



Original

Sustitución de pasta de soya por grano de *Lupinus mutabilis* en balanceado para vacas lecheras

Substitution of soybean paste for *Lupinus mutabilis* grain in feed for dairy cows

Maritza Katalina Sarmiento Contreras *, Mercy Maribel Muy Pulgarín **, Guillermo Emilio Guevara Viera **, Raúl V. Guevara Viera **, Carlos Santiago Torres Inga **

*Clínica de especialidades “Lé peluts”, Ave. 24 mayo. Azogues. Ecuador.

**Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carrera de Medicina Veterinaria. Ecuador.

Correspondencia: guillermo.guevara@ucuenca.edu.ec

Recibido: Diciembre, 2024; Aceptado: Diciembre, 2024; Publicado: Enero, 2025.

RESUMEN

Antecedentes: Durante los últimos años, la producción láctea ha incrementado de un 2 a 3% por vaca por año y con ello los requerimientos de las necesidades nutricionales. Se han estudiado diferentes alternativas de alimentación de la especie bovina para poder satisfacer dichas demandas. **Objetivo.** Evaluar el efecto del reemplazo de la pasta de soya por el grano de chocho (*Lupinus mutabilis*) en un alimento balanceado para vacas lecheras. **Materiales y métodos:** El trabajo se llevó a cabo en la granja experimental “Irquis” de la Universidad de Cuenca ubicada en provincia del Azuay. Se seleccionaron 6 pares de vacas Holstein no registradas en la asociación de la raza, cada pareja con igual paridad, y se dividieron en dos grupos con una vaca de cada par. Se utilizó un diseño de cambio Switchback para dos tratamientos; balanceado con lupino y balanceado con soya, de tres periodos, con recesos entre ellos, cada uno compuesto de tres días de adaptación iniciales y luego siete de mediciones con pesaje de la leche producida individualmente. Al llegar al último día de cada periodo se tomaron muestras de 400 ml de leche de las doce vacas y se transportó al laboratorio de Lactología de la Universidad de Cuenca para ser analizados en %grasa, %proteína, %lactosa, %sólidos totales, %sólidos grasos y densidad. **Resultados:** Los resultados de producción láctea, calidad de la leche, el porcentaje de grasa, sólidos totales, densidad y pH no presentaron diferencia significativa ($P > 0,05$) entre ambos tratamientos. Sin embargo, el tratamiento con soya fue superior, ($P < 0,05$) en proteína, lactosa y sólidos no grasos. **Conclusiones:** El uso del lupino en la alimentación para vacas lecheras pudiera reemplazar efectivamente a la pasta de soya como fuente proteica y de extracto etéreo para la fabricación de alimentos balanceados, ya que debido a su composición nutricional puede influir

Como citar (APA) Sarmiento Contreras, M.K., Muy Pulgarín, M.M., Guevara Viera, G.E., Guevara Viera, R.V., & Torres Inga, C.S. (2024). Sustitución de pasta de soya por grano de *Lupinus mutabilis* en balanceado para vacas lecheras. *Revista De Producción Animal*, 36(3). <https://apm.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e162>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

en la producción láctea a niveles similares que la pasta de soya, pero se requieren más experimentos en este tema.

Palabras clave: bóvidos, lupino, concentrado, producción lechera (*Fuente: AGROVOC*)

ABSTRACT

Background: During the last few years, milk production has increased by 2 to 3% per cow per year and with it the requirements of nutritional needs. Different feeding alternatives for the bovine species have been studied in order to meet these demands, therefore. **Objective.** Evaluate the effect of replacing soybean paste with pig grain (*Lupinus mutabilis*) in a balanced feed for dairy cows. **Materials and methods:** The work was carried out at the experimental farm "Irquis" of the University of Cuenca located in the province of Azuay. 6 pairs of Holstein cows not registered in the breed association were selected, each pair with equal parity, and divided into two groups with one cow from each pair. A switchback shift design was used for two treatments; balanced with lupin and balanced with soy, of three periods, with breaks between them, each one composed of three days of initial adaptation and then seven of measurements with weighing of the milk produced individually. On the last day of each period, samples of 400 ml of milk were taken from the twelve cows and transported to the Lactology laboratory of the University of Cuenca to be analyzed in %fat, %protein, %lactose, %total solids, %fat solids and density. **Results:** The results of milk production, milk quality, fat percentage, total solids, density and pH did not show significant differences ($P > 0.05$) between both treatments. However, the treatment with soy was superior, ($P < 0.05$) in protein, lactose and non-fat solids. **Conclusions:** The use of lupin in dairy cow feed could effectively replace soybean paste as a source of protein and ether extract for the manufacture of balanced feeds, since due to its nutritional composition it can influence milk production at similar levels to soybean paste, but more experiments are required in this area.

Keywords: cattle, lupine, concentrated, milk production (*Source: AGROVOC*)

INTRODUCCIÓN

El género *Lupinus* tiene su origen en la región andina de Perú, Bolivia y Ecuador y en estos tres países se encuentra la mayor parte de variabilidad genética de la especie *Lupinus*, donde se han identificado 83 especies, de las cuales las más comunes son: *L. mutabilis*, *L. luteus*, *L. angustifolius* y *L. albus*. Chiguachi (2017). El lupino era ampliamente cultivado en la región andina de Ecuador, sin embargo, esto ha disminuido de forma drástica ya que según los agricultores no se puede competir con leguminosas importadas que se comercializan más y generan mayores ingresos, por tal motivo se ha optado por la importación de granos de cereales para la elaboración de balanceados y con ello para satisfacer la demanda del mercado nacional, ya que los cultivos propios del país no satisfacen dichas demandas, (Peralta, 2016).

Por esa falta de suplementos la media de producción diaria de leche bovina obtenida es baja, superior a la de la provincia del Azuay (7,56 kg), e inferior a la de la provincia de Pichincha (11,27 kg). Otros reportes de ESPAC (2021), indican que en general es este el nivel más común de rendimiento lechero diario en la mayoría de las granjas lecheras del Ecuador y de la Sudamérica del Pacífico.

En el 2022, APROBAL (Asociación de Productores de Alimentos Balanceados) indicó que el país importó 1´490.000 TM de harina de soya. El sector agrícola ecuatoriano ofrece únicamente 20 mil hectáreas de este cultivo, mientras que se requiere de 750 mil hectáreas de cultivo para cubrir el total de la demanda. Por otro lado, Ecuador produce aproximadamente 40.000 TM de soya, del total producido solo una parte es destinada para la elaboración de balanceados y otra para elaboración de otros subproductos como el aceite de soya, dicha entidad recomienda que se empiecen a buscar opciones para sustituir a la soya que ofrezcan similar contenido de nutrientes.

Las semillas de lupino, según Lucas *et al.* (2015) son una buena alternativa para emplearse como fuente proteica en la alimentación de vacas lecheras y Froidmont y Bartiaux-Thill (2004) sustituyeron a la soya por el grano de lupino y guisantes y determinaron que la producción láctea fue superior y aumentó la grasa láctea al usar el grano de lupino reemplazando a la soya en un 75%, por lo tanto, los autores determinaron que las semillas de lupino pueden reemplazar eficientemente a la soya para la alimentación de vacas lecheras en alta producción. Emile *et al.* (1991) por su parte, usaron el *Lupinus albus* para sustituir a la soya en vacas lecheras en tres ensayos donde concluyen que este grano puede ser usado para elaborar concentrados y sustituir a la soya. En la actualidad en el país no existen reportes en los que se mencione que el lupino ha sido usado como una opción para sustituir otras fuentes proteicas, en particular la soya, que predomina en los balanceados para la producción lechera.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del reemplazo de pasta de soya por grano de chocho (*Lupinus mutabilis*) en un alimento balanceado para vacas lecheras

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente estudio se realizó en la granja experimental “Irquis” de la Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Se encuentra ubicada en el km 23, de la vía Cuenca-Girón a la altura de a 2663 msnm. Tiene una extensión aproximada de 507,8 hectáreas, la temperatura oscila alrededor de los 8°C.

Metodología experimental

Se elaboraron dos tratamientos los cuales consistieron en: Tratamiento 1 (T1) balanceado con grano de lupino y Tratamiento 2 (T2) balanceado con pasta de soya (control). La determinación de la cantidad de balanceado a administrarse estuvo en función de la producción láctea de cada animal que debía estar en los 11 kilogramos diarios. La formulación del balanceado realizado en la granja experimental de Irquis consta de: afrecho de trigo, maíz molido, Afrecho de avena, melaza, pasta de soya, sal mineral. En el tratamiento experimental la soya fue reemplazada por el lupino de acuerdo al requerimiento nutricional de las vacas lecheras. Al momento que las vacas finalizaban el ordeño, se identificaba a las que consumían el T1 o T2 de acuerdo al periodo en el

que se encontraban, con ayuda de los listones, entraban de una en una al collarín, a medida que iban entrando se les colocó el alimento, de tal manera que cada vaca consumiera su respectivo balanceado. Las vacas seleccionadas pastorean todo el tiempo en un sistema rotacional, tomando en cuenta que hay momentos en que esta actividad se ve interrumpida cuando los animales se trasladan al ordeño dos veces al día.

Se seleccionaron 6 pares de vacas Holstein no registradas en la asociación de la raza, cada pareja con igual número de partos; de dos a 4 y con hasta tres meses de lactancia, y se dividieron en dos grupos con una vaca de cada par. Se utilizó un diseño de cambio Switchback (doble reverso) propuesto por (Lucas, 1956) y utilizado por Obispo et al., (2004), de tres periodos, con recesos entre ellos, cada uno compuesto de tres días de adaptación y luego siete de mediciones con pesaje de la leche producida individualmente.

Al llegar al último día de cada periodo se tomaron muestras de 400 ml de leche de las doce vacas y se transportó al laboratorio de Lactología de la Universidad de Cuenca para analizar: calidad de la leche, % grasa, % proteína, sólidos totales, sólidos no grasos. Las vacas fueron seleccionadas de acuerdo a una condición corporal en una escala de 1 a 5, con un valor alrededor de 3 y 4.

Estudio bromatológico de lupino

En la tabla 1, se muestran los resultados obtenidos del análisis bromatológico de una muestra de grano de lupino empleado, (proceso descrito en la metodología).

Tabla 1. Composición bromatológica del grano de *Lupinus mutabilis* sweet.

Parámetro	Unidad	Resultado
Cenizas	%	1,176
Fibra	%	19,47
Extracto etereo	%	15,696
Humedad	%	0,584
Proteína	%	44,926

Según los cálculos realizados al hacer la formulación en base a las necesidades nutricionales de las vacas pertenecientes a la Granja Irquis se administró un total de 2,75 kg de balanceado por vaca por día distribuido (con lupino Tabla 2 y con soja Tabla 3) en dos raciones diarias después de cada ordeño (mañana y tarde).

Tabla 2. Formulación de dieta con lupino para bovinos lecheros en la Granja Irquis.

INGREDIENTES	% Inclusion Base Seca	EM		PC		FC	
		Kcal/Kg MS		% BS		% BS	
		CONT.	CALC.	CONT.	CALC.	CONT.	CALC.
Maíz molido	13,900%	3.315,52	460,86	9,20%	1,28%	2,50%	0,35%
Melaza de caña	2,200%	2.795,85	61,51	4,08%	0,09%	3,40%	0,07%
Afrecho de trigo	46,700%	2.905,61	1356,92	14,61%	6,82%	18,30%	8,55%
Lupino	9,000%	1.700,58	153,05	45 %	4,86%	19,47%	1,20%
Afrecho de avena	28,200%	2.490,00	702,18	4,01%	1,13%	32,15%	9,07%

Σ Calculada	100,00%	2.734,52	14,18%	19,23%
Requerimiento	100,00%	2.500,00	15,00%	20,00%

Tabla 3. Formulación de dieta con soya para bovinos lecheros en la Granja Irquis.

INGREDIENTES	% Inclusión Base Seca	EM		PC		FC	
		Kcal/Kg MS		% BS		% BS	
		CONT.	CALC.	CONT.	CALC.	CONT.	CALC.
Maíz molido	13,900%	3.315,52	460,86	9,20%	1,28%	2,50%	0,35%
Pasta de soya	9,000%	2.694,03	242,46	52,81%	4,75%	3,70%	0,33%
Melaza de caña	2,200%	2.795,85	61,51	4,08%	0,09%	3,40%	0,07%
Afrecho de trigo	46,700%	2.905,61	1356,92	14,61%	6,82%	18,30%	8,55%
Afrecho de avena	28,200%	2.490,00	702,18	4,01%	1,13%	32,15%	9,07%
Σ Calculada	100,00%	2.823,93		14,07%		18,37%	
Requerimiento	100,00%	2.500,00		15,00%		20,00%	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos de la producción de los últimos tres días de cada periodo por vaca no se observó diferencia significativa entre los dos tratamientos comparados, ver tabla 4. Esto cumple con el resultado similar esperado al momento de elaborar los balanceados para que ambos cubrieran las necesidades nutricionales de las vacas al nivel productivo de 11 kg de leche/día. Al comprobar que el balanceado con lupino logra un rendimiento lechero diario equivalente al presentado por el balanceado con soya se obtiene la información básica para conformar las el uso del lupino como alternativa para los balanceados para vacas lecheras en granjas de mediana producción en la sierra ecuatoriana.

Tabla 4. Comparación de la producción láctea media de los últimos tres días de cada período.

Componente	Tratamientos		
	T1 (Lupino)	T2 (Soya)	
Producción	9,18 ± 1,362	8,45 ± 1,167	P > 0,05

Valores de P > 0,05 no difieren significativamente.

En los resultados de la investigación de Menkowski *et al.* (2019), se obtuvieron producciones superiores a 20 kilogramos de leche por día, al comparar tratamientos con soya respecto a tratamientos con diferentes mezclas de faba y lupino en dietas para vacas Holstein, pero los forrajes alcanzaban el 60% y las mezclas concentradas el 40%, esto último es muy superior a lo empleado en este trabajo y por tanto influye en una mayor producción diaria, pero en dichos experimentos la soya no difirió significativamente del lupino.

Independientemente de la superioridad de la soya en el porcentaje de proteínas a su favor y del más favorable en extracto etéreo del lupino y de otros componentes nutricionales, como han reportado Sánchez y Díaz (2019) ambos alimentos son capaces de nutrir adecuadamente a las

vacas causar una producción similar. En este trabajo con mucho menor aporte de concentrados en la dieta, la soya no supera al lupino cuando los porcentajes de inclusión de cada alimento son similares.

Estos resultados difieren del estudio de Froidmont y Bartiaux-Thill (2004), que mencionan que la producción de leche aumentó al reemplazar la harina de soya por el grano de lupino, esto pudo producirse debido a que utilizaron una variante de lupino (*Lupinus albus*) diferente al utilizado en este estudio (*Lupinus mutabilis*), que presenta un porcentaje de proteína mayor.

Emile *et al.* (1991) determinaron que el lupino sustituye eficientemente a la pasta de soya, donde se evaluó este reemplazo en diferentes raciones, con diferentes porcentajes de sustitución, dando como resultados igual y mayor producción láctea que con la utilización de la pasta de soya dependiendo el porcentaje de la ración.

En un estudio de la bromatología del lupino desamargado, se obtuvo un porcentaje de proteína de 54,05 %, (Allauca, 2005). En este estudio se puede apreciar el valor de la proteína que es uno de los parámetros más importantes planteado en los objetivos, es de 44,93 %. Así mismo se evidencia una diferencia notable en cuanto a la grasa de lupino ya que el anterior autor obtuvo como resultado 21,22 % mientras que en la presente investigación el grano tuvo 5,53 unidades de por ciento menor.

Calidad de la leche

Para evaluar la calidad de la leche se obtuvo la media de cada parámetro tomando en cuenta el tratamiento en que las muestras de leche fueron valoradas, de esta manera se evidenció diferencias en los tratamientos menos en % GRASA y SÓLIDOS TOTALES, esto aparece en la Tabla 5.

Tabla 5. Calidad de la leche.

VARIABLE	T1 balanceado con grano lupino		T2 balanceado con pasta de soya		Significación
	MEDIA	±EE	MEDIA	±EE	
% GRASA	3,78	1,329	3,62	1,153	P > 0,05
% PROTEÍNA	3,24a	0,015	3,30b	0,124	P < 0,05
% LACTOSA	4,94a	0,025	4,99b	0,157	P < 0,05
SÓLIDOS NO GRASOS	8,99a	0,084	9,13b	0,290	P < 0,05
SÓLIDOS TOTALES	12,61	0,428	12,72	0,654	P > 0,05
DENSIDAD	1030,67a	4,350a	1031,17b	2,086b	P < 0,05

Valores de P > 0,05 no difieren significativamente.

Reyes (2010), menciona que el porcentaje de grasa en la leche puede variar en vacas de la misma raza dependiendo del alimento que consuman, haciendo relación que, a mayor consumo de fibra en la dieta, mayor será el porcentaje de grasa. Sus resultados coinciden con este estudio ya que las vacas que consumieron el balanceado con el grano de lupino no presentaron diferencias con

las que recibieron soya, ni en porcentaje de grasa, ni en sólidos totales independiente de que el nivel de extracto etéreo presente en el lupino es mayor, May *et al.* (1993) coincidieron con estos resultados y tampoco encontraron diferencias entre la suplementación con soya y varios niveles de sustitución con lupino. Diferencias significativas favorables a la soya en concentración de proteína, y grasa, pero no en lactosa han sido reportadas por Wendowski *et al.* (2019), estos mismos autores han planteado que los resultados son contradictorios en general, y se debe considerar que luego de algunos estudios en la década de los 90' del siglo pasado los reportes fueron disminuyendo en parte por los costos de procesamiento de los granos de lupino. Se necesita realizar experimentos más completos y diversos en la sierra andina para alcanzar conclusiones consistentes.

CONCLUSIÓN

El uso del lupino en la alimentación para vacas lecheras pudiera reemplazar efectivamente a la pasta de soya como fuente proteica y de extracto etéreo para la fabricación de alimentos balanceados, ya que debido a su composición nutricional puede influir en la producción láctea a niveles similares que la pasta de soya, pero se requieren más experimentos en este tema.

REFERENCIAS

- Allauca, V. V., (2005). Desarrollo de la tecnología de elaboración de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) germinado fresco para aumentar el valor nutritivo del grano. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1424>
- APROBAL. (2022). La harina de soya, elemento importante en la industria del balanceado. Aprob. <https://aprobal.com/la-harina-de-soya-elemento-importante-en-la-industria-del-balanceado/>
- Chiguachi, D. M., (2017). Obtención de líneas experimentales de frijol chocho (*Lupinus mutabilis*) con grado diferencial de contenidos de alcaloides para consumo humano y animal. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63846/DiegoChiguachi.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Emile, J. C., Huyghe, C., & Huguet, L. (1991). Utilisation du lupin blanc doux pour l'alimentation des ruminants: Résultats et perspectives. *Annales de zootechnie*, 40(1), 31-44. <https://hal.science/hal-00888733/document>
- ESPAC. (2021). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>

- Froidmon, E., & Bartiaux-Thill, N. (2004). Suitability of lupin and pea seeds as a substitute for soybean meal in high-producing dairy cow feed. *Animal Research*, 53(6), 75-487. <https://doi.org/10.1051/animres:2004034>
- Lucas, H.L., (1956). Switchback Trials for More than Two Treatments. *Journal of Dairy Science*, 39(2), 146-154. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(56\)94721-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(56)94721-X)
- Lucas, M. M., Stoddard, F., Annicchiarico, P., Frias, J., Martinez-Villaluenga, C., Sussmann, D., Duranti, M., Seger, A., Zander, P., & Pueyo, J. (2015). The future of lupin as a protein crop in Europe. *Frontiers in Plant Science*, 6. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2015.00705>
- May, G., Otterby, D.E., Linn, J.G., Hansen, W.P., Johnson, D.G., & Putnam, D.H. (1993). Lupins (*Lupinus albus*) as a protein supplement for lactating Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 76, 2682-2691. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(19\)30331-5/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(19)30331-5/fulltext)
- Mendowski S., Chapoutot P., Chesneau G., Ferlay A., Enjalbert F., Cantalapiedra-Hijar, G., & Nozière P. (2019). *J. Dairy Sci.*, 102, 5130-5147. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15416>
- Obispo, N. E., Espinoza, Y., & Gil, J. L. (2004). El diseño cruzado: Un diseño para la experimentación con vacas lecheras. *Zootecnia Tropical*, 22(4), 384-401. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692004000400007
- Peralta, E., (2016). El chocho en Ecuador “estado del arte”. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3938>
- Reyes, G., Molina, B., & Coca, R. (2010). Calidad de la leche cruda. https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDAD_DE_LA_LECHE_CRUDA.pdf
- Sánchez J.D., & Díaz F. (2023). Lupin seed as a protein supplement for lactating dairy cows. *Dellait - Dairy Nutrition & Management*. 2301 Research Park Way, Suite 221 Innovation Center - Brookings South Dakota, 57006. <https://dellait.com/dairyknowledgecenter/>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: MKSC, MMMP, GEGV, RVGV, CSTI; análisis e interpretación de los datos: MKSC, MMMP, GEGV, RVGV, CSTI; redacción del artículo: MKSC, MMMP, GEGV, RVGV, CSTI.

CONFLICTO DE INTERESES

Sarmiento Contreras, M.K., Muy Pulgarín, M.M., Guevara Viera, G.E., Guevara Viera, R.V., Torres Inga, C.S.

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.