




Evaluación de las características nutricionales, digestibilidad *in situ* e *in vitro* del residuo generado de la criba de la semilla de girasol alto oleico.

Carlos Enrique Mireles Martínez¹ 


Laura Haydée Vallejo Hernández^{1*} 

Francisco Javier Vera Vázquez² 

J. Efrén Ramírez Bribiesca³ 

Ma. Magdalena Crosby Galván³ 

José Carlos Escobar España⁴ 

Andrea Sánchez Chávez¹ 

Información del manuscrito

Fecha de envío: 17 / 11 / 2025

1. Universidad Autónoma Chapingo. Posgrado en Producción Animal.
2. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Complejo Regional Norte.
3. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.
4. Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agrícola, Campus I



Resumen:

Palabras clave:

Aceite vegetal, Dietas Rumiantes, Pasta de semillas, Residuos agroindustria, Suplementos alimentos.

En la producción de aceite de girasol, se genera un subproducto que proviene de la limpieza de la semilla antes de su procesado, por lo que se caracterizó y determinó el contenido de nutrientes, la degradabilidad in vitro e in situ y la producción de biogás, se observó que presenta un potencial para la alimentación animal debido a su alto contenido de energía, permitiendo sustituir parcialmente a granos de cereales en las dietas integrales para rumiantes.

Introducción

En México debido al incremento en el inventario ganadero, se trabaja para construir sistemas alimentarios resilientes, productivos, competitivos y sustentables (SADER, 2025). Por lo que se buscan cultivos que sean resistentes a la sequía o que tengan bajos requerimientos de agua: el girasol (*Helianthus annuus*), es una opción debido a que tiene un requerimiento de 250-400 mm de agua distribuido durante su ciclo biológico (Granados & Vizcarra, 2018). Del cultivo de girasol alto oleico se derivan algunos subproductos, los cuales son utilizados en la alimentación animal. El residuo de la criba de girasol alto oleico posee características químicas que le permiten ser utilizado en la alimentación animal, sin embargo, no existen investigaciones que lo demuestren, por lo que es esencial realizar una caracterización química, para determinar su uso potencial en la nutrición

de animales.

Materiales y Métodos

1. *Recolección De Muestra*

Las muestras se colectaron en la cooperativa PROAGRICER, en el municipio de Cerritos S.L.P. La muestra provino del ciclo productivo del año 2018, de la variedad de girasol alto oleico SYN3950HO, de la empresa Syngenta®. Posteriormente se molió con malla de un 1 mm. Se realizó la caracterización física y el análisis de degradabilidad in situ de acuerdo con la técnica propuesta por Mehrez y Ørskov, 1977.

2. *Degradabilidad in situ*

Se utilizó un toro Holstein con cánula en rumen, con un PV de 700 kg, el cual fue alojado en un corral individual, bajo techo, provistas de comedero y bebedero individual. Las dietas fueron ofrecidas diariamente con base al consumo de MS para mantenimiento (2% PV),

Se adaptó durante 15 días a la dieta utilizada y tres para toma de muestras. Se utilizaron bolsas de poliéster con poro promedio de 44 μ y se trabajó con la metodología propuesta por Mehrez y Ørskov, 1977. Los horarios de incubación fueron: 3, 6, 9, 12, 24, 48 h. Las bolsas, en cada horario, se colocaron en redes especiales que contenían un contrapeso para que se mantuvieran sumergidas en la región ventral del rumen.

3. Degradabilidad *in vitro*

Se obtuvo líquido ruminal y se filtró a través de cuatro gasas, colocándose en un termo de plástico (Colleman®), a una temperatura constante de 39°C, para transportar el líquido ruminal al laboratorio de Nutrición Animal.

3.1. Preparación del inóculo

La solución de macromineral y solución buffer, así como la solución reductora, se prepararon un día antes del montaje de la técnica, y se mantuvieron a 39°C en una estufa (RIOSSA Mod. E-51 D). La solución micromineral y la resarzurina una vez preparada se mantuvo en refrigeración. Al momento de realizar la técnica, se mezclaron las soluciones en un matraz volumétrico de 6 L utilizando una platina magnética (Thermo Scientific Cimarec Mod. SP131635) y un agitador magnético para mantener la temperatura y asegurarnos de que se mezclen completamente las soluciones. Una vez preparada la solución, se le agregó agua destilada, el líquido ruminal y flujo constante de CO₂.

3.2. Preparación de los viales

La degradación de MS se realizó por triplicado y se usaron 2 frascos sin sustrato como blancos para la corrección por contaminación con contenido ruminal, por cada periodo de muestreo. Se utilizaron viales de vidrio de 120 mL, a éstos se les agregó 0.5 g. de muestra en bolsas de poliéster, con un poro promedio de 44 micras y se les adicionó 90 mL de inóculo, así como un flujo constante de CO₂ y se fueron tapando con tapones de hule y se sellaron con arillos de aluminio, para ser colocados en incubación dentro de una estufa (RIOSSA Mod. E-51 D) a 39°C.

3.3. Obtención de materia seca

En cada uno de los horarios de muestreo se retiraron 3 viales con muestra y 2 viales blancos para la determinación de la degradabilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Estos viales al sacarlos se colocaron 30 minutos en congelación con la finalidad de parar la acción bacteriana, después de transcurrido este periodo se colectó la bolsa con la muestra, para ser lavada, posteriormente fue secada en una estufa (RIOSSA Mod. E-51 D) a 60°C durante 24 horas, la DIVMS se obtuvo por diferencia de peso.

Resultados

El residuo de la criba de girasol alto oleico está compuesto principalmente por: I) Semilla de girasol (pequeña, rota o descascarada y su cascarilla), II) Semillas de malezas de la zona, III) Residuos de la Inflorescencia (partes del receptáculo floral, flores secas), la muestra analizada contiene en promedio un 24.73% de semilla entera, un 4.78% de cáscara de semilla y 4.26% de semilla rota y descascarada, dando



un total de 33.27% de la muestra que pertenece a semilla de girasol. La fracción más grande es la denominada “Resto” la cual contiene semillas de arvenses de la zona, partes del receptáculo

floral, flores secas de girasol y otras arvenses, esta fracción representa el 52.85% de toda la muestra. El análisis químico se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Análisis químico del residuo de la criba de girasol alto oleico

Nutriente (%)	Residuo de criba de girasol
Materia Seca	91.13
Cenizas	10.78
Proteína Total	14.77
Extracto Etéreo	20.93
Fibra Detergente Neutro	38.80
Fibra Detergente Ácido	13.16
Hemicelulosa	25.63
Extracto Libre de Nitrógeno	14.70

Por su bajo contenido de humedad (8.86%) no existe problemas para su almacenamiento, sin embargo, presenta un alto contenido de extracto etéreo (20.93 %), el cual es aportado por las semillas de girasol que lograron escapar a este subproducto. La semilla de la variedad SYN3950HO, puede llegar a tener hasta un 50% de aceite (Iriarte y López, 2014). El residuo de criba de girasol presenta 14.78% de proteína cruda, apenas por debajo de la semilla de girasol la cual contiene 16.9%, y por encima de los principales granos de cereales como el maíz (9.4%) y el sorgo (11.6%).

La degradabilidad de la materia seca de la muestra del residuo de la criba del girasol alto oleico fue mayor cuando se analizó in situ (72.37%) en comparación con la in vitro (55.82%), esto se puede atribuir a que en la prueba in vitro, la alta cantidad de EE de la muestra que se usó como sustrato (20.931%) pudo influir en

las poblaciones bacterianas, debido a que la microbiota ruminal es sensible a los aceites, por que cambian la permeabilidad de la membrana, lo que interfiere con reacciones vitales como el transporte de electrones, el mantenimiento del gradiente iónico y altera la producción de ATP, además de la coagulación citoplasmática y lisis de la célula, Herrera (2018).

Conclusiones

Después de realizar los análisis correspondientes de la semilla de girasol alto oleico se asume que puede ser incluido como ingrediente en la alimentación de cerdos, aves y rumiantes, debido a su alta degradabilidad y al alto porcentaje de energía, lo cual ayudaría a reducir el costo de las dietas, al sustituir parcialmente un grano de cereal. Es importante continuar con las investigaciones sobre el subproducto en pruebas de comportamiento, conteo total de

bacterias y monitoreo de pH ruminal, para poder crear restricciones y determinar el nivel máximo de inclusión en dietas para diferentes especies animales.

Conflicto de intereses

Los autores del presente artículo declara que no existe ningún tipo de conflicto de intereses, ni ninguna relación económica, personal, política, interés financiero, ni académico que pueda influir en el juicio de los mismos.

Referencias

- Granados Mayorga, A. K., & Vizcarra Hernández, I. F. (2018). Respuesta del cultivo de girasol bajo diferentes fuentes nutrimentales y fechas de siembra en el Estado de México. [Tesis de licenciatura de la Universidad Autónoma de México UNAM].
- Herrera Pérez J. (2018) Evaluación in vitro e in situ de semilla y aceite de girasol (*Helianthus annuus*) en dietas energéticas para ovinos. [Tesis de doctorado del Colegios de Postgraduados] México.
- Iriarte L.B. y López B.Z. (2014). Evaluación de cultivares tradicionales y alto oleico de girasol campaña 2013/2014. INTA Argentina.
- Mehrez, A. Z, and E. R. Ørskov. (1977). A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *The Journal of Agricultural Science*, 88(3), 645–650 .
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. SADER. (2025). Información sobre el número de animales que se crían en el país con fines de producción.

