

Palatabilidad de raciones caseras elaboradas con *broza* y *jipi* de quinua para llamas (*Lama glama*)

Pablo Mollisaca ¹; Alejandro Bonifacio ¹; Yuji Tokura ^{1, 2}

¹ Proyecto SATREPS – PROINPA;

² Universidad Obihiro de Agricultura y Medicina Veterinaria (Japón)

E-mail de contacto: stebanpabm@gmail.com

Resumen. El altiplano es una región cuya característica es su clima frío y seco durante gran parte del año, varios meses con poco alimento disponible en las praderas, aspectos que representan una preocupación para los criadores de llamas (*Lama glama*) quienes muchas veces no tienen alimento para suplementar a su ganado durante los meses secos. El presente estudio tuvo como objetivo principal, evaluar la palatabilidad de alimentos suplementarios que contengan residuos de cosecha de quinua. La *broza* y *jipi* de quinua son residuos de cosecha que muchas veces no son aprovechados, por lo que se ha elaborado raciones caseras con estos dos sub productos remanentes de la cosecha de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) como alimento alternativo para llamas. También se ha evaluado la palatabilidad de las raciones que contienen insumos locales que en muchos casos están disponibles en las áreas rurales. La palatabilidad fue evaluada según el peso de las raciones ofrecidas, consumidas y rechazadas, evaluadas mediante un análisis de varianza, con datos obtenidos en dos fases o etapas de prueba. En la fase 1 los tratamientos fueron siete: T1 (heno de alfalfa), T2 (heno de cebada), T3 (*broza* de quinua), T4 (*jipi* de quinua), T5 (alfalfa + *jipi* + melaza), T6 (cebada + *jipi* + melaza) y T7 (*broza* + *jipi* + melaza). Las raciones fueron ofrecidas al rebaño mixto (edad y sexo). Las raciones más consumidas fueron: T1, T2 y T5 (consumida por encima del 90%); la ración menos consumida fue T3. En la fase, 2 el alimento más consumido fue T3 (consumido en 45.4%) mientras que los tratamientos apenas fueron consumidos entre 19.5% y 25.4%. En conclusión los subproductos de trilla de quinua, preparados en raciones caseras, son palatables, por tanto son buenas opciones para alimentación de llamas, lo cual contribuye positivamente a la integración quinua-forraje-llama, en sistemas de producción en zonas áridas.

Palabras clave: Broza; Suplemento; Forraje; Residuos de cosecha

Introducción

El Altiplano Boliviano es una de las zonas geográficas más altas donde se practica la agricultura a nivel mundial, está localizado entre los 3600 a 4000 msnm (García *et al.* 2004). Junto a las características térmicas propias del Altiplano, también se presentan factores abióticos desfavorables, como heladas, escasa precipitación pluvial, evapotranspiración

relativamente alta y granizo. Estas condiciones adversas derivan en una disponibilidad estacional de alimentos y escasa o nula producción de forraje en las estaciones secas. Esta situación conduce a la necesidad de almacenar el alimento y distribuirlo en la época seca. Lamentablemente, las cantidades almacenadas para ofrecer al ganado durante los meses secos, suelen ser insuficientes, lo cual lleva a un déficit permanente de forraje para el ganado. Sin embargo, a nivel de

las familias rurales, se dispone de insumos locales tales como restos de cosecha, en este caso la *broza* y *jipi* de quinua, que son poco aprovechadas.

Núñez *et al.* 2018 probaron residuos de quinua en alimentación de rumiantes y llegaron a la conclusión de que la utilización de quinua en forma de ensilaje y la adición de residuos de cosecha no representa problemas para el ganado debido a la saponina, sino que al contrario regula la actividad microbiana.

En una investigación para reducir la cantidad de metano que emite el ganado rumiante, Goel y Makkar (2012), llegaron a la conclusión de que las saponinas de quinua no reducen la cantidad de metano pero sí aumentaba la eficiencia del rumen, promoviendo bacterias que degradan fibras y evitando acumulación y proliferación de hongos.

La quinua posee al menos 30 saponinas triterpénicas, distribuidas en toda la planta como semillas, tallo, hojas, flores, cáscara. Este compuesto otorga que la quinua tenga un sabor amargo; las saponinas poseen propiedades entre las que se destacan las hemolíticas, antialipogénica, inmunoadyuvante, citotóxica, antifúngica, antiinflamatoria, hipocolesterolémica, surfactante, antioxidante y molusquicida (Ahumada *et al.* 2016).

Por otra parte, según Frías (2015), los métodos para evaluar la palatabilidad son: las pruebas de preferencia y aceptabilidad, pero que estas no cuantifican el hedonismo (grado de disfrute) al momento de comer; los nutricionistas han hecho intentos de aumentar el hedonismo en las dietas con la incorporación de aromas y sabores de alimentos bastante palatables, esto debido a que los animales poseen un olfato bien desarrollado capaz de recono-

cer sustancias dañinas, venenosas presentes en plantas como también aromas que indican sustancias desagradables o de mal sabor (Forbes, 1995)

Al comparar el consumo de dos alimentos en base al dato de mayor cantidad de alimento consumido, el ser más palatable no necesariamente es 100% efectiva. También existe la observación de los aspectos faciales del animal, mientras consume el alimento, estos pueden ser expresiones faciales positivas como lamidos de hocico, de patas y protrusiones de lengua (Mennella *et al.*, 2004).

Con el objetivo de mitigar la crisis de alimento y contribuir el sistema de crianza quinua-llama, se busca aprovechar subproductos de la trilla de quinua (*broza* y *jipi*) para elaborar raciones caseras en base a insumos que se encuentran al alcance de los criadores de llama y evaluar la palatabilidad de estas raciones.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la *Estación Experimental de Kiphakiphani* perteneciente a la Fundación PROINPA, ubicada a 3873 msnm a 16°40'27.19" de latitud Sur y 68°17'58.1" de longitud Oeste. Según el *Plan de Desarrollo Municipal del Gobierno Municipal de Viacha* (GMV 2007), la temperatura anual máxima es 17.5°C, la media 9,95°C y la temperatura mínima promedio es 4,0°C.

Los insumos locales utilizados principalmente como materia prima para los alimentos fueron: alfalfa, cebada, *broza* de quinua (tallos secos), *jipi* de quinua (perigonios), melaza, espina de mar, quinua macerada, azúcar.

Procedimiento experimental

En un primer momento (Fase 1) se evaluó siete diferentes raciones mediante un diseño completamente al azar, pero debido a que también se busca reducir costos, al mismo tiempo de buscar un alimento palatable con *broza* y *jipi*, se procedió a probar algunas mezclas de insumos en las que se evaluó cuatro diferentes alimentos (Fase 2), pero en esta ocasión todos contenían *broza* de quinua picada como ingrediente común. Para esta Fase 2 se empleó el diseño de bloques al azar debido a la irregularidad de consumo entre días.

Para evaluar la palatabilidad de las raciones, se intentó separar a las llamas por edades, pero cuando se separa del rebaño, las llamas se sienten intranquilas y solo buscan unirse en grupo nuevamente, por lo que se trabajó con el rebaño unificado.

El rebaño de llamas estuvo integrado por animales con edades de dos meses hasta adultas de nueve años, estimado según la inspección de la dentadura.

Con la finalidad de favorecer a la aceptabilidad de la *broza* de quinua, se preparó una mezcla macerada (que se denominó como *chicha*) empleando grano de quinua de descarte. El procedimiento consistió en lavar ligeramente 500 g de quinua y hacer germinar, una vez germinado se dejó secar para después moler hasta obtener una harina homogénea. Tras esto, se amasó incorporando agua hasta moldear esferas de un tamaño que cabe en la palma de la mano. Se dejó reposar estas esferas por 3 días y luego se las hirvió agregando trozos de banana y azúcar.

Luego se trasvasó en un recipiente cerrado para que comience el proceso de fermentación.

En cuanto al diseño experimental para la evaluación estadística, cabe recalcar que en la Fase 1 se aplicó un diseño experimental completamente al azar, debido a que algunos tratamientos son insumos en estado puro, los cuales son aceptados de manera regular. Este proceso fue realizado en 5 ocasiones consideradas como 5 repeticiones.

Para la Fase 2, se aplicó el diseño de bloques pues los días de ofrecimiento del alimento eran diferentes unos de otros en cuanto a clima, donde algunos animales podrían presentar más apetito que otros.

Fase 1

Durante la primera fase se trabajó con 7 tratamientos los cuales se detallan en el Cuadro 1.

Se escogió un día al azar para sacar a los animales del corral y contenerlos en un sitio con suficiente espacio para todos y allí se les ofreció los siete tipos de alimento (7 tratamientos), previamente pesados, colocados sobre una tela de polipropileno fijada al suelo mediante clavos.

Los animales eran libres de ir a comer el alimento que mejor les agrade. Al cabo de una hora, los animales se retiraron. Inmediatamente se registró el peso de las raciones ofrecidas para conocer las cantidades consumidas. El peso inicial de cada uno de los tratamientos fue de tres kilogramos.

Cuadro 1. Tratamientos de la Fase 1 - Detalle de cantidades consumidas en gramos (g)

Tratamientos	Insumos	Peso inicial	Pesos finales registrados en 5 repeticiones				
			Rep. I	Rep. II	Rep. III	Rep. IV	Rep. V
T1	Alfalfa (100%)	3000	40	113	73	100	119
T2	Cebada (100%)	3000	200	136	160	132	180
T3	Broza de quinua (100%)	3000	2800	2950	2710	2851	2947
T4	Jipi de quinua (100%)	3000	1420	1936	1754	1336	1420
T5	Alfalfa (50 %) + Jipi (50 %) + melaza (4%)	3000	142	350	126	420	386
T6	Cebada (50 %) + Jipi (50 %) + melaza (4%)	3000	2030	1960	1870	2000	1500
T7	Broza (50 %) + Jipi (50 %) + melaza (4%)	3000	1714	1910	1950	2010	1940

Fase 2

En esta ocasión se plantearon cuatro recetas caseras a objeto de mejorar la palatabilidad, al mismo tiempo de reducir costos, por lo que se decidió combinar la *broza* que no parece ser muy palatable, con diferentes insumos para conformar los tratamientos. La *broza* de quinua fue picada para favorecer su consumo. Cada unidad experimental consistió en 1000 g de alimento ofrecido al rebaño; tras que abandonaran el alimento se pesó el sobrante, de esta manera se registró el alimento consumido en cuatro ocasiones.

En el Cuadro 2 se detallan los tratamientos y los datos colectados de consumo.

Estos datos fueron introducidos al análisis estadístico de varianza, puesto que las pruebas se realizaron en fechas diferentes. Se observó que muchas llamas no son abiertas a consumir alimentos novedosos, esto hace que un determinado grupo vaya a comer, otro grupo que no se acerca ni desea probar el alimento ofrecido y otro grupo que se anima a probar solo cuando ven a otras llamas comer de ese alimento.

Cuadro 2. Tratamientos de la Fase 2 - Detalle de cantidades consumidas en gramos (g)

Tratamientos	Insumos	Peso inicial	Pesos finales registrados en 4 repeticiones			
			Rep. I	Rep. II	Rep. III	Rep. IV
T1	Broza seca + chicha de quinua	1000	130	250	250	150
T2	Broza en chicha (70%) + cebadilla (30 %)	1000	158	212	303	218
T3	Broza en chicha (70%) + alfalfa (30 %)	1000	512	454	423	427
T4	Broza en chicha (75%) + Espina de mar (25%)	1000	450	255	143	171

Resultados y discusión

Fase 1

El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre los 7 tratamientos evaluados, con un Coeficiente de Variación de 8,58%, lo cual confiere alta confiabilidad en el modelo y los resultados encontrados.

Los tratamientos más consumidos fueron T1, T2 y T5 con un consumo que va desde 2838 hasta 2911 g (más del 90% de los 3 kilogramos de alimento ofrecido); mientras que el consumo para los demás tratamientos estuvo alrededor del 50%.

En el caso del T3 (*broza* en bruto), este fue el menos aceptado, con un consumo promedio de 148 gramos de los 3000 ofrecidos.

Los datos completos y sometidos a la prueba de comparación de medias por el test de Duncan (al 5%), se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Cantidad consumida a partir de 3000 g ofrecidos, para siete tratamientos en la Fase 1 (Duncan P: 0.05)

Trata- mientos	Consumo promedio	
	En gramos	En %
T1	2911 a	97.03
T2	2838 a	94.61
T5	2715 a	90.51
T4	14279 b	47.56
T6	1128 c	37.60
T7	1095 c	36.51
T3	148 d	4.95

Fase 2

El análisis de varianza para los 4 tratamientos de esta fase, también encontró

diferencias significativas, esta vez para los 4 tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 28,71%, que revela un manejo aceptable de las unidades experimentales.

El tratamiento 3 (*broza* de quinua en grano de quinua macerada 70% + alfalfa 30%) fue el más consumido a comparación de los demás tratamientos, con un promedio de 454 g de los 1000 g ofrecidos, es decir cerca del 50%. Los tratamientos T4, T2 y T1 fueron consumidos en pesos que van desde 195 hasta 255 g, es decir que apenas llegan al 25% de los 1000 g ofrecidos (Cuadro 4). En base a estos resultados se evidencia la aceptabilidad de las raciones en base a *broza* picada con adición de insumos accesibles, lo cual conduce al empleo de este subproducto en zonas donde escasea el forraje durante la temporada seca y fría del año.

Cuadro 4. Cantidad consumida a partir de 1000 g ofrecidos, para cuatro tratamientos en la Fase 2 (Duncan P: 0.05)

Trata- mientos	Consumo promedio	
	En gramos	En %
T3	454 a	45.4
T4	255 b	25.5
T2	248 b	24.8
T1	195 b	19.5

En forma adicional a la prueba experimental, se ofreció *broza* picada y *broza* picada mezclada con macerado de quinua a un rebaño de llamas de la localidad de Orinoca (Altiplano Sur), observándose que los animales consumieron ávidamente y en tiempo breve, el alimento mezclado con macerado de quinua, pero también consumieron la *broza* picada en un tiempo mayor en relación al consumo de la *broza* picada mezclada con el macerado de quinua.

Por tanto, se asume que las llamas de zonas áridas como el Altiplano Sur, donde el forraje es muy escaso, no tienen opciones de elegir el alimento, mientras que en el Altiplano Norte (Viacha), los animales tienen acceso a una mayor diversidad de pastos.

Al respecto de los resultados encontrados, Cardoso (1968) mencionado por Silva (2016), argumenta que los productos de cosecha de la quinua pueden suministrarse a múltiples especies de ganado como bovinos, equinos y caprinos, a los cuales les resulta muy palatable, validando su uso en la alimentación animal.

Sin embargo Southon *et al.* (2007) mencionan que algunas saponinas pueden reducir la absorción de hierro en animales de estómago simple, entonces de momento solo es recomendable suministrar a rumiantes.

Por su parte, Goel y Makkar (2012), concluyeron que las saponinas de quinua aumentaban la eficiencia del rumen.

Finalmente, Patra y Yu (2013) observaron que con dosis bajas de saponina combinada con nitrato, se reduce la población de protozoarios que depredan las bacterias ruminales.

Conclusiones

- La *broza* y el *jipi* de quinua fueron más palatables para llamas cuando están acompañadas de alfalfa o cebada. Así en las raciones ofrecidas en la Fase 1, las más consumidas fueron T1 alfalfa 100%, T2 cebada 100% y T5 alfalfa 50% + *jipi* 50% + melaza 4%. La ración menos preferida fue T3 (*broza* de quinua en estado puro).

- La *broza* de quinua es muy adecuada para la preparación de ensilaje y mucho más palatable. Así, durante la Fase 2, la ración más consumida fue el tratamiento T3 (*broza* en macerado de quinua 70% + alfalfa 30%), superando a los otros tratamientos en casi el doble de las cantidades consumidas. La ración menos consumida fue T1 (*broza* en chicha 70% + cebadilla 30%).
- La *broza* de quinua picada con adición de macerado de quinua, constituye un recurso que puede ser aprovechado en la alimentación de llamas.

Referencias citadas

- Ahumada A., Ortega A., Chito D., Benítez R. 2016. Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): Un subproducto con alto potencial biológico. Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas. Vol. 45, nro. 3. Bogotá, Colombia. *En línea*. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74182016000300006
- Forbes J. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International, Oxon, UK.
- Frías D. 2015. Evaluación de métodos utilizados para medir la palatabilidad en cerdos de cría. Universidad de Chile. 25 p. *En línea*. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131822/Evaluacion-de-metodos-utilizados-para-medir-la-palatabilidad-en-cerdos-de-recría.pdf?sequence=1>
- García M., Raes D., Allen R., Herbas C. 2004. Dynamics of reference evapotranspiration in the Bolivian highlands (Altiplano). Agricultural and Forest Meteorology. 125: 67-82.

- GMV (Gobierno Municipal de Viacha). 2007. Plan de desarrollo municipal, tomo I. Clima, temperatura máxima y mínima. Viacha, Bolivia. 125 p. *En línea*. Disponible en: http://vpc.planificacion.gob.bo/uploads/PDM_S/02_LA%20PAZ/020801%20-%20Viacha.pdf
Consultado 20 de octubre de 2020.
- Goel G, Makkar H. 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. *Trop Anim Health Pro En línea*. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18422554/>
Consultado el 12 de julio de 2023.
- Mennella J., Griffin C., Beauchamp G. 2004. Flavor programming during infancy. *Pediatrics*. 113, 840-845.
- Nuñez 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*. vol.29, n. 3. p. 765-773. Lima, Perú. *En línea*. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172018000300007
Consultado 25 septiembre de 2023.
- Patra A., Yu Z. 2013. Effective reduction of enteric methane production by a combination of nitrate and saponin without adverse effect on feed degradability fermentation, or bacterial and archaeal communities of the rumen. *Bioresource Technology*. 148: 352–360.
- Southon S., Wright A., Price K., Fairweather-Tait S., Fenwick G. 1988. The effect of three types of saponin on iron and zinc absorption from a single meal in the rat. *Revista Británica de Nutrición*, 59 (3), 389-396. *En línea*. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/effect-of-three-types-of-saponin-on-iron-and-zinc-absorption-from-a-single-meal-in-the-rat/5FF633A9799303163953DFCCB396A02E>
- Silva I. 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. Colombia, Pacho, Cundinamarca: SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje).