analysis of protein quality and antinutritional factors in three varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Food Chemistry: X*, 24, 101814. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101814>
- Noriega, J., Hernández, D., Bustamante, M., Álvarez, L., Ariza, M., Palacios, Y., & Vergara, O. (2022). Curvas de crecimiento en ovino de pelo colombiano en los departamentos de Córdoba y Cesar, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 25(2), e1727. <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n2.2022.1727>
- Núñez, O., Barros, M., Sánchez, D., & Guishca, C. (2018). Comportamiento productivo, degradación ruminal y producción de gas in vitro en ovinos alimentados con dietas a base de residuos pos-cosecha de *Chenopodium quinoa*. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(3), 765-773 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i3.14836>
- Organización Internacional del Trabajo. (OIT). (2016). *Análisis de la cadena de valor en el sector de la quinua en Perú*. [https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-05/pru\\_wcms\\_423584.pdf](https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-05/pru_wcms_423584.pdf)
- Ponce, P., & Valdez, J. (2021). Evaluación nutricional y funcional de 17 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) cultivadas en la zona andina del Perú. *Scientia Agropecuaria*, 12 (1), 15-23. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.002>
- Rodríguez, J., Moreno, S., Hernández, J., Robles, M., & Rodríguez, E. (2017). El indicador CASI en la rentabilidad ovina. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 41, 764-777. <https://www.redalyc.org/journal/141/14153918010/html>
- Rúa, C., Zambrano, J., Caballero, A., & Ríos,, L. (2022). Floristic composition and nutritional quality of a meadow grazed by sheep in the dry Colombian Caribbean. *Pastos y Forrajes*, 45, 341--348. [http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v45/en\\_2078-8452-pyf-45-e4.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v45/en_2078-8452-pyf-45-e4.pdf)
- Silva, J., Araujo, G., Garcia, G., Santos, E., Oliveira, J., Campos, F, Gois, G., Silva, T., Matias, A., Ribeiro, O., Perazzo, A., & Zanine, A. (2022). Rendimiento de corderos alimentados con ensilaje como alimento total a base de nopal. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(1), 19-31. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i1.5849>
- Vinhas, L., Ítavo, C., do Valle, C., Dias, A., dos Santos, G., da Graça, M., Soares, C., da Silva, C., & Oliveira, R. (2021). Brachiaria grasses in

*vitro* digestibility with bovine and ovine ruminal liquid as inoculum. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(4), 1045-1060. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i4.5294>