



Uso de paja de quinua como alimento suplementario de ganado de leche

Use of quinoa straw as supplemental feed for dairy cattle

Utilização de palha de quinua como alimento suplementar para o gado leiteiro

Roque Orlando García-Zanabria ^I

rogarcia@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9413-3204>

Guillermo Eduardo Dávalos-Merino ^{II}

guillermodavalosm@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2347-8632>

Anita Cecilia Ríos-Rivera ^{III}

arios@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9528-1033>

Correspondencia: rogarcia@epoch.edu.ec

Ciencias naturales

Artículo de investigación

***Recibido:** 26 de enero de 2021 ***Aceptado:** 20 de febrero de 2021 * **Publicado:** 11 de marzo de 2021

- I. Ingeniero Agrónomo. Magister en Educación e Investigación educativa. Doctor en Ciencias Ambientales, Docente Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Médico Veterinario Zootecnista, Magister en Agroindustria Mención en Calidad y Seguridad Alimentaria, Gad-Riobamba, Riobamba, Ecuador.
- III. Doctora Química, Máster en Gestión Ambiental, Doctora en Ciencias Ambientales, Docente Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Resumen

El cultivo de quinua en las provincias andinas del Ecuador se ha incrementado en los últimos años, en la provincia de Chimborazo se estima una superficie superior a 3500 hectáreas; al momento de la cosecha y luego de la trilla, el rastrojo y la paja generalmente se lo quema, lo cual produce contaminación, y riesgo que el fuego se propague y ocasione daños en viviendas y sitios aledaños, además de provocar molestias a la población por humo, ceniza y ocasionar deterioro de la fauna y flora del suelo.

La cosecha y trilla de la quinua se realiza en temporal seco, el agricultor en las comunidades carece de alimento para su ganado, esto motivo a realizar la investigación para ver la factibilidad de usar el rastrojo de quinua en ensilaje dotando como alimento suplementario en ganado de leche, de la raza Holstein, los hatos de producción de leche ubicados a lo largo de la Sierra ecuatoriana dependen del pasto, siendo la base de la dieta alimenticia. La suplementación permite incrementar el consumo, por ende la productividad de los animales. Sin embargo, dado el actual marco económico en que se desarrollan las lecherías, y considerando que el costo por kilogramo de materia seca (MS) de forraje es significativamente menor que el costo por kilogramo de MS de concentrado, la suplementación con concentrados debería ser utilizada estratégicamente con el propósito de ofrecer una dieta balanceada y mantener una ración de bajo costo. El objetivo de este estudio fue la búsqueda de una estrategia de alimentación, con uso de paja de quinua, para mantener o incrementar el desempeño productivo en vacas lecheras. Y reducir dependencia por parte de los ganaderos de insumos externos. Sometiendo a tres diferentes estrategias de alimentación a vacas lecheras Holstein.

Palabras clave: Suplemento alimenticio; proteína cruda; fibra cruda; ensilaje.

Abstract

The cultivation of quinoa in the Andean provinces of Ecuador has increased in recent years, in the province of Chimborazo is estimated an area of over 3500 hectares; at the time of harvesting and after threshing, the stubble and straw is generally burned, which causes pollution, and risk that the fire spreads and causes damage to homes and surrounding sites, besides causing discomfort to the population by smoke, ash and cause deterioration of the fauna and flora of the soil.

The harvest and threshing of quinoa is done in dry season, the farmer in the communities lacks food for their livestock, this motivated the research to see the feasibility of using the quinoa stubble in silage as supplementary feed for dairy cattle of the Holstein breed, the milk production herds located along the

Ecuadorian Sierra depend on grass, being the basis of the diet. Supplementation allows for an increase in consumption, thus increasing the productivity of the animals. However, given the current economic framework in which dairies are developed, and considering that the cost per kilogram of dry matter (DM) of forage is significantly lower than the cost per kilogram of DM of concentrate, supplementation with concentrates should be used strategically in order to provide a balanced diet and maintain a low-cost ration. The objective of this study was to search for a feeding strategy, using quinoa straw, to maintain or increase the productive performance of dairy cows. The objective of this study was to find a feeding strategy, using quinoa straw, to maintain or increase the productive performance of dairy cows and reduce the dependence of farmers on external inputs. By subjecting Holstein dairy cows to three different feeding strategies.

Keywords: Feed supplement; crude protein; crude fiber; silage.

Resumo

O cultivo de quinua nas províncias andinas do Equador aumentou nos últimos anos, na província de Chimborazo estima-se uma área de mais de 3500 hectares, no momento da colheita e após a debulha, o restolho e a palha são geralmente queimados, o que causa poluição, e o risco de que o fogo se propague e cause danos às casas e locais circundantes, além de causar desconforto à população pelo fumo, cinzas e causar a deterioração da fauna e flora do solo.

A colheita e debulha de quinua é feita na estação seca, o agricultor das comunidades carece de alimentos para o seu gado, o que motivou a investigação para ver a viabilidade de utilizar o restolho de quinua em ensilagem, fornecendo rações suplementares no gado leiteiro, da raça Holstein, sendo os rebanhos de produção de leite localizados ao longo da Serra equatoriana dependentes da erva, sendo a base da dieta. A suplementação permite aumentar o consumo e, portanto, a produtividade dos animais. Contudo, dado o actual quadro económico em que se desenvolvem as centrais leiteiras, e considerando que o custo por quilograma de matéria seca (DM) de forragem é significativamente inferior ao custo por quilograma de DM de concentrado, a suplementação com concentrados deve ser utilizada estrategicamente a fim de proporcionar uma dieta equilibrada e manter uma ração de baixo custo. O objectivo deste estudo era procurar uma estratégia de alimentação, utilizando palha de quinua, para manter ou aumentar o desempenho produtivo das vacas leiteiras. E para reduzir a dependência dos agricultores dos factores de produção externos. Ao submeter três estratégias diferentes de alimentação às vacas leiteiras Holstein.

Palavras chave: Suplemento alimentar; proteína bruta; fibra bruta; ensilagem.

Introducción

En la sierra la forma común de alimentar vacas lactantes es a base de pasturas, que el animal obtiene por medio de pastoreo, la mayoría de productores busca menores costos de producción, y tener mayores ganancias; Sin embargo, la irregularidad climática, la baja calidad de las pasturas, las demandas nutricionales de vacas lecheras de alta producción, indican que la alimentación únicamente mediante pastoreo, es un factor limitante (Avila & Gutiérrez, 2010).

El uso de pasturas en alimentación de vacas lecheras, resulta, un sistema de alimentación de bajo costo, las pasturas son fuente de nutrientes barata (Bargo, Muller, Delahoy, & Cassidy, 2002). Los sistemas pastoriles eficientes se caracterizan por alta producción de leche por unidad de superficie, mientras que sistemas en confinamiento se caracterizan por alta producción por vaca (Clark & Kanneganti, 1998). Los hatos de producción de leche ubicados a lo largo de la Sierra ecuatoriana dependen del pasto, siendo la base de la dieta alimenticia. Sin embargo, hay limitaciones con el pasto para aportar la proporción adecuada y la cantidad de nutrientes que le son indispensables a la vaca, para satisfacer requerimientos nutricionales, en épocas de escasez, cuando baja el rendimiento y la calidad del forraje, afecta al ganado de alta producción (Barrera, León-Velarde, Grijalva, & Chamorro, 2004).

En sistemas intensivos con vacas de alta producción, la suplementación permite incrementar el consumo, y la productividad de animales. Sin embargo, dado el actual marco económico en que se desarrollan las lecherías, considerando el costo por kilogramo de materia seca (MS) de forraje es significativamente menor que el costo por kilogramo de MS de concentrado, la suplementación con concentrados debería ser utilizada estratégicamente con propósito de ofrecer dieta balanceada, mantener ración de bajo costo (Balocchi, Pulido, & Fernández, 2002). El objetivo del estudio es buscar estrategias de suplementación, para mantener o incrementar el desempeño productivo en vacas lecheras, debido a escasez de alimento, limitaciones medioambientales (sequías prolongadas, baja disponibilidad de pastos, calidad de pastos), dependencia por parte de los ganaderos de insumos externos. Sometiendo a tres diferentes estrategias de alimentación a vacas lecheras Holstein, los cuales son: sistema de pastoreo rotacional más concentrado comercial, habitual en producción lechera del sector; Pastoreo rotacional + ensilaje de calcha de maíz (*Zea mays*) y concentrado comercial y Pastoreo rotacional suplementado con combinación de ensilado de calcha de maíz (*Zea mays*) + ensilado de rastrojo de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y concentrado comercial.

Por pastoreo rotativo se conoce el sistema en el cual los animales entran al potrero , permanecen por un periodo determinado de tiempo para luego pasar a otro potrero y así sucesivamente hasta volver eventualmente al potrero inicial repitiendo el ciclo (Caballero & Hervas, 1985).

Los bovinos de Leche deben ser alimentados para lograr producción óptima. Las razones para llevar a cabo la suplementación incluyen: incremento en ganancias, uso adecuado de praderas, compensar deficiencias de nutrientes, para sostener la condición del animal con adecuada producción cuando hay limitaciones de forraje (Ramírez R. 2009). Las principales ventajas del uso del ensilaje es la posibilidad de usar la fermentación como un medio de lograr un alimento mejor adaptado a necesidades del ganado para ser ingerido (McCullough, 1976). Las consideraciones a tomarse en cuenta cuando para un programa de suplementación son: ¿Qué suplementar?, ¿cuándo y qué tanto?, el método de suministro de alimento, la frecuencia de suplementación (Ramírez R. 2009).

El ensilado, producto que resulta del forraje cortado, almacenado en condiciones anaeróbicas donde las bacterias fermentan los carbohidratos a ácidos orgánicos, resultando un producto cuyo pH varía de 3.5 - 4.5 (Avila & Gutiérrez, 2010). El ensilaje de maíz es utilizado en alimentación del ganado. Las variedades de maíz se cosechan cuando los granos están duros, producen excelentes ensilajes, los cuales, suplementados únicamente con proteína y minerales, favorecen rendimientos elevados en ganado lechero.

En rumiantes la utilización de quinua básicamente es en forma de forraje, ensilaje y la adición de residuos de cosecha, no existiendo problemas por presencia de saponinas, al contrario, en cierta manera ejerce control de parásitos internos (Cadena, 2016).

En investigaciones sobre el ensilaje de quinua, los valores de grasa, cenizas y proteínas eran similares a los de quinua fresca, mientras que se incrementaron los valores de fibra e hidratos de carbono en quinua ensilada. El autor afirmó que el porcentaje de proteínas de quinua fue más alto que el de gramíneas, pero más bajo que de leguminosas , que el ganado demostró preferencia por la quinua verde en comparación a la cebada forrajera.

El ensilaje de quinua presenta palatabilidad para ganado lechero significando esto, un alto consumo del ensilaje de quinua, representando aproximadamente hasta el 50% del consumo total de la ración diaria en terneras Holstein (Baquero, 1991).

Los alimentos balanceados se caracterizan por alta concentración de nutrientes por kilogramo de alimento; generalmente poseen contenido de materia seca superior al 85% con menos del 16% de fibra cruda (Barrera, León-Velarde, Grijalva, & Chamorro, 2004). Morales, Rivero, & Omaira (2002), señala

que el balanceado es alimento preparado con varios ingredientes, para suplir los requerimientos del animal en su mantenimiento.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la provincia de Chimborazo, el rastrojo , paja de quinua (Figura 1), se obtuvo de cultivo realizado en cantón Riobamba, parroquia Licto, comunidad Tunshi, se utilizó en vacas holstein ubicadas en el cantón Guamote, parroquia Cebadas, en sector denominado el Encanto, ubicado a una altitud de 3375 m.s.n.m , con temperatura promedio de 12,6oC , precipitación de 1200mm/ año, suelo de textura franca, se utilizó 9 vacas de la raza Holstein friesian, divididas en 3 grupos según su número de lactancias, todas en primer tercio de lactancia, con peso promedio de 483.91 kg; y condición corporal promedio de 2.5. se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), se realizó ADEVA para las variables evaluadas, la diferencia de medias se realizó mediante Tukey 5%. El rendimiento de leche se registró a diario de forma individual por vaca (Kg/día) durante 28 días que duró el experimento, según el sistema de ordeño que maneja la ganadería, con dos ordeños, uno por la mañana 5:00 am y otro por la tarde 15:00 pm, Se utilizó una balanza previamente calibrada, dedicada exclusivamente para este fin, y baldes graduados. Con muestreos diarios de leche, por ordeño, para posteriormente mediante un equipo analizador ultrasónico Milkotester, determinar contenido de grasa y proteína. La disponibilidad de forraje fue medida, utilizando un plato medidor de pradera (JENQUIP® Filip`'s folding plate pasture meter, New Zealand) para determinar disponibilidad de materia seca en potreros, a partir de esto se regulo las franjas para consumo diario durante el ensayo. Se utiliza picadora de forraje de precisión JF-50 Maxxium, ensiladora Silo Pack J-401 y bolsas de polietileno negras (Figura 2).

Resultados y discusión

El cultivo de quinua posterior a cosecha y trilla produce alto porcentaje de residuos como paja, rastrojo para utilizarlo en ensilaje, para dotar como suplemento en alimentación de ganado de leche, reduciendo costos y necesidad de utilizar otro tipo de suplemento, resultando útil en épocas de escases de forraje, teniendo presente su valor nutricional como se puede ver en la tabla 1. Y en tabla 2 resultado de análisis del potrero.

Tabla 1: Resultados de análisis bromatológicos de suplementos utilizados en el ensayo

MUESTRA	% MS	% PC	% G	% FC	% C	% MO
CC BIO	87	16	4	11	10	77
ERQ	52.96	6.16	2.3	8.08	7.06	45.9
ECM	17.14	2.71	0.71	2.8	2.16	14.98

CC BIO= Concentrado Comercial BIOLECHE®. ERQ= Ensilaje de Rastrojo de Quinua. ECM= Ensilaje de Calcha de Maíz. %MS= Porcentaje de Materia Seca. %PC= Porcentaje de Proteína Cruda. %G= Porcentaje de Grasa. %FC= Porcentaje de Fibra Cruda. %C= Porcentaje de Cenizas. %MO= Porcentaje de Materia Orgánica.

Tabla 2: Resultado del análisis bromatológico del potrero utilizado durante el periodo experimental.

MUESTRA	% MS	% PC	% G	% FC	% C	% MO
POTRERO	23.9	4.66	1.63	2.6	2.44	21.46

%MS= Porcentaje de Materia Seca. %PC= Porcentaje de Proteína Cruda. %G= Porcentaje de Grasa. %FC= Porcentaje de Fibra Cruda. %C= Porcentaje de Cenizas. %MO= Porcentaje de Materia Orgánica. La disponibilidad de forraje fue estimada, utilizando un plato medidor de pradera (JENQUIP® Filip's folding plate pasture meter, New Zealand) para determinar disponibilidad de materia seca en potreros (Fernández, 2004), mediante la siguiente fórmula: Disponibilidad en Kg/MS/Ha= $((y - x)/z) * 158 + 200$ (JENQUIP, 2016).

$$\begin{aligned}
 x &= 9934 & ((y - x)/z) * 158 + 200 &= \\
 y &= 10914 & ((10914-9934)/30) * 158 + 200 &= \\
 z &= 30 & \mathbf{5361.33 \text{ Kg/MS/Ha}} &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &10000\text{m}^2 \quad 5361.33 \\
 &7000 \text{ m}^2 &= \mathbf{3752.931 \text{ Kg/MS/7000 m}^2}
 \end{aligned}$$

Cálculo de la Disponibilidad de kilogramos de Materia Seca en el potrero utilizado.

El consumo de materia seca por unidad animal adulta es 3% de su peso o bien 1.13 kg por c/45 kg de p.v. (Flores, 1987). En el ensayo el peso promedio de las vacas utilizadas fue de 483.91 kg,

aproximadamente el consumo diario para cada vaca fue de 14.51 kg/MS, por tanto el consumo de las 9 vacas por día fue aproximadamente de 130.59 kg/MS total/día, durante el ensayo el consumo total aproximado de materia seca fue de 3656.52 Kg. La disponibilidad de materia seca del potrero fue suficiente para los 28 días que duró el ensayo.

A partir de datos obtenidos anteriormente se determina, Carga animal con la siguiente fórmula: Carga Animal= Disponibilidad total/Oferta (kg MS/animal) (Pizzio, 2003).

$$\text{Disponibilidad} = 5361.33 \text{ kg/MS} \quad \text{Oferta} = 426.59 \text{ kg/MS/animal}$$

$$\text{Carga animal} = \text{Disponibilidad total/Oferta (kg MS/animal)} = 13 \text{ animal/ha}$$

$$9.1 \text{ animal/7000m}^2$$

En la Tabla 3 se observa que la PDNL/s, PDNL/Total, el %G/s y el %P/s, no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Tabla 3: Rendimiento productivo (Kg leche) y porcentaje de grasa y proteína en vacas lecheras Holstein en pastoreo rotativo sometidas a diferentes estrategias de suplementación.

VARIABLES	TRATAMIENTOS			ESM	Valor P
	S1	S2	S3		
PDNL/s1	16.88 ^A	18.45 ^A	21.91 ^A	1.32	0.1197
PDNL/s2	17.62 ^A	18.98 ^A	21.81 ^A	1.55	0.2616
PDNL/s3	18.83 ^A	20.83 ^A	23.64 ^A	1.22	0.1139
PDNL/s4	19.41 ^A	20.76 ^A	22.71 ^A	1.06	0.1993
PDNL/Total	509.17 ^A	553.17 ^A	630.50 ^A	32.17	0.1255
% G/s1	3.15 ^A	3.76 ^A	3.04 ^A	0.22	0.1489
% G/s2	3.19 ^A	3.27 ^A	3.25 ^A	0.15	0.9208
% G/s3	3.70 ^A	3.77 ^A	3.83 ^A	0.18	0.8834
% G/s4	3.74 ^A	3.72 ^A	3.79 ^A	0.23	0.9762
% P/s1	3.19 ^A	3.23 ^A	3.11 ^A	0.02	0.0607
% P/s2	3.15 ^A	3.19 ^A	3.14 ^A	0.03	0.4960
% P/s3	3.16 ^A	3.17 ^A	3.17 ^A	0.03	0.9652
% P/s4	3.15 ^A	3.16 ^A	3.15 ^A	0.01	0.7243

Fuente: Autores, 2021

Letras semejantes en la misma fila no difieren estadísticamente ($p>0.05$). ESM= Error Estándar de la Media. PDNL/s= Promedio de producción de leche/kg/semana. PDNL/Total= Producción de leche total durante el ensayo. % G/s= Promedio de porcentaje de grasa/semana. % P/s= Promedio de porcentaje de proteína/semana. S1= Suplementación con 4Kg de concentrado comercial. S2= Suplementación con 1.5Kg de concentrado comercial + 5Kg de ensilaje de calcha de maíz. S3= Suplementación con 1.5Kg de concentrado comercial + 4Kg de ensilaje de calcha de maíz + 1Kg de ensilaje de quinua. En la Tabla 4 se observa que el PV/s y la CC/s, no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P<0.05$) entre tratamientos.

Tabla 4: Peso vivo (Kg) y Condición corporal en vacas lecheras Holstein en pastoreo rotativo sometidas a diferentes estrategias de suplementación.

	TRATAMIENTOS			ESM	Valor P
	S1	S2	S3		
PV/s1	488.55 ^A	463.05 ^A	482.89 ^A	17.02	0.5833
PV/s2	482.54 ^A	449.96 ^A	485.06 ^A	12.59	0.2047
PV/s3	504.69 ^A	467.36 ^A	485.09 ^A	12.47	0.2222
PV/s4	507.35 ^A	470.02 ^A	482.37 ^A	13.51	0.2524
CC/s1	2.33 ^A	2.00 ^A	2.17 ^A	0.17	0.4444
CC/s2	2.33 ^A	2.17 ^A	2.33 ^A	0.15	0.6944
CC/s3	2.33 ^A	2.33 ^A	2.67 ^A	0.19	0.4444
CC/s4	2.33 ^A	2.17 ^A	2.50 ^A	0.24	0.6400

Letras semejantes en la misma fila no difieren estadísticamente ($p>0.05$). ESM= Error Estándar de la Media. PV/s= Peso vivo en kg/semana. CC/s= Condición corporal/semana.

En la Tabla 5 se puede observar la diferencia de costos entre tratamientos, siendo el menor costo para S1, seguido por S2 y por último, con el costo más alto S3.

Tabla 5: Costos por tratamientos usados en el ensayo.

TRATAMIENTOS	UNIDAD	COSTO/Kg (\$)	COSTO TOTAL (\$)
S1	336 Kg CC	0.53	178.08
TOTAL		0.53	178.08
S2	126 Kg CC	0.53	66.78
	840 Kg ECM	0.04	33.6

TOTAL		0.60	100.38
S3	126 Kg CC	0.53	66.78
	672 Kg ECM	0.04	26.88
	168 Kg ERQ	0.03	5.04
TOTAL			98.70

S1= Suplementación con 4Kg de concentrado comercial. S2= Suplementación con 1.5Kg de concentrado comercial + 5Kg de ensilaje de calcha de maíz. S3= Suplementación con 1.5Kg de concentrado comercial + 4Kg de ensilaje de calcha de maíz + 1Kg de ensilaje de quinua.

En el trabajo de investigación se observó que la suplementación con 5Kg de ensilaje de calcha de maíz más 1.5Kg de concentrado comercial al día, o su combinación con un 20% de ensilaje de rastrojo de quinua más 1.5Kg de concentrado comercial al día y la suplementación a base de 4Kg de concentrado comercial únicamente; en cuanto al rendimiento productivo, contenido de grasa y proteína, peso vivo y condición corporal, no mostraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$), aunque la producción total al final del ensayo fue mayor numéricamente para la suplementación basada en 4Kg de ensilaje de calcha de maíz más 1Kg de ensilaje de quinua y 1.5Kg de concentrado comercial con una producción promedio total de 630.50 Kg de leche, a diferencia de 553.17 y 509.17 Kg de leche para los tratamientos S2 y S1 respectivamente. El hecho de mantener los indicadores productivos y ligeramente aumentar la producción total de leche en S3 se debió posiblemente al contenido nutrimental que aporta el rastrojo de quinua (Bazile, Bertero, & Nieto, 2014), el cual ayuda a mejorar el ambiente ruminal, mejor aprovechamiento de energía además mayor producción de proteína microbiana en el rumen, debido a menor producción de gas (Cadena, 2016).

Se puede esperar que el alto contenido de fibra del ensilaje de rastrojo de quinua probablemente está asociado a altos contenidos de fibra detergente neutra (FDN) (Cadena, 2016), que es fuente de carbohidratos altamente solubles en el rumen (Araiza, y otros, 2013) y que representan la base para la producción de ácidos grasos volátiles, por tanto se puede decir que el ligero aumento en producción de leche para el S3, resultado de absorción de ácido acético a través del rumen (Zavaleta, 2009).

El alto contenido de fibra del ensilaje de rastrojo de quinua (figura 3), supera casi tres veces al contenido del ensilaje de calcha de maíz, (Tabla 1), lo cual podría ser una ventaja para regular, tasa de pasaje de las partículas de alimento más equilibrado (Anrique, 2002), con mayor tiempo de retención, mayor aprovechamiento de nutrientes (Bargo F., 2003).

Por otra parte se observó, un contenido de grasa superior para rastrojo de quinua, lo cual puede ser fuente importante de energía (Shimada, 2009) para microorganismos ruminales, que a partir de esta energía pueden colonizar adecuadamente y actuar sobre el alimento de mejor manera.

En costos, se presentaron resultados favorables, el costo total de producción de S2 y S3 fue menor a los costos del S1, siendo 178.08\$, 100.38\$ y 98.70\$ para los suplementos S1, S2 y S3 respectivamente, demostrando que se mantiene el rendimiento productivo en vacas lecheras Holstein en pastoreo rotativo disminuyendo 79.38 dólares los costos de suplementación por el periodo del ensayo, con una suplementación que consistió básicamente en subproductos de cosecha y que fácilmente están al alcance de los ganaderos de la zona del estudio.

Figura 1: Trilla de quinua.



Fuente: Autores, 2021

Figura 2: Preparación ensilaje.



Fuente: Autores, 2021

Figura 3: Ensilaje.



Fuente: Autores, 2021

Conclusiones

Se puede disminuir la dependencia de concentrado comercial como único suplemento para vacas Holstein en lactancia sin afectar los indicadores productivos, mediante el uso de ensilajes combinados de rastrojo de quinua (*Chenopodium quinoa*) (20%) y calcha de maíz (*Zea mays*) (80%).

Los costos de la suplementación con 1.5Kg de concentrado comercial más 4Kg de ensilaje de calcha de maíz más 1Kg de ensilaje de rastrojo de quinua, presentan valores más bajos en comparación con los otros suplementos estudiados, de tal manera que la utilización de productos poco convencionales para la alimentación de vacas lecheras como el rastrojo de quinua es factible económicamente para aplicar en la zona que fue efectuado el presente trabajo de investigación.

La utilización de paja de quinua para ensilaje disminuye la quema y los efectos de contaminación en zonas andinas.

Referencias

1. Avila, S., & Gutiérrez, A. (2010). Producción de leche con ganado bovino. México D.F.: El Manual Moderno, S.A. de C.V.
2. Balocchi, O., Pulido, R., & Fernández, J. (2002). Grazing behaviour of dairy cows with and without concentrate supplementation. *Chilean journal of agricultural research*, 180-193.
3. Baquero, L. (1991). Alimento de los incas para terneras holstein. *Carta Ganadera (Colombia)*, 30-33.
4. Bargo, F., Muller, L., Delahoy, J., & Cassidy, T. (2002). Milk Response to Concentrate Supplementation of High Producing Dairy Cows Grazing at Two Pasture Allowances. *Journal of Dairy Science*, 1777-1792.
5. Barrera, V., León-Velarde, C., Grijalva, J., & Chamorro, F. (2004). Manejo del sistema de producción “papa-leche” en la sierra ecuatoriana. INIAP-CIP-PROMSA. Quito: ABYA-YALA.
6. Caballero, H., & Hervas, T. (1985). Producción Lechera en la Sierra Ecuatoriana. Quito: IICA.
7. Cadena, D. R. (2016). “EFECTO DE LA INGESTIÓN DE *Chenopodium quinoa* SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN OVINOS Y PRODUCCIÓN DE GAS in vitro. Repositorio digital UTA..

8. Clark, D., & Kanneganti, V. (1998). Grazing management systems for dairy cattle. London: Cherney, J. H., and D. J. R. Cherney, eds. CAB International.
9. Fernández, I., & Fuentes, A. (2013). Determinación del contenido en grasa de la leche por el método Gerber. Valencia: Universitat Politècnica de València.
10. McCullough, M. (1976). Alimentación Práctica de la Vaca Lechera. Barcelona: Editorial AEDOS.
11. Morales, A., Rivero, S., & Omaira, A. (2002). Alternativas Tecnológicas para la Producción competitiva de Leche en el Trópico Alto. Bogotá: Produmedios.
12. Ramírez, R. (2009). Nutrición de Rumiantes Sistemas Extensivos. México, D.F.: Trillas.
13. Shimada, A. (2009). Nutrición Animal. México, D.F.: Trillas.
14. Zavaleta, A. (6 de Abril de 2009). Estimacion del peso vivo de los bovinos en el Municipio de Nocupetaro, a traves del perimetro toraxico, abdominal y la longitud corporal. Obtenido de Engormix:[http://www.ergormix.com/MA-ganaderia carne/frigorifico/articulos](http://www.ergormix.com/MA-ganaderia%20carne/frigorifico/articulos).

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).