

EN

Waste from fava beans (*Vicia faba*) as a protein alternative in integral diets of fattening sheep

ES

Desechos del frijol haba (*Vicia faba*) como alternativa proteica en dietas integrales de ovinos en engorda

Elsa Lysbet Rodríguez Castañeda¹; Mizaël Beristain Beristain¹; Fernando Utrera Quintana¹;
Jorge Ezequiel Hernández Hernández¹; Rocío Hernández Díaz^{2*}

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, km 7.5 carretera Tecamachalco-Cañada Morelos, El Salado, Tecamachalco, Puebla C. P. 75470, México.

²Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, km 7.5, Carretera Federal San Martín Texmelucan-Tlaxcala, San Diego Xocoyucan, Tlaxcala. C. P. 90122, México.

Abstract

In view of the high cost of livestock feeding, the nutritional value of Fava beans (*Vicia faba*) waste can be used in the feeding of sheep for different productive purposes and supplemental nutrition programs. The objective of this study was to compare the productive parameters of fattening sheep fed with whole-grain diets without and with the inclusion of fava beans (*Vicia faba*) waste as a proteic alternative. The parameters were obtained in a particular production unit. Fifteen Suffolk-cast sheep (41.11±3.88 kg) were selected, dewormed, vitaminated, immunized, tagged and randomly distributed in three treatments: a control diet and two treatments with the partial substitution of conventional protein sources (canola and soybean paste) by 15% of fava beans waste. The 30-day experiment included measurements of initial weight, final weight, daily and total feed intake, weight gain, feed conversion and feed efficiency. For data analysis, the repeated measures technique was used with the SASTM statistical package. There were no differences in weight gain by treatment, but there were differences in feed conversion and feed efficiency, showing similar results for the Canola-soybean and Fava beans-Soybeans diets. For these reasons, fava beans waste can be used as a partial substitution of conventional protein sources in sheep diets. However, it is recommended to test bean protein digestibility, measure the content of anti-nutritional factors, and evaluate percentages of use.

*Corresponding author:
rous07050@gmail.com, Tel:
2481738165, ORCID ID: 0009-
0001-2777-9662

ORCID ID: 0009-0001-2777-9662

Received: September 5, 2024

Accepted: October 11, 2024

DOI:

10.5154/r.rchsat.2024.04.09

Keywords: Legume waste, suffolk sheep, animal feed.

Resumen

Frente al alto costo de la alimentación del ganado, el valor nutricional del desecho de haba (*Vicia faba*) puede ser aprovechado en la alimentación de ovinos con diferente fin productivo y programa de suplementación. El presente trabajo tuvo como objetivo comparar los parámetros productivos de ovinos de engorda alimentados con dietas integrales sin y con la inclusión de desecho de frijol haba (*Vicia faba*) como alternativa proteica. Los parámetros se obtuvieron en una unidad de producción particular, se seleccionaron 15 ovinos encastados con Suffolk (41.11±3.88 kg), los cuales fueron desparasitados, vitaminados, inmunizados, aretados y distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos: una dieta testigo y dos tratamientos con la sustitución parcial de fuentes convencionales de proteína (canola y pasta de soja) por 15 % de desecho de haba. El experimento tuvo una duración de 30 días, se midió: peso inicial, peso final, consumo de alimento por día y consumo total; ganancia de peso, conversión y eficiencia alimenticia. Para el análisis de datos,



Please cite this article as follows (APA 7): Rodríguez Castañeda, E. L., Beristain Beristain, M. B., Utrera Quintana, F., Hernández Hernández, J. E., Hernández Díaz, R. (2024). Waste from fava beans (*Vicia faba*) as a protein alternative in integral diets of fattening sheep. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 4(2). doi: <https://dx.doi.org/10.5154/r.rchsat.2024.04.09>

se utilizó la técnica de medidas repetidas mediante el paquete estadístico SAS^(MR). En la ganancia de peso no hubo diferencias por tratamiento, pero hubo diferencia en la conversión y eficiencia alimenticia, mostrando similares resultados las dietas Canola-Soya y Haba-Soya. Por lo anterior el desecho de haba se puede utilizar en sustitución parcial de fuentes convencionales de proteína en la dieta de ovinos. Sin embargo, es deseable realizar pruebas de digestibilidad a la proteína del haba, medir el contenido de factores anti nutricionales, y evaluar porcentajes de uso.

Palabras clave: Residuos de legumbres, borregos Suffolk, alimentación animal.

Introduction

The central region of Mexico is one of the three main sheep production zones, where Suffolk, Hampshire and Dorset breeds are predominant, mainly in the states of Hidalgo, Puebla and Tlaxcala. There are also several recently introduced breeds, as well as different hair breeds and a large number of crossbred breeds (Partida de la Peña et al., 2017), which are used for meat production to meet the demand for barbecue, highly appreciated in the region. To increase meat production, one of the main limiting factors due to its cost are the protein sources for feeding the animals, so worldwide the study of non-traditional protein sources, including legumes, has begun (Hernández-Bolivar et al., 2015). The cost of feeding sheep represents more than 70% of the cost of production, and of these, the cost of proteic ingredients represents the highest percentage, therefore some feeding options consider legume waste and other species with high nitrogen content, such as Alfalfa hay, harinolina and soybean paste, as important elements in the diet. Fava beans (*Vicia faba*) are protein-rich legumes and can be an alternative to the use of conventional proteins in animal diets (Ramos, 2006; Crépon et al., 2010). Broad bean, also known as faba bean, is a crop that in the central zone of the Mexican Republic is very important, since crop residues can provide essential nutrients, especially a high amount of lysine-rich protein, complex carbohydrates, dietary fiber, non-nutritive secondary metabolites and bioactive compounds (antioxidants, phenols and γ -aminobutyric acid), which have several health benefits (Liu et al., 2022). Due to its high nutritional value, which includes protein, carbohydrates, B-complex vitamins and minerals, faba bean is considered one of the most important legume crops in the world (Rahate et al., 2021). In Mexico, faba bean ranks fourth among the most consumed legumes by the population; however, its production has decreased in recent years (Montesinos et al., 2013). The eastern region of the state of Puebla is where the largest bean production is concentrated (Aserca, 2001), mainly in Ciudad Serdán and Tlachichuca (San José Llano Grande and Zoapan), thus this crop represents an important nutritional contribution to sheep production in the region. Broad bean crop residues have been used to-

Introducción

La región centro de México, es una de las tres principales productoras de ovinos, en la cual prevalecen las razas Suffolk, Hampshire y Dorset, principalmente en los estados de México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala, también existe la presencia de varias razas de reciente introducción, así como distintas razas de pelo y un gran número de cruzamientos (Partida de la Peña et al., 2017) que se han utilizado para la producción de carne para surtir la demanda de barbacoa que es muy apreciada en la región. Para incrementar la producción de carne, una de las principales limitantes por su costo son las fuentes de proteínas para la alimentación animal, a nivel mundial se ha comenzado el estudio de fuentes proteicas no tradicionales, figurando entre ellas las leguminosas (Hernández-Bolivar et al., 2015). Los costos de alimentación de los ovinos representan más del 70 % de los costos de producción y de estos, el costo de los ingredientes proteicos representa el mayor porcentaje, por lo que algunas opciones de alimentación consideran residuos de leguminosas y otras especies con un alto contenido de nitrógeno como heno de alfalfa, harinolina y pasta de soya como elementos importantes en la dieta. Las habas (*Vicia faba*), son leguminosas ricas en proteína y puede ser una alternativa al uso de proteína convencional en las dietas de los animales (Ramos, 2006; Crépon et al., 2010). El frijol faba, también conocido como haba, es un cultivo que en la zona centro de la República mexicana es muy importante, ya que los desechos del cultivo pueden aportar nutrientes esenciales, especialmente una alta cantidad de proteína rica en lisina, carbohidratos complejos, fibra dietética, metabolitos secundarios no nutritivos y compuestos bioactivos (antioxidantes, fenoles y ácido γ -aminobutírico), que tienen varios beneficios para la salud (Liu et al., 2022). Debido al alto valor nutricional que incluye proteínas, carbohidratos, vitaminas del grupo B y minerales, el haba se considera uno de los cultivos de legumbres más importantes del mundo (Rahate et al., 2021). En México, el haba ocupa el cuarto lugar dentro de las leguminosas más consumidas por la población, sin embargo, su producción ha disminuido durante los últimos años (Montesinos et al., 2013). En la región oriente del estado de Puebla es donde se concentra

gether with concentrates, finding significant variation in feed intake, digestibility, body weight gain and feed conversion efficiency in sheep (Wegi et al., 2018).

Although the bean has important contributions to nutrition, anti-nutritional factors (ANFs) that can interfere with digestive processes have also been detected, among the main ANF are tannins in testa, vicin and convicin in cotyledons. Non-ruminant animals are more sensitive to ANFs, while in ruminants ruminal fermentation can be modified by these factors (Dixon & Hosking, 1992; Crépon et al., 2010) and its use in the diet of ruminants reduces the excretion of nitrogenous contaminants in the animal's excreta, since its protein content is lower than that of meat meals (Rubio & Molina, 2016), so the objective of the study was to compare the productive parameters of fattening sheep fed whole-grain diets with and without the inclusion of fava bean (*Vicia faba*) waste as a protein alternative.

Methodological approach

Study population

Fifteen Suffolk-cast sheep of approximately five months of age with an average weight of 41.11 ± 3.88 kg were used. ^{(TM)-1(TM)-1-(TM)-1}At the beginning of the study, each animal was tagged, dewormed with Ivermectin at 1 % (1 ml·50 kg⁻¹, subcutaneously) and Closantel at 15 % (3 ml·animal⁻¹, orally), vitamins ADE (3 ml·animal⁻¹, intramuscularly) were applied, and they were also immunized with bacterin EXGON-10 (3 ml·animal⁻¹, intramuscularly). The sheep were kept on a privately owned ranch in Zozutla, Puebla, located at latitude 18° 43' 46" and longitude 97° 40' 42". The sheep were placed in pens in groups of five animals, with free access to water and feeding based on the three integral diets formulated with and without the addition of bean waste.

The bean waste consisted of broken and stained grains, as well as of testes for animal feeding, ground with a grain mill and purchased from a commercial outlet in Ciudad Serdán, Puebla; the rest of the ingredients were obtained from an animal feed factory where the diets were prepared, located in Zozutla, Puebla.

Preparation of diets

User Friendly-Feed Formulation software (UFFDA) was used to balance the diets, using the values of the tables of feed composition and nutritional requirements for sheep, both from the National Research Council (NRC, 1985). After the diets were formulated, they were processed at the feed factory where the ingredients were purchased.

la mayor producción de haba (Aserca, 2001), principalmente en Ciudad Serdán y Tlachichuca (San José Llano Grande y Zoapan), por lo que este cultivo representa un aporte nutrimental importante en la producción de ovinos de la región. Los desechos del cultivo de haba se han utilizado junto con concentrados, encontrando variación significativa en la ingesta de alimento, digestibilidad, ganancia de peso corporal y eficiencia de conversión alimenticia en los ovinos (Wegi et al., 2018).

Aunque el haba tiene aportes importantes en la nutrición, también se han detectado factores antinutricionales (FAN) que pueden interferir en los procesos digestivos, de los principales FAN se encuentran los taninos en testa, vicina y convicina en cotiledones. Los animales no rumiantes son más sensibles a los FAN, mientras que en los rumiantes la fermentación ruminal puede verse modificada por estos factores (Dixon & Hosking, 1992; Crépon et al., 2010) y su uso en la dieta de los rumiantes reduce la excreción de contaminantes nitrogenados en las excretas del animal, puesto que su contenido en proteína es inferior al de las harinas de carne (Rubio & Molina, 2016), por lo que el objetivo del estudio fue comparar los parámetros productivos de ovinos de engorda alimentados con dietas integrales con y sin la inclusión de desecho de frijol haba (*Vicia faba*) como alternativa proteica.

Enfoque metodológico

Población en estudio

Se utilizaron 15 ovinos encastados con Suffolk de aproximadamente cinco meses de edad con peso promedio de 41.11 ± 3.88 kg. Al inicio del estudio, a cada animal se le identificó con arete, se aplicó desparasitante Ivermectina^(MR) al 1 % (1 ml·50 kg⁻¹, vía subcutánea) y Closantel^(MR) al 15 % (3 ml· animal⁻¹, vía oral), vitaminas ADE (3 ml·animal⁻¹, vía intramuscular), además se inmunizaron con bacterina EXGON-10^(MR) (3 ml·animal⁻¹, vía intramuscular). Los ovinos permanecieron en un rancho de propiedad particular en Zozutla, Puebla, ubicado a una latitud de 18° 43' 46" y longitud 97° 40' 42". A los ovinos se les colocó en corrales en grupos de cinco animales, con agua a libre acceso y alimentación a base de las tres dietas integrales formuladas con y sin la adición de desecho de haba.

El desecho de haba consistió en granos quebrados, granos manchados y testas que se destinaron a la alimentación animal, mismos que se molieron con un molino para granos. El desecho de haba se adquirió en un expendio comercial de Ciudad Serdán, Puebla; el resto de los ingredientes se obtuvieron en una planta de alimentos para animales donde se elaboraron las dietas, ubicada en Zozutla, Puebla.

Chemical analysis of bean waste and diets was carried out at the Animal Nutrition laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Zootechnics of the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FMVZ-BUAP). The samples were ground in a Willey- type TE-650/1 mill, Tecnal brand, with a 1 mm netting. Dry mass (DM) (forced air oven), ash (muffle), raw fat (Goldfish) and crude protein (CP) (Kjeldhal) according to the methods described by AOAC (1984), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were determined from the bean waste and diet samples using the bag technique (Ankom F57) according to the methodology of Van Soest et al. (1991).

Treatments

The treatments consisted of two diets with 15% bean waste plus 7.5% canola or soybean paste and a control diet (Canola-Soybean), which sought to cover protein and energy requirements in sheep; however, the percentages of sorghum and corn varied (Table 1), which is attributed to the fact that bean waste is not only a source of protein but also of carbohydrates. According to Bárcena et al. (2009), fava beans contain about 3.4 Mcal·kg⁻¹ and 2.3 Mcal·kg⁻¹ of digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME), respectively. On the other hand, the 15% of fava beans waste contained in diets 2 and 3, was considered as adequate, since diets with 758 g·kg⁻¹ of fava beans in the diet have been tested; finding that sheep growth and carcass weight showed no significant differences with respect to other protein sources (Bonnano et al., 2012); not even when it was provided *ad libitum*, since there were no significant differences in daily weight gain, feed conversion efficiency or sacrificial performance with respect to sheep fed soybean meal (Lanza et al., 2009). This could be explained, according to Mohamaden et al. (2020), that high levels of tannins in the diet can form stable complexes that protect proteins from microbial degradation in the rumen.

The study was conducted between June and July 2017. At the beginning, an adaptation period of eight days was established for the sheep given that the feeding prior to the experiment was commercial concentrate, subsequently the experimental period lasted 30 days, at which time the experiment was stopped because the pens were repaired.

Study variables

Daily feed consumption: Daily feed consumption was determined every 24 hours by the difference between the feed offered in the mornings and the feed rejected, taking care not to have a rejection of more than 10% of the total feed offered. In the afternoons, only the feed from the feeders was mixed and water was offered free access.

Elaboración de dietas

Para el balanceo de las dietas se usó el software User Friendly-Feed Formulation (UFFDA^(MR)), utilizando los valores de las tablas de composición de los alimentos y de los requerimientos nutricionales para ovinos, ambos del National Research Council (NRC, 1985). Posterior a la formulación de las dietas, su elaboración se llevó a cabo en la planta de alimentos donde se compraron los ingredientes.

Los análisis químicos de los desechos de haba y de las dietas, se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FMVZ-BUAP). Las muestras se molieron en un molino tipo Willey TE- 650/1 marca Tecnal con malla de 1 mm. A las muestras del residuo de haba y de las dietas se les determinó materia seca (MS) (estufa de aire forzado), cenizas (mufla), grasa cruda (Goldfish) y proteína cruda (PC) (Kjeldhal) según los métodos descritos por AOAC (1984), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) mediante la técnica de bolsa (Ankom F57) de acuerdo con la metodología de Van Soest et al. (1991).

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en dos dietas con 15 % de desechos de haba más 7.5 % de canola o pasta de soya y una dieta testigo (Canola-Soya), con lo cual se buscó cubrir requerimientos de proteína y energía en los ovinos; sin embargo, los porcentajes de sorgo y maíz variaron (Cuadro 1), lo cual se adjudica a que los residuos de haba no solo son una fuente de proteína sino también de carbohidratos. De acuerdo con Bárcena et al. (2009), los granos de haba contienen alrededor de 3.4 Mcal·kg⁻¹ y 2.3 Mcal·kg⁻¹ de energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM), respectivamente. Por otra parte, el 15 % de desecho de haba contenido en las dietas 2 y 3, se consideró como adecuado, ya que se han probado dietas con 758 g·kg⁻¹ de haba en la dieta; encontrando que el crecimiento y el peso de la canal de los ovinos no mostraron diferencias significativas con respecto a otras fuentes proteicas (Bonnano et al., 2012); ni siquiera cuando se proporcionó *ad libitum*, ya que no hubo diferencias significativas en la ganancia diaria de peso, la eficiencia de conversión alimenticia o el rendimiento en sacrificio con respecto a los ovinos alimentados con harina de soya (Lanza et al., 2009). Esto pudiera explicarse, de acuerdo con lo que mencionan Mohamaden et al., (2020), los altos niveles de taninos en la dieta pueden formar complejos estables que protegen las proteínas de la degradación microbiana del rumen.

Table 1. Ingredients (%) used in diets with and without fava beans (*Vicia faba*) waste for feeding Suffolk sheep for meat production. Cuadro 1. Ingredientes (%) utilizados en las dietas con y sin desechos de haba (*Vicia faba*) para alimentar ovinos Suffolk para carne.

Ingredients / Ingredientes	Diets / Dietas		
	1: Canola-Soybean / 1: Canola-Soya	2: Fava beans-Soybeans / 2: -Haba-Soya	3: Fava beans-Canola / 3: Haba-Canola
Sorghum, grain / Sorgo, grano	25.0	17.5	15.5
Corn, grain / Maíz, grano	25.0	25.0	27.0
Canola / Canola	7.5	0	7.5
Soybean paste / Pasta de soya	7.5	7.5	0
Bean waste / Desechos de haba	0	15.0	15.0
Bakery waste / Desechos de panadería	12.5	12.5	12.5
Corn sod / Zacate de maíz	14.2	14.2	14.2
Soybean hulls / Cascarella de soya	5.0	5.0	5.0
Commercial premix ^{(TM)*} / Premezcla comercial*	3.3	3.3	3.3

^{(TM)*} Sheep Feedlot 250. Authorization number: A-7865-017, base mix for sheep feedlot fattening.

* Corral Ovino 250^(MR). Número de autorización: A-7865-017, mezcla base para ganado ovino de engorda de corral.

Total consumption during the study period: Obtained by adding daily consumption.

Weight gain: The animals were weighed at the beginning, at 15 and 30 days with a WeiHeng digital hanging scale with a maximum and minimum capacity of 200 kg and 100 g. The weight gained was obtained by subtracting the final weight from the initial weight for each period. The weight gained was obtained by subtracting the final weight and the initial weight of each period.

Feed conversion: The kilograms of feed consumed were divided by the total accumulated weight.

Feeding efficiency: The total accumulated weight in kilograms was divided by the kilograms of feeding consumed.

Statistical analysis

With the information of the study variables, a database was structured in Microsoft Excel (2007)[®] and a repeated measures design was carried out using PROC MIXED of SAS, 2019 and the comparison of means of the treatments with Tukey's test. Feeding intakes were plotted in Excel.

Results and discussion

Chemical analysis

The protein content (25.6 %) found in fava bean waste was higher than that reported (24.9 ± 06 %) in ground

El estudio se realizó entre junio y julio de 2017. Al inicio se estableció un periodo de adaptación de los ovinos de ocho días dado que la alimentación previa al experimento fue concentrado comercial, posteriormente el periodo experimental duró 30 días, momento en que se detuvo el experimento porque se realizó la reparación de corrales.

Variables de estudio

Consumo diario de alimento: Se determinó cada 24 horas por diferencia entre el alimento ofrecido por las mañanas y el rechazado, cuidando de no tener un rechazo superior al 10 % del total de alimento ofrecido. Por las tardes solo se mezcló el alimento de los comederos y se ofreció agua a libre acceso.

Consumo total en el periodo de estudio: Se obtuvo mediante la suma del consumo diario.

Ganancia de peso: Los animales se pesaron al inicio, a los 15 y 30 días con una báscula digital colgante marca WeiHeng con capacidad máxima y mínima de 200 kg y 100 g. El peso ganado se obtuvo por la resta del peso final y el peso inicial de cada periodo.

Conversión alimenticia: Se realizó la división de los kilogramos de alimento consumido entre el peso acumulado total.

Eficiencia alimenticia: Se realizó la división de los kilogramos de peso acumulado total entre los kilogramos de alimento consumido

fava beans destined for fish feeding (Hernández-Bolívar et al., 2015). Likewise, Xin et al., (2022) evaluated the protein of two bean varieties (Fatima and Snowbird) with high and low tannin content; finding different ($P < 0.001$) raw protein content (324 and $295 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ on DM basis) and although the Fatima variety presented high condensed tannin content, it had higher metabolizable protein (MP) and metabolizable energy (ME) content. In the present study, the tannin content was not analyzed, but the protein content of fava bean waste was. Bean nitrogen is very soluble and easily degradable in the rumen; the mixture of different protein sources in diets could help to cover nutritional requirements of animals and partially substitute soybean meal in concentrates (Ramos, 2006; Crépon et al., 2010), it is likely that the first part of the phenomenon has occurred in the present study, by using soybean paste and bean waste in the preparation of diets for sheep.

On the other hand, the analysis of the three diets showed that they contained similar values of DM, fat and ash; however, they had different NDF and ADF contents, except for the Canola-Soybean diet, which had higher FDA content (Table 2).

Sulaiman et al. (2018), found that the protein and fiber content of *Vicia faba* protein isolate (VFPI) compared to commercial legume extracts showed lower protein content and higher fiber content compared to commercial legumes (soybean or pea) and meat flour.

Production parameters

The statistical analysis showed no significant differences between diets in the periods in which the live weight of the sheep was recorded ($P \geq 0.05$) (Figure 1), but an important increase in weight was recorded in the first fifteen days of fattening, which could be due to a compensatory gain, given that in the following fifteen days a smaller change was recorded, but in all diets the final weight showed no differences. This result may have been due to the fact that the nutrient content of the diets allowed expressing the growth potential of the animals, which could be explained by the compensatory growth, which was expressed in the first two weeks of consumption.

Surra et al. (1992), indicate positive effects on weight gain by association of two protein sources with different degradability, suggesting that the use of beans in diets for lambs does not affect carcass yield and that the mixture of beans with soybeans can improve production. This could explain the similar result in the final weight of the three diets; however, in the weight gained, referring to the weight obtained during the 30 days of feeding, the treatment that showed the lowest gain was the Canola-soybean diet (Table 3).

Análisis estadístico

Con la información de las variables de estudio se estructuró una base de datos en Microsoft Excel (2007)[®] y se realizó un diseño de mediciones repetidas usando el PROC MIXED de SAS, 2019^(MR) y la comparación de medias de los tratamientos con la prueba de Tukey. Los consumos de alimento se graficaron en Excel.

Resultados y discusión

Análisis químicos

El contenido de proteína (25.6 %) encontrado en el desecho de haba, fue mayor al reportado ($24.9 \pm 06 \%$) en granos de haba molidos destinados a la alimentación de peces (Hernández-Bolívar et al., 2015). Asimismo, Xin et al., (2022) evaluaron la proteína de dos variedades de habas (Fátima y Snowbird) con alto y bajo contenido de taninos; encontrando diferente ($P < 0.001$) contenido de proteína bruta (324 y $295 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ en base MS) y aunque la variedad Fátima presentó alto contenido de taninos condensados, tuvo mayor contenido de proteínas metabolizables (PM) y energía metabolizable (EM). En el presente estudio no se analizó el contenido de taninos, pero sí el contenido de proteína en el desecho de habas. El nitrógeno del haba es muy soluble y fácilmente degradable en el rumen; la mezcla de distintas fuentes de proteína en las dietas podría ayudar a cubrir requerimientos nutricionales de los animales y sustituir parcialmente la harina de soya en los concentrados (Ramos, 2006; Crépon et al., 2010), es probable que la primera parte del fenómeno haya ocurrido en el presente estudio, al emplear pasta de soya y desecho de haba en la elaboración de las dietas para ovinos.

Por otra parte, el análisis de las tres dietas mostró que contenían similares valores de MS, PC, grasa y cenizas; sin embargo, diferente contenido de FDN y FDA; a excepción de la dieta Canola-Soya, la cual tuvo mayor contenido de FDA (Cuadro 2).

Sulaiman et al. (2018), encontraron que el contenido de proteínas y fibra del aislado de proteína de *Vicia faba* (VFPI) comparado con los extractos comerciales de leguminosas, mostró menor contenido de proteína y mayor contenido de fibra en comparación con las leguminosas comerciales (soya o guisante) y la harina de carne.

Parámetros productivos

El análisis estadístico no mostró diferencias importantes entre las dietas en los periodos en que se registró el peso vivo de los ovinos ($P \geq 0.05$) (Figura 1), pero

Table 2. Chemical composition of fava beans (*Vicia faba*) waste and of the three diets tested in Suffolk sheep for meat production. Cuadro 2. Composición química del desecho de haba (*Vicia faba*) y de las tres dietas probadas en ovinos Suffolk para carne.

Components / Componentes	Bean waste / Desecho de haba	Diets / Dietas		
		1: Canola-Soybean / 1: Canola-Soya	2: Fava beans-Soybeans / 2: -Haba-Soya	3: Fava beans-Canola / 2: Haba-Canola
Dry mass (%) / Materia seca (%)	92.3	87.4	88.2	88.5
Raw protein (%) / Proteína cruda (%)	25.6	14.8	14.8	14.7
Raw fat (%) / Grasa cruda (%)	1.6	3.5	3.1	3.0
Ash (%) / Cenizas (%)	4.6	5.9	5.7	5.8
Neutral detergent fiber (%) / Fibra detergente neutro (%)	28.8	31.1	27.2	25.7
Acid detergent fiber (%) / Fibra detergente ácido (%)	22.5	19.3	14.8	14.3
⁻¹ Metabolizable energy (Mcal·kg) / Energía metabolizable (Mcal·kg ⁻¹)	2.3*	2.76**	2.69**	2.65**

*Bárcena et al. (2009) **Calculated data / *Bárcena et al. (2009) **Datos calculados

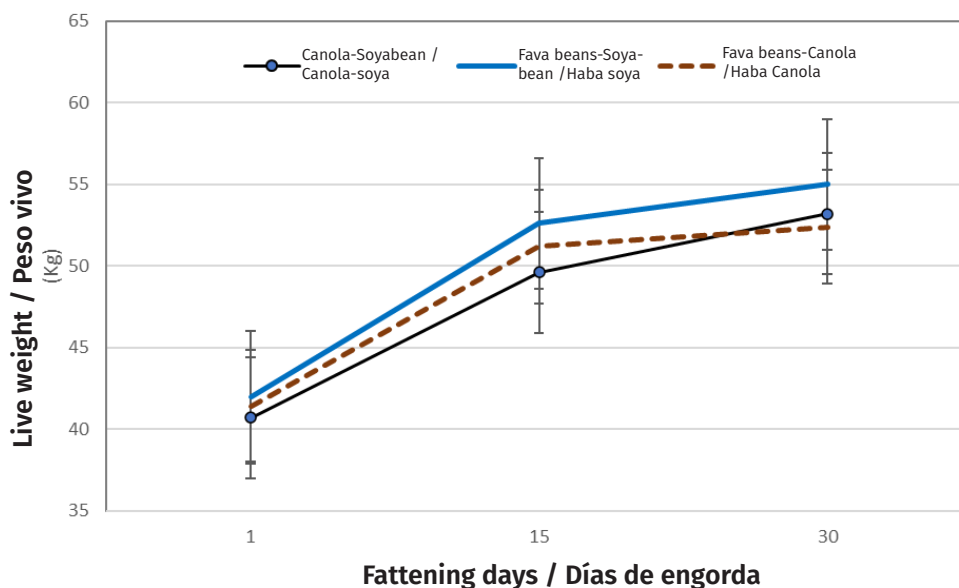


Figure 1. Live weight of Suffolk sheep during the fattening period fed diets based on beans + soybeans or canola.

Figura 1. Peso vivo de ovinos Suffolk durante el periodo de engorda alimentado con dietas basadas en haba + soja o canola

Grain legumes, such as *Vicia faba*, are likely to be particularly useful as supplements when low quality feeds are used, also in diets where high levels of are inadequate, or diets where high levels of feeding are provided without prolonged adaptation (Dixon & Hosking, 1992) and in growth phases (Surra et al., 1992); however, it is necessary to consider the interac-

se registró un incremento importante de peso en los primero quince días de engorda, lo cual pudiera deberse a una ganancia compensatoria, dado que a los quince días posteriores se registró un cambio más pequeño, pero en todas las dietas el peso final no mostró diferencias. Este resultado posiblemente haya sido porque el contenido de nutrientes de las

tion between the type of grain legume and the type of forage used (Yáñez-Ruiz et al., 2009).

The average daily consumption (kg) showed statistical difference ($P \leq 0.05$) among the three diets; presenting the highest consumption of sheep with the Soybean diet and the same consumption between diets 1 and 3 ($P \geq 0.05$) (Table 3). It is possible to appreciate the higher consumption of the Soybean diet, although high variability in consumption occurred during the study period (Figure 2), this behavior has been indicated in other studies with other types of feeding, as indicated by a study with saccharin (Blardony-Ricardez et al., 2013).

In spite of the higher consumption of the Fava beans-Soybeans, weight gain was similar with the three diets (Table 3). Mendoza et al. (2007), mention that the limiting factor for better productive performance may be energy consumption and not protein consumption; since the four concentrates they evaluated presented energy balance, which allowed them to cover maintenance requirements and obtain gains higher than $200 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$. In this study, the calculated energy was similar in the three diets (Table 2), although the percentage of sorghum was reduced in diets 2 and 3, the addition of fava beans compensated the energy due to its carbohydrate content (Crépon et al., 2010).

Feed conversion (FC) was different ($P \leq 0.01$) among treatments, with the highest value in the Fava beans-

diets permitió expresar el potencial de crecimiento de los animales, lo que pudiera ser explicado por el crecimiento compensatorio, el cual se expresó en las dos primeras semanas de consumo.

Surra et al. (1992), indican efectos positivos en la ganancia de peso por asociación de dos fuentes de proteínas con diferentes degradabilidades, sugiriéndose que la utilización de haba en dietas para corderos no afecta el rendimiento en canal y que la mezcla de haba con soya puede mejorar la producción. Esto podría explicar el resultado similar en el peso final de las tres dietas, sin embargo, en el peso ganado, refiriéndose al peso obtenido durante los 30 días de alimentación, el tratamiento que mostró menor ganancia fue la dieta Haba-Canola (Cuadro 3).

Es probable que las leguminosas de grano, como *Vicia faba*, sean particularmente útiles como suplementos cuando se utilizan alimentos de baja calidad, también en dietas donde son inadecuados los niveles elevados de, o dietas donde se proporcionan altos niveles de alimentación sin adaptación prolongada (Dixon & Hosking, 1992) y en fases de crecimiento (Surra et al., 1992); sin embargo, es necesario considerar la interacción entre el tipo de leguminosa grano y el tipo de forraje utilizado (Yáñez-Ruiz et al., 2009).

El consumo promedio diario (kg) mostró diferencia estadística ($P \leq 0.05$) entre las tres dietas; presentando el

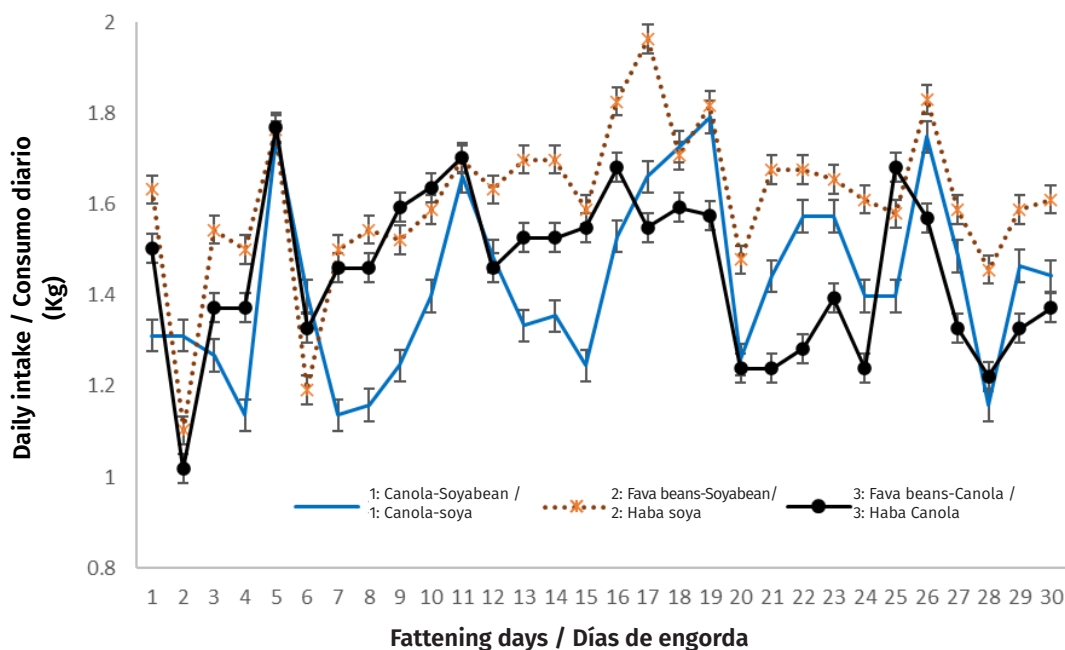


Figure 2. Intake of diets used in fattening Suffolk sheep for meat production.

Figura 2. Consumo de las dietas utilizadas en la engorda de ovinos Suffolk para carne.

Table 3. Productive variables in Suffolk sheep for meat fed diets without and with fava beans (*Vicia faba*) wastes.
Cuadro 3. Variables productivas en ovinos Suffolk para carne alimentados con dietas sin y con desechos de haba (*Vicia faba*).

Parameter / Parámetro	Diets / Dietas		
	1: Canola-Soybean / 1: Canola-Soya	2: Fava beans-Soybeans / 2: -Haba-Soya	3: Fava beans-Canola / 3: Haba-Canola
Initial weight (kg) / Peso inicial (kg)	40.70±4.0 ^a	42.0±3.67 ^a	41.4±3.07 ^a
Final weight (kg) / Peso final (kg)	53.20±3.91 ^a	55.0±2.73 ^a	52.4±3.64 ^a
Weight gained (kg) / Peso ganado (kg)	12.50±1.17 ^{ab}	13.0±1.23 ^a	11.0±0.89 ^b
Daily consumption (kg) / Consumo diario (kg)	1.40±0.14 ^b	1.61±0.17 ^a	1.45±0.16 ^b
Daily weight gain (kg) / Consumo total (kg)	42.12±3.28 ^b	48.24±3.13 ^a	43.62±3.23 ^b
Total consumption (kg) / Ganancia diaria de peso (kg)	0.420±0.030 ^a	0.430±0.035 ^a	0.370±0.028 ^a
⁻¹ Feed Conversion Rate (kg·kg ⁻¹) / Conversión Alimenticia (kg·kg ⁻¹)	3.40±0.28 ^b	3.43±0.70 ^b	4.48±0.50 ^a
⁻¹ Feed Efficiency (kg·kg ⁻¹) / Eficiencia Alimenticia (kg·kg ⁻¹)	0.300±0.030 ^a	0.300±0.038 ^a	0.230±0.053 ^b
Feeding cost (\$·t ⁻¹) / Costo de alimento (\$·t ⁻¹)*	4503.5	4443.5	4369.0

^{ab}Different letters in the same column indicate significant differences ($P \leq 0.05$).

*Calculated with prices of the year in which the study was carried out.

^{ab}Letras distintas en una misma columna indica diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

*Calculado con precios del año en que se realizó el estudio.

Canola diet with 4.48, and similar FC in the Canola-Soybean (3.40) and Fava beans-Soybeans (3.43) diets. As could be observed, the CA of the Canola-Soybean diet obtained in the present study was lower than that reported by Moreno (2005), with CA of 6.5, 7.08 and 6.64 when including bean wastes at 10, 20 and 30 % in diets for Creole sheep. Likewise, comparing with the results of Mendoza et al. (2007) in Creole x Suffolk male sheep, fed with four commercial concentrates, they found gains of 282 to 202 g·d⁻¹, with intakes of 1 316 to 1 093 g·d⁻¹ and feed conversion of 5.56 to 3.94. These results are similar to those found in this work (Table 3); however, feed efficiency for the Fava beans-Canola diet was the lowest ($P \leq 0.05$). This is probably explained according to Dull et al. (2021), who indicate that, since beans contain a series of FAN, these negatively affect the biological value of the beans, resulting in underutilization.

The feed efficiency found among the three diets was 0.230 to 300 kg·kg⁻¹, considered acceptable. Several studies have used legume-grain as a partial replacement of soybean (Surra et al., 1991) and have resorted to promoting the use of local protein sources in animal feeding in an attempt to reduce production costs (Scerra et al., 2011). In this context, bean production and the use of bean waste are agroecological practices carried out by farmers, despite difficult orographic

mayor consumo de los ovinos con la dieta Haba-Soya y mismo consumo entre las dietas 1 y 3 ($P \geq 0.05$) (Cuadro 3). Y UIASDZFGUI89 7As Es posible apreciar el mayor consumo de la dieta de Haba-Soya, aunque ocurrió alta variabilidad en el consumo durante el periodo de estudio (Figura 2), este comportamiento se ha indicado en otros estudios con otros tipos de alimentos, tal como lo ha indicado un estudio con *saccharina* (Blardony-Ricard et al., 2013).

A pesar del mayor consumo en la dieta Haba-Soya, la ganancia de peso fue similar con las tres dietas (Cuadro 3). Mendoza et al. (2007), mencionan que la limitante para un mejor comportamiento productivo puede ser el consumo de energía y no el de proteína; ya que los cuatro concentrados que evaluaron presentaron balance de energía, lo que permitió cubrir los requerimientos de mantenimiento y obtener ganancias superiores a los 200 g·d⁻¹. En este estudio la energía calculada fue similar en las tres dietas (Cuadro 2), aunque se disminuyó el porcentaje de sorgo en las dietas 2 y 3, la adición de haba compensó la energía debido a su contenido de carbohidratos (Crépon et al., 2010).

La conversión alimenticia (CA) fue diferente ($P \leq 0.01$) entre tratamientos, observando el mayor valor en la dieta de Haba-Canola con 4.48, y similar CA en las dietas Soya-Canola (3.40) y Haba-Soya (3.43). Por lo que se

conditions, scarcity of economic resources, size and type of land ownership, among other aspects (Díaz-Bautista et al., 2008).

Conclusions

Bean waste may be an option for partial substitution of soybean meal in diets for fattening sheep, although further research is needed with different inclusion percentages and to measure its productive response.

The use of local protein sources in animal feeding contributes to the use of regional resources in sheep meat production.

End of English version

References / Referencias

- Aserca (2001). Bean production in our country. Opening furrows. 3-24p.
- Bárcena G. R., Hernández G. P. A., Meneses M. M., Ramírez B. E., Crosby G. M. M., & Lee H. A. (2009). Guía Práctica Composición Nutricional y Valor Nutritivo de los Forrajes del Estado de Puebla. Produce Puebla Foundation Puebla A.C. Colegio de Postgraduados. 29 p. ISBN: 978-607-7533-30-6.
- Blardony-Ricardez, K., González-Garduño, R., Ramos-Juárez, J. A., Díaz-Rivera, P., & Elías-Iglesias, A. (2013). Weight gain of hair lambs fed a whole-grain diet of saccharin and a probiotic. *Science at the frontier: Journal of science and technology of the UACJ*. Volume XI, pp. 29-36.
- Bonanno, A., Tornambè, G., Grigoli, A. D., Genna, V., Bellina, V., Miceli, G. D., & Giambalvo, D. (2012). Effect of legume grains as a source of dietary protein on the quality of organic lamb meat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 2870-2875. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5616>.
- Crépon, K., Marget, P., Peyronnet, C., Carrouée, B., Arese, P., & Duc, G. (2010). Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research*, 115(3), 329-339. doi: 10.1016/j.fcr.2009.09.016.
- Díaz-Bautista, M., Herrera-Cabrera, B. E., Ramírez-Juárez, J., Aliphath-Fernández, M., & Delgado-Alvarado, A. (2008). Farmer knowledge in the selection of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties in the Sierra Norte de Puebla Mexico. *Interciencia*, 33(8), 610-615.
- Dixon, R. M., & Hosking, B. J. (1992). Nutritional value of grain legumes for ruminants. *Nutrition Research Reviews*, 5(1), 19-43. doi:10.1079/NRR19920005.
- Dhull, S. B., Kidwai, M. K., Noor, R., Chawla, P., & Rose, P. K. (2022). A review of nutritional profile and processing of faba bean (*Vicia faba* L.). *Legume Science*, 4(3). <https://doi.org/10.1002/leg3.129>. <https://doi.org/10.1002/leg3.129>.
- pudo observar, la CA de la dieta Haba-Canola obtenida en el presente estudio, fue menor a lo reportado por Moreno (2005), con CA de 6.5, 7.08 y 6.64 al incluir desechos de haba al 10, 20 y 30 % en dietas para ovinos criollos. Asimismo, comparando con los resultados de Mendoza et al., (2007) en borregos machos criollos x Suffolk, alimentados con cuatro concentrados comerciales, encontraron ganancias de 282 a 202 g·d⁻¹, con consumos de 1 316 a 1 093 g·d⁻¹ y conversión alimenticia de 5.56 a 3.94. Dichos resultados son similares a los encontrados en este trabajo (Cuadro 3); sin embargo, la eficiencia alimenticia, para la dieta Haba-Canola fue la más baja ($P \leq 0.05$). Probablemente, esto se explique de acuerdo con Dull et al. (2021), quienes indican que, el haba al contener una serie de FAN, estos afectan negativamente el valor biológico de las habas, por lo que se da una subutilización.
- La eficiencia alimentaria encontrada entre las tres dietas fue de 0.230 a 0.300 kg·kg⁻¹, considerada como aceptable. En diversas investigaciones se han utilizado leguminosas-grano para la sustitución parcial de la soya (Surra et al., 1991) y se ha recurrido promover el uso de fuentes locales de proteínas en la alimentación animal, para tratar de reducir los costos de producción (Scerra et al., 2011). En este contexto, la producción de haba y el uso de desechos de haba son prácticas agroecológicas que realizan los campesinos, a pesar de las condiciones orográficas difíciles, escasez de recursos económicos, tamaño y tipo de tenencia de la tierra, entre otros aspectos (Díaz-Bautista et al., 2008).

Conclusiones

El desecho de haba puede ser una opción para la sustitución parcial de la pasta de soya en las dietas para ovinos en engorda, aunque se requiere realizar otras investigaciones con diferentes porcentajes de inclusión y medir su respuesta productiva.

El uso de fuentes proteicas locales en la alimentación animal contribuye a aprovechar recursos de la región

Fin de la versión en inglés

- Hernández-Bolívar, G. M., Matute-Sapuysky, I., Araujo-González, M. A., Moreno-Hernández, D. A., Ramírez-Alfonzo, L. J., Linares-Padrón, H. Z., Arveláez, Y. M., Loaiza-González, J. C., Monsalve, J., & Palma, M. J. (2015). Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) meal in the feeding of coporus fry (*Prochilodus mariae*). *Revista Científica*, XXV (3), 255-259.
- Lanza, M., Pennisi, P., & Priolo, A. (1999). Faba bean as an alternative protein source in lamb diets. Effects on growth and meat quality. *Zootecnica e Nutrizione Animale*, 25(2) 71-79.

- Liu, C., Pei, R., & Heinonen, M. (2022). Faba bean protein: A promising plant-based emulsifier for improving physical and oxidative stabilities of oil-in-water emulsions. *Food Chemistry*, 369, 130879. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130879>.
- Mendoza Martínez, G. D., Plata Pérez, F. X., Ramírez Mella, M., Mejía Delgadillo, M. A., Lee Rangel, H., & Bárcena Gama, R. (2007). Evaluation of whole feeds for intensive sheep fattening. *Revista Científica*, 17(1), 66-72.
- Mohamaden, W. I., Hegab, I. M., Chen, H., & Shi, S. L. (2020). In situ ruminal degradation kinetics and blood metabolites as affected by feeding different sources of tannin and avonoids to small-tailed Han rams. *Livestock Science*, 239, 104029. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104029>. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104029>
- Montesinos, H. B. L., Cruz-Izquierdo, S., Hernández, C. J., Díaz, R. R., & Ortíz, R. L. (2013). Advances in line selection and agronomic characterization of Vicia faba L. In: Cruz-Izquierdo S.; Ayala-Garay O. J.; Cruz-Huerta N.; Ramírez-Ramírez I.; Martínez-Villegas E. (eds.), *Avances de Investigación 2012 (pp.45-47) Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad - Genética*. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo.
- Moreno, B. V. M. (2005). Use of different percentages (10, 20, 30 %) of cull faba bean (*Vicia faba*) in the diet for fattening sheep [electronic resource]. Bachelor's thesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Mexico.
- NRC National Research Committee on Animal Nutrition, & Committee on Animal Nutrition National Research Council (1985). *Nutrient requirements of sheep, (1985) (6th ed.)*. National Academies Press. Washington, DC.
- Partida de la Peña, J. A., Ríos Rincón, F. G., Cruz Colín, L. D. L., Domínguez Vara, I. A., & Buendía Rodríguez, G. (2017). Characterization of sheep carcasses produced in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(3), 269-277. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4203>.
- Rahate, K. A., Madhumita, M., & Prabhakar, P. K. (2021). Nutritional composition, anti-nutritional factors, pre-treatments-cum-processing impact and food formulation potential of faba bean (*Vicia faba* L.): A comprehensive review. *LWT - Food Science and Technology*, 138, 110796. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110796>. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110796>
- Ramos M. E. (2006). Use of various grain legumes in goat milk production. Analysis of their nutritive value and productive capacity [electronic resource]. Doctoral thesis. University of Granada, Spain.
- Rubio, L. A., & Molina E. (2016). Legumes in animal feeding. *Arbor*, 192 (779): a315. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2016.779n3005>
- SAS Institute Inc (2019). *SAS® Enterprise Guide 8.1: User's guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sulaiman, N., Orfila, C., Ho, P., & Maycock, J. (2018). Vicia faba: a cheap and sustainable source of protein and its application in beef products. *Proceedings of the Nutrition Society*, 77. <https://doi.org/10.1017/S002966511800143X>. <https://doi.org/10.1017/S002966511800143X>
- Scerra, M., Caparra, P., Foti, F., Cilione, C., Zappia, G., Motta C., & Scerra, V. (2011). Intramuscular fatty acid composition of lambs fed diets containing alternative protein sources. *Meat Science*, 87(3), 229-233. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.10.015>.
- Surra, J., Purroy, A., Munoz, F., & Treacher, T. (1992) Lentils and faba beans in lamb diets. *Small Ruminant Research*, 7(1), 43-49. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(92\)90066-D](https://doi.org/10.1016/0921-4488(92)90066-D)
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- Wegi, T., Tolera, A., Wamatu, J., Animut, G., & Rischkowsky, B. (2018). Effects of feeding different varieties of faba bean (*Vicia faba* L.) straws with concentrate supplement on feed intake, digestibility, body weight gain and carcass characteristics of Arsi-Bale sheep. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 31(8), 1221. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0736>. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0736>
- Xin, H., Khan, N. A., & Yu, P. (2022). Evaluation of the nutritional value of faba beans with high and low tannin content for use as feed for ruminants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(7), 3047-3056. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11646>
- Yáñez-Ruiz, D. R., Martín-García, A. I., Weisbjerg, M. R., Hvelplund, T., & Molina-Alcaide, E. (2009). A comparison of different legume seeds as protein supplement to optimise the use of low quality forages by ruminants. *Archives of Animal Nutrition*, 63(1), 39-55. <https://doi.org/10.1080/17450390802611479>. <https://doi.org/10.1080/17450390802611479>