



Propiedades nutricionales y funcionales de lenteja (*Lens culinaris*), haba (*Faba vicia* L.) y garbanzo (*Cicer arietinum*) como alternativa en la alimentación animal

Eder Noé Nambo-Santiago¹  , José Herrera-Camacho  , Berenice Yahuaca-Juárez²  

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México

Nutritional and functional properties of lentil (*Lens culinaris*), broad bean (*Faba vicia* L.) and chickpea (*Cicer arietinum*) as an alternative in animal feed.

Abstract. Legumes in animal feed represent an alternative due to their high content of protein, fiber and bioactive compounds. They can be used alone or in mixed crops with grasses, replacing soybeans and other oilseeds, as they are less expensive and easy to acquire. Given the above, the objective was to carry out a comparative study of the nutritional and techno-functional properties of lentil, broad bean and chickpea for use in animal feed. Study material: lentil (*Lens culinaris*), broad bean (*Faba vicia* L.) and chickpea (*Cicer arietinum*). They were physically characterized: size, hectoliter weight, color and weight. Subsequently, they were ground to determine their proximal chemical composition (moisture, ash, protein, carbohydrates, fiber and lipids) and techno-functional properties (solubility index and water absorption). The results indicate significant differences in the physical properties due to the typical characteristics of each legume. The chemical composition highlights that the lentil is high in protein (30.62%) and crude fiber (10.92%) with respect to broad beans and chickpeas (protein: 26.37 and 22.74%; crude fiber: 3.0 and 4.80%), the oil in chickpeas (5.08%) was higher compared to lentil and broad bean (1.56 and 1.93%). The broad bean has the highest ash content (3.40%) with respect to chickpea (3.36%) and lentil (2.80%). In the techno-functional properties, the chickpea presented the highest IAA compared to broad beans and lentils (0.22, 0.11 and 0.13), with differences between chickpeas, lentils and broad beans, the highest ISA was for lentils (2.46), there was no significant difference with chickpea and broad bean (2.25 and 2.39). The analyzed legumes, highlighting the lentil, have nutritional and functional properties suitable for use in animal feed, and the lentil can be used as a potential food.

Keywords: Legumes, Bromatological analysis and Techno-functionality.

Resumen. Las legumbres en la alimentación animal representan una alternativa por su alto contenido en proteína, fibra y compuestos bioactivos. Pueden utilizarse solas o en cultivos mixtos con gramíneas, sustituir a la soya y otras oleaginosas, al ser de menor costo y fácil adquisición. Expuesto lo anterior, el objetivo fue realizar un estudio comparativo de las propiedades nutrimentales y tecno-funcionales de la lenteja, haba y garbanzo para uso en la alimentación animal. Material de estudio: lenteja (*Lens culinaris*), haba (*Faba vicia* L.) y garbanzo (*Cicer arietinum*). Se caracterizaron físicamente: tamaño, peso hectolitrico, color y peso. Posteriormente, se molieron para determinar su composición química proximal (humedad, cenizas, proteína, carbohidratos, fibra y lípidos) y las propiedades tecno-funcionales (índice de solubilidad y absorción de agua). Los resultados indican diferencias significativas en las propiedades físicas debido a las características típicas de cada legumbre. La composición química resalta que la lenteja es alta en proteína (30.62%) y fibra cruda (10.92%) con respecto a haba y garbanzo (proteína: 26.37 y 22.74 %; fibra cruda: 3.0 y 4.80 %), el aceite en garbanzo (5.08%) fue mayor comparado con lenteja y haba (1.56 y 1.93%). El haba presenta el mayor contenido de cenizas (3.40%) con respecto a garbanzo (3.36%) y lenteja (2.80%). En las propiedades

¹ Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

² Autor para la correspondencia: berenice.yahuaca@umich.mx Facultad de Químico Farmacobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

tecnofuncionales, el garbanzo presentó el IAA más alto en comparación a haba y lenteja (0.22, 0.11 y 0.13) existiendo diferencias entre garbanzo, lenteja y haba, el mayor ISA fue para lenteja (2.46), no hubo diferencia significativa con garbanzo y haba (2.25 y 2.39). Las legumbres analizadas, destacando la lenteja, poseen propiedades nutricionales y funcionales aptas para su uso en la alimentación animal, pudiendo utilizarse a la lenteja como un potencial alimento.

Palabras clave: Legumbres, Análisis bromatológico y Tecno-funcionalidad.

Propriedades nutricionais e funcionais de lentilha (*Lens culinaris*), fava (*Faba vicia L.*) e grão-de-bico (*Cicer arietinum*) como alternativa na alimentação animal.

Resumo. As leguminosas na alimentação animal representam uma alternativa devido ao seu alto teor de proteínas, fibras e compostos bioativos. Podem ser utilizadas isoladamente ou em cultivos mistos com gramíneas, substituindo a soja e outras oleaginosas, por serem mais baratas e fáceis de adquirir. Diante do exposto, objetivou-se realizar um estudo comparativo das propriedades nutricionais e tecnofuncionais de lentilha, fava e grão-de-bico para utilização na alimentação animal. Material de estudo: lentilha (*Lens culinaris*), fava (*Faba vicia L.*) e grão-de-bico (*Cicer arietinum*). Foram caracterizados fisicamente: tamanho, peso hectolitro, cor e peso. Posteriormente, foram moídos para determinação de sua composição química proximal (umidade, cinzas, proteínas, carboidratos, fibras e lipídios) e propriedades tecnofuncionais (índice de solubilidade e absorção de água). Os resultados indicam diferenças significativas nas propriedades físicas devido às características típicas de cada leguminosa. A composição química destaca que a lentilha é rica em proteína (30,62%) e fibra bruta (10,92%) em relação à fava e ao grão-de-bico (proteína: 26,37 e 22,74%; fibra bruta: 3,0 e 4,80%), o óleo no grão-de-bico (5,08%) foi maior em relação à lentilha e fava (1,56 e 1,93%). A fava apresenta o maior teor de cinzas (3,40%) em relação ao grão-de-bico (3,36%) e à lentilha (2,80%). Nas propriedades tecnofuncionais, o grão-de-bico apresentou o maior IAA em relação às favas e lentilhas (0,22, 0,11 e 0,13), com diferenças entre grão-de-bico, lentilhas e favas, o maior ISA foi para lentilhas (2,46), não houve diferença significativa com grão-de-bico e fava (2,25 e 2,39). As leguminosas analisadas, com destaque para a lentilha, apresentam propriedades nutricionais e funcionais adequadas para utilização na alimentação animal, podendo a lentilha ser utilizada como potencial alimento.

Palavras-chave: Leguminosas, Análise bromatológica e Tecnofuncionalidade.

Introducción

Actualmente la búsqueda de fuentes de proteína diferentes a las convencionales para alimentación animal es un desafío (Zubillaga, Kei, Aramburu, & Gallego, 2020), dentro de las consideraciones destacan la calidad nutritiva, biodisponibilidad, facilidad de adquisición, costo y sostenibilidad. El uso de variantes innovadoras, económicas y factibles, representan una oportunidad para la alimentación animal (Veloz-Estrada, 2010). Entre las fuentes convencionales destaca la harina de pescado y la de soya. La harina de soya (*Glycine max*) es uno de los principales productos ofertados por la industria de alimentos para animales: cerdos, aves, peces y ganado bovino. La composición nutricional de la soya en relación a proteínas, lípidos, hidratos de carbono, fibra y cenizas es de aproximadamente 36.5, 20, 30, 9 y 5 %, respectivamente. En términos de proteína cruda, energía metabolizable y digestibilidad de aminoácidos limitantes su valor es superior a otras fuentes de proteína vegetal (Luna Jiménez, 2006).

Alternativo a la soya, existen otras fuentes de proteína vegetal a considerarse, tal es el caso de lentejas, haba y garbanzo. En México, histórica y tradicionalmente el cultivo de leguminosas es relevante. La mayor superficie de cultivo es frijol (90.7 %) seguido de garbanzo (6.8 %),

haba (2 %) y lenteja (0.5 %) (SIAP, 2020). Los principales estados productores de garbanzo son Sinaloa (42 %), Sonora (23 %), Jalisco (13 %) y Michoacán (9 %), haba en Puebla (49 %), Veracruz (36 %) y Tlaxcala (9 %), la lenteja en Michoacán (90 %) y Guanajuato (10 %) (SIAP, 2020). El estado de Michoacán ocupa el primer lugar en producción de lenteja con 7 373 ha con una producción de 7 689 toneladas (SIAP, 2020).

Las legumbres son utilizadas para la alimentación tanto animal como humana, son ricas en proteínas y micronutrientes, tienen almidón de digestión y asimilación lenta, antioxidantes, fibra dietaria y son bajas en grasa (Olmedilla-Alonso *et al.*, 2010). De los principales componentes destaca la proteína (entre 20 y 30 %), son pobres en aminoácidos azufrados, sin embargo, contienen lisina, haciendo de las legumbres un alimento atractivo nutricionalmente. Cabe destacar que contienen otros nutrientes con beneficios importantes como los minerales, compuestos bioactivos y aceite. Los minerales, son elementos inorgánicos esenciales para el organismo como componentes estructurales y reguladores de los procesos corporales (Olmedilla *et al.*, 2010). El contenido de cenizas en un alimento es un valor genérico que representa al contenido de minerales, en las legumbres

varía de 2 a 5 %. Son principalmente altas en potasio, magnesio, hierro y manganeso, además de zinc, cobre, selenio y calcio. La composición mineral varía de acuerdo con el genotipo y el cultivar (Hallet et al., 2017). Además de los minerales, los ácidos grasos (< 3 %), en su mayoría son ácidos grasos insaturados, los cuales han demostrado beneficios fisiológicos en diversas patologías, también desempeña un papel importante en el desarrollo del cerebro y de la retina durante el desarrollo fetal y los dos primeros años de vida (FAO, 2022). La composición de ácidos grasos en las legumbres en general es similar, siendo el ácido linoleico el principal ácido graso contenido en el aceite (20–22 %) (Taghi-Gharibzadeh et al., 2012).

Las legumbres se caracterizan también por contener sustancias bioactivas, identificadas como metabolitos secundarios, algunos de ellos son considerados anti-nutricionales, entre estos destacan los inhibidores de proteasa, inhibidores de amilasa, saponinas, taninos y oligosacáridos. Estos compuestos afectan el valor nutricional de los alimentos, ya que dificultan o inhiben la asimilación de nutrientes (proteínas y minerales). Sin

embargo, existen estudios que evidencian una disminución de este tipo de metabolitos secundarios mediante procesos como cocción, imbibición, germinación y extrusión (Olmedilla et al., 2010).

Legumbres como lenteja, haba y garbanzo pueden convertirse en una posibilidad factible para usarse en la alimentación animal por ejemplo aves y cerdos, ya sea de forma única a través de un procesamiento para disminuir o eliminar los metabolitos secundarios (anti-nutricionales) o bien, como sustituto parcial de harinas utilizadas al respecto como la procedente de la soya. En este sentido es importante mencionar que las legumbres poseen además propiedades tecno-funcionales adecuadas para el manejo tecnológico en el diseño y formulación de alimentos, entre estas características destacan las características físicas, así como la capacidad de absorción y solubilidad en agua, factores tecno-funcionales importantes en la obtención de matrices alimentarias. Por lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente trabajo fue determinar la composición nutrimental y tecno-funcional de lenteja, haba y garbanzo como uso alternativo para alimentación animal.

Materiales y Métodos

Material de estudio. lenteja verde (*Lens culinaris*), haba (*Vicia faba*) y garbanzo (*Cicer arietinum* L.) adquiridos en un mercado local de Morelia, Michoacán. Se formaron 3 lotes de 500 g de cada una de las legumbres: lenteja, haba y garbanzo. Las semillas se seleccionaron teniendo en cuenta que estuvieran sanas (enteras, sin picaduras de gorgojo, polvo, materia orgánica, tegumentos, semillas de otras especies, fragmentos o restos de insectos y otras impurezas de origen animal).

La lenteja, haba y garbanzo se caracterizaron físicamente utilizando los parámetros: determinación de tamaño en 25 semillas tomadas al azar: longitud, ancho y diámetro ecuatorial utilizando un vernier, los valores fueron registrados en mm, se evaluó el peso hectolítrico siguiendo la técnica 55-10 de la AOAC (2005). Se llenó de granos un recipiente de aluminio de volumen de 500 ml, pesándose en una balanza. El peso hectolítrico se obtuvo dividiendo el peso de los granos entre el volumen del recipiente y relacionándolo a un volumen de 100 litros. Las mediciones se hicieron con 10 repeticiones. El color se determinó utilizando un colorímetro Hunter-Lab y se obtuvo el valor de luminosidad (L) y las coordenadas de color a y b y con base en ello se determinó el ángulo de matiz (AM) e índice de saturación (IS), la medición se hizo por duplicado. El peso se determinó pesando un total de 100 legumbres tomadas al azar y se evaluó por triplicado. Una vez caracterizadas físicamente las legumbres, se llevaron a molienda utilizando un molino Goldenwall® hasta 0.25

mm de partícula. Al pulverizado de las legumbres se les realizó una caracterización química a través de un análisis bromatológico mediante la metodología descrita por (AOAC, 2005), la cual consistió en, determinación de humedad (calentamiento directo en estufa), cenizas (incineración en mufla), extracto etéreo (método Soxhlet), proteína (método Kjeldhal) y fibra cruda (digestión ácida y alcalina). Entre las propiedades funcionales se determinó el índice de absorción en agua (IAA), 2.5 g se suspendieron en 30 mL de agua a 30°C se agitó intermitentemente por 30 minutos. La suspensión se centrifugó durante 10 min a 30°C. El líquido sobrenadante se decantó, el gel formado se pesó, el IAA se reportó como gramos de gel por gramos de muestra seca. Se llevó a cabo con tres repeticiones. Finalmente, el índice de solubilidad en agua (ISA) se evaluó pesando los sólidos obtenidos del sobrenadante obtenido en el IAA. Este índice se expresó como el porcentaje de sólidos secos en 2.5 g de muestra. Cada evaluación se hizo con tres repeticiones. El IAA e ISA se desarrollaron de acuerdo con la metodología señalada por (Anderson et al., 1969).

Diseño y análisis estadístico. Lo anterior se sustentó con base en un diseño completamente al azar con 3 repeticiones, los datos fueron analizados con el paquete estadístico JMP6 y comparados mediante un análisis de varianza de una vía, las medias de cada medida por cada legumbre analizada fueron comparadas con una prueba de Tukey con un nivel de significancia $P \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

Las propiedades físicas de la lenteja, haba y garbanzo se presentan en la Tabla 1. En las legumbres analizadas puede observarse que lenteja y garbanzo obtuvieron el mayor peso hectolítrico (PH) con respecto a haba, sin embargo, las tres corresponden a semillas sanas (NOM-FF-55-1984, 2022), que el PH determina la sanidad de la semilla, en tanto mayor sea el PH mayor es la proporción de almidón, indicando que la legumbre está íntegra y menor es el porcentaje de daños e impurezas que esta pudiera tener, valores de referencia indican un valor mínimo de 46 kg/hl para considerar una semilla de calidad, el PH de las

legumbres analizadas es mayor a este valor referenciado. El peso de 100 legumbres hace evidente que la lenteja es de un menor tamaño (2.79 g) con respecto a garbanzo y haba (66.90 y 141.5), haba es el material más grande guardando relación con el tamaño. En referencia al color, el AM presenta una coloración café-verdosa para lenteja (78.92) comparada con las coloraciones amarillas de garbanzo y haba no habiendo diferencia significativa entre ambos (68.62 y 68.74), el IS fue mayor en lenteja, valor significativamente diferente a garbanzo y haba.

Tabla 1. Características físicas en las legumbres lenteja, haba y garbanzo.

Propiedad física	Lenteja	Garbanzo	Haba
Peso hectolítrico (Kg/hl)	86±0.01a	82±0.01a	66±0.019b
Peso 100 Legumbres (g)	2.79±0.04c	66.90±2.03b	141.5±1.60a
Tamaño (Longitud) (mm)	2.04±0.42c	9.6±1.05b	19.51±2.99a
Tamaño (Ancho) (mm)	≤1.0c	5.11±0.77a	2.53±0.66b
Tamaño (Ecuatorial) (mm)	≤1.0c	6.64±0.85a	3.44±0.75b
Color (AM)	78.92±0.84b	68.62±0.36a	68.74±0.82a
Color (IS)	27.38±1.91b	13.59±0.42a	13.25±0.11a

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). \pm = desviación estándar

La lenteja tiene el mayor contenido de proteínas (Tabla 2) seguida de garbanzo y haba (30.62, 22.74. y 26.37 % respectivamente). El contenido de proteína en lenteja es el más cercano al reportado para la soya (36.5%) (Luna Jiménez, 2006) (Mínuzzi, et al., 2007). En referencia a fibra cruda, la lenteja contiene 10.9 %, valor significativamente más alto que garbanzo y haba (4.8 y 3.0 % respectivamente) y lo reportado para soya (8.5 %). El contenido de proteína y fibra cruda varía entre lenteja, haba y garbanzo, lo que

está relacionado con el tipo de legumbre y que podría estar influenciado a su vez por la zona de cultivo y las prácticas culturales (Taghi-Gharibzadeh et al., 2012). La caracterización y el grado de calidad de las legumbres es fundamental para identificar los atributos que posee cada material analizado, a partir de ello puede conocerse la sanidad de la legumbre que a su vez se relaciona con parámetros funcionales y nutricionales

Tabla 2. Análisis bromatológico de las legumbres lenteja, garbanzo y haba.

	Lenteja	Garbanzo	Haba
Humedad (%)	8.49 ±0.10a	7.18 ±0.04b	8.76 ±0.17a
Extracto etéreo (%)	1.56 ±0.08b	5.08 ±0.31a	1.93 ±0.18b
Fibra cruda (%)	10.92 ±0.15a	4.80 ±0.39b	3.00 ±0.13c
Proteínas (%)	30.62 ±1.85a	22.74 ±0.08c	26.37 ±0.79b
Cenizas (%)	2.80 ±0.06b	3.36 ±0.06a	3.40 ±0.13a

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). \pm = desviación estándar.

En referencia a cenizas, haba y garbanzo obtuvieron el mayor porcentaje (3.40 y 3.36 % respectivamente) y el menor fue para lenteja (2.80 %). Los resultados coinciden con la literatura indicando que las legumbres contienen cenizas en un valor menor al 3 % pudiendo con ello considerar que las legumbres analizadas poseen un

contenido importante de minerales (Taghi-Gharibzadeh et al., 2012). Finalmente, el contenido de aceite en las legumbres analizadas es bajo, sin embargo, es destacable su porcentaje en ácidos grasos insaturados. El aceite en las legumbres (Tabla 2), muestra el mayor contenido en garbanzo (5.08 %)

significativamente mayor a haba y lenteja (1.93 % y 1.56 %). El contenido total de lípidos comprende principalmente ácidos grasos poliinsaturados (62-67 %), mono-insaturados (19-26 %) y saturados (12-14 %) (Aguilar-Raymundo y Vélez-Ruiz, 2013). En comparación a la soya su contenido de lípidos es de 15-20 %, mayormente insaturados (oleico y linoleico) (Luna Jiménez, 2006). Con respecto a los resultados obtenidos en el análisis bromatológico de las legumbres analizadas, muestran características de tipo nutricional importantes, particularmente en relación al contenido de proteína y fibra dietaria, elementos destacables en la nutrición animal, siendo mayoritario dichos factores en la lenteja.

Con respecto a las propiedades tecno-funcionales de las legumbres (Tabla 3), los resultados indican que el IAA fue mayor en garbanzo comparativamente con haba y lenteja (0.22, 0.11 y 0.13 %) presentándose diferencias significativas entre ellas. El IAA mide la cantidad de agua absorbida por el almidón y puede ser utilizado como un índice de gelatinización, esta a su vez es la conversión de almidón crudo

a un material cocido y digerible cuando el material es expuesto a agua y calor (Hernández-Nava et al., 2011). El IAA está directamente relacionado con la elasticidad y viscosidad de un alimento, estas propiedades son fundamentales en el desarrollo de alimentos.

Finalmente, el ISA puede utilizarse como un indicador de la degradación de compuestos moleculares y la degradación del almidón, se relaciona con la cantidad de moléculas solubles en agua y está asociado a la dextrinización del almidón. (Hernández-Nava et al., 2011). Así, el ISA (Tabla 3) fue mayor para lenteja (2.46 %), sin embargo, no hubo diferencia significativa con garbanzo y haba (2.25 y 2.39 %). Los valores son menores a los reportados por otros autores, sin embargo, pueden considerarse como sustituto de harinas o elaboración de alimentos que no requieran dichas propiedades.

Es importante contar con productos agrícolas alternos a los convencionales para la alimentación animal, las legumbres (lenteja, haba y garbanzo) tienen la posibilidad nutrimental de ser una alternativa alimentaria, nutricionalmente poseen un valor proteico importante entre otros componentes como la fibra dietaria, siendo la lenteja la de más alto valor nutricional. Además del aporte en dichos componentes, lenteja, haba y garbanzo tienen propiedades tecno-funcionales con potencial para la formulación de matrices alimentarias para la elaboración de productos alimenticios, con capacidad de hidratación favoreciendo el desarrollo de nuevos alimentos.

Tabla 3. Índice de absorción e índice de solubilidad en agua evaluados en lenteja, garbanzo y haba

	Lenteja	Garbanzo	Haba
ÍAA (%)	0.01±0.06a	0.69±0.01c	0.15 ±0.0.09b
ÍSA (%)	2.46 ±0.09a	2.25±0.01a	2.39±0.0.01a

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). \pm = desviación estándar.

Conclusión

La lenteja verde (*Lens culinaris*), haba (*Vicia faba*) y garbanzo (*Cicer arietinum* L.) poseen propiedades nutricionales y tecno-funcionales destacables para su uso en la alimentación animal. Particularmente la lenteja es la legumbre que sobresale en su contenido proteico y fibra dietaria, lo que plantea una posibilidad de que esta legumbre pueda ser utilizada para alimentación de

animales como aves y cerdos entre otros, ya sea directamente o como sustituto parcial de otros insumos alimentarios. Haba y garbanzo no se excluyen de tal fin. Finalmente, es importante profundizar en el conocimiento sobre la calidad, conversión y disponibilidad de las proteínas, fracciones de la fibra dietaria y metabolitos secundarios (anti-nutricionales).

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Literatura Citada

- Anderson, R., Conway, H., Pheiser, V., and Griffin, E. 1969. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*, 4-12.
- AOAC. 2005. *Official methods of analysis of AOAC International*. Obtenido de http://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official_Methods_of_Analysis/AOAC_Member/Pubs/OMA/AOAC_Official_Methods_of_Analysis.aspx?hkey=5142c478-ab50-4856-8939-a7a491756f48.
- FAO. (2022). *Estudio FAO Alimentación y Nutrición*. Obtenido de FAO ISBN 978-92-5-3067336: <https://www.fao.org/3/i1953s/i1953s.pdf>
- Hall, C., Hilen, C., and Garden-Robinson, J. 2017. Composition, Nutritional Value, and Health Benefits of Pulses. *Cereal Chemistry*, 11-31.
- International, A. 2005. *Official methods of analysis of AOAC International*. Obtenido de http://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official_Methods_of_Analysis/AOAC_Member/Pubs/OMA/AOAC_Official_Methods_of_Analysis.aspx?hkey=5142c478-ab50-4856-8939-a7a491756f48.
- Luna Jiménez, A. 2006. Valor Nutritivo de la Proteína de Soya. *Rev Investigación y Ciencia*, 29-34.



- Minuzzi, A., Mora, F., Sedrez-Rangel, M. A., De Lucca-Braccini, A., y Scapin, C. A. 2007. Características Fisiológicas, Contenido de Aceite y Proteína en Genotipos de Soya, Evaluadas en Diferentes Sitios y Épocas de Cosecha, Brasil. *Agricultura Técnica (Chile)*, 353-361.
- Molina, E., y Rubio, L. A. 2016. Las leguminosas en alimentación animal. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 315-320.
- NOM-FF-55-1984. 2022. Norma Oficial Mexicana: NOM-FF-55-1984 Productos Alimenticios no Industrializados Para uso Humano - Cereales - Trigo - Método de Prueba. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4657947&fecha=12/03/1984&print=true
- Olmedilla, B., Farré, R., Asensio, C., y Martín, M. 2010. Papel de las leguminosas en la alimentación actual. *Revista Actividad Dietética*, 72-76.
- Olmedilla-Alonso, B., Farré-Rovira, R., Asencio-Vegas, C., y Martín-Pedrosa, M. 2010. Papel de las leguminosas en la alimentación actual. *Actividad Dietética*, 72-76.
- SIAP. 2020. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Datos abiertos. Estadística de Producción Agrícola. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- Taghi-Gharibzahedi, S. M., Mousavi, S. M., Mahdi-Jafari, S., and Faraji, K. 2012. Proximate composition, mineral content, and fatty acids. *Chemistry of Natural Compounds*, 976-978.
- Udahogora, M. 2012. Health benefits and bioactive compounds in field peas, faba beans, and chickpeas. *Cereals and Pulses: Nutraceutical Properties and Health Benefits*, 199-215.
- Veloz-Estrada, D. M. 2010. "Utilización de Diferentes Niveles de Harina de Algas de Agua Dulce en "Sustitución de la Soya en la Alimentación de Conejos Californianos desde el Destete Hasta el Inicio de la Vida Reproductiva". Obtenido de Escuela superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1130>
- Zubillaga, M. F., Kei, A. Y., Aramburu, M., y Gallego, J. J. 2020. Ensayo comparativo de rendimiento de poroto como alternativa proteica para alimentación animal en la Patagonia Norte. Obtenido de Universidad Nacional de Río Negro: