

VARIABLES PRODUCTIVAS Y DIGESTIBILIDAD EN CONEJOS ALIMENTADOS CON DIFERENTE NIVEL DE VAINA DE *PROSOPIS LAEVIGATA* EN LA DIETA

Performance and digestibility of rabbits fed diets containing different levels of *Prosopis laevigata* pods

Andrea Alejandra García-Sánchez¹, *Ignacio Mejía-Haro¹, Héctor Silos-Espino¹, José Manuel Martínez-Mireles¹, Carlos Fernando Aréchiga-Flores², y José Manuel Silva-Ramos²

¹Tecnológico Nacional de México, Campus El Llano, Aguascalientes, Ags. México, CP. 20016

² Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

*Autor de correspondencia: ignacio.mh@llano.tecnm.mx

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar los efectos de la inclusión de vainas de mezquite (*Prosopis laevigata*) en la dieta sobre las variables productivas y la digestibilidad *in vivo* en conejos en crecimiento. Se llevó a cabo una prueba de comportamiento animal utilizando un diseño completamente al azar con 36 conejos al destete, hembras asignadas a una de tres dietas -tratamiento con diferente concentración de vaina de mezquite molida (VMM): T1 (dieta sin VMM), T2 (dieta con 15% de VMM) y T3 (dieta con 30% de VMM). Se midió el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la canal; además, se determinó la digestibilidad *in vivo* de las dietas. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la ganancia diaria de peso, consumo de alimento, rendimiento en canal y digestibilidad entre T1 y T3. La conversión alimenticia no mostró diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$). La vaina de mezquite aporta un contenido nutricional adecuado en dietas de conejos al 15% sin afectar las variables productivas y digestibilidad de la materia seca.

Palabras clave: Mezquite; conejos; rendimiento de la canal.

Abstract

The objective of the study was to evaluate the effects on productive variables and *in vivo* digestibility of the inclusion of mesquite (*Prosopis laevigata*) pods in diets for growing rabbits. A production trial was carried out using thirty-six weaned-female rabbits in a completely randomized design assigned to one of three treatment diets containing different concentrations of ground mesquite pods (VMM): T1 (Diet without VMM), T2 (Diet 15% VMM), and T3 (Diet 30% VMM). Feed intake, weight gain, feed conversion, carcass yield, and *in vivo* digestibility of the diets were measured. Significant differences ($p < 0.05$) were found in daily weight gain, feed intake, carcass yield and dry matter digestibility between T1 and T3. Feed conversion ratio did not show significant differences among treatments ($p < 0.05$). Mesquite pods provide an adequate nutritional content to rabbit diets, and when used at 15%, they do not affect the productive variables and digestibility.

Keywords: Mesquite pods; rabbits; carcass yield.

Recibido: 29 de abril de 2022

Aceptado: 14 de diciembre de 2022

Publicado: 01 de marzo de 2023

Cómo citar: García-Sánchez, A. A., Mejía-Haro, I., Silos-Espino, H., Martínez-Mireles, J. M., Aréchiga-Flores, C. F., & Silva-Ramos, J. M. (2023). Variables productivas y digestibilidad en conejos alimentados con diferente nivel de vaina de *Prosopis laevigata* en la dieta. *Acta Universitaria* 33, e3561. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2023.3561>

Introducción

De los costos totales en la producción de conejos, la adquisición de alimentos balanceados comprende del 60% al 70%, por lo que es necesario buscar alternativas de alimentación y no depender totalmente de empresas fabricadoras de alimentos balanceados, así como reducir los costos de alimentación. Entre opciones viables se encuentra el uso de recursos forrajeros regionales, subproductos agroindustriales y la formulación y elaboración de dietas, los que pueden reducir considerablemente los costos de producción sin demeritar la calidad de la carne (Cano & Valencia, 2018). Hoy en día, los costos de los granos se han elevado, por lo tanto, es necesario buscar alternativas de alimentación que permitan la rentabilidad de las explotaciones pecuarias, incluyendo la de conejos.

El mezquite (*Prosopis* spp.) es una de las especies arbóreas más abundantes en México, puede crecer incluso en condiciones desfavorables y su fruto es considerado un recurso de gran valor en la alimentación animal debido a su alto contenido proteico, de azúcares y fibra (Peña-Avelino *et al.*, 2016), por lo que tiene un uso potencial en la alimentación animal (Rodríguez *et al.*, 2014). Las vainas del mezquite han sido utilizadas en la alimentación de diversas especies: en ovinos (Mejía-Haro *et al.*, 2021), en bovinos (De Oliveira *et al.*, 2016), en conejos (Macías-Rodríguez & Usca-Méndez, 2017) y en humanos (Reséndiz *et al.*, 2020). *Prosopis* es un género que está constituido por varias especies, las cuales se distribuyen en diferentes regiones del país. En la mayoría de los casos, este producto es utilizado por pequeños productores del área rural, quienes lo recogen cuando está maduro y cae al suelo, posteriormente, lo secan al sol y lo muelen para su utilización en animales de granja. El objetivo del estudio fue evaluar las variables productivas de conejos en crecimiento (ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de la canal, peso de la grasa abdominal y peso de vísceras) alimentados con una dieta con diferente concentración de vaina de mezquite molida.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo durante los meses de enero a agosto del 2020 en el Instituto Tecnológico El Llano (ITEL), ubicado en el km 18 de la carretera Aguascalientes-San Luis Potosí, en El Llano, Aguascalientes, México, entre los paralelos 21° 55' 07" N y 101° 57' 55" O; con una altitud de 2031 m. s. n. m.; con un clima tipo BS_{1k}, que se caracteriza por ser semiseco templado; con una precipitación pluvial media anual de 693 mm y una temperatura media anual de 14.3 °C (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2017).

Se evaluó el efecto de la inclusión de vaina de *Prosopis laevigata* molida (VMM) (Tabla 1) sobre los parámetros productivos en conejos en crecimiento, para lo cual se utilizaron 36 conejos hembras destetados, cruzados de las razas Nueva Zelanda y California, de cinco semanas de edad y un peso promedio de 692 g, que fueron alojados en jaulas metálicas elevadas con piso de rejilla limpias, desinfectadas, provistas de bebedero y comedero y sometidos a un periodo de adaptación de 10 d a la dieta e instalaciones. La dieta se formuló utilizando los mismos ingredientes alimenticios utilizados en el periodo experimental. Transcurrido el periodo de adaptación, los conejos se pesaron en una báscula digital marca Vinson vins- 40 con capacidad para 40 kg. Los valores se registraron como Peso Inicial (día 1) y Peso Final. Con ambos pesos se calculó la ganancia de peso en el periodo (Ganancia de peso = Peso Final – Peso Inicial), y la ganancia diaria de peso se calculó dividiendo la ganancia de peso en el periodo entre los días que duró la prueba de comportamiento productivo. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y doce repeticiones, considerando a cada conejo como una unidad experimental.

Tabla 1. Composición bromatológica de la vaina del mezquite** (%).

	Vaina de Mezquite Molida	
	Base húmeda	Base seca
Humedad	7.03	-
MS	-	100.00
Cenizas	4.77	5.13
Proteína cruda	12.29	13.22
Grasa	1.88	2.02
Fibra cruda	24.64	26.50
ELN	49.39	53.12
FDA	32.25	34.69
FDN	38.56	41.48
CNE	35.47	38.15
TND	60.00	64.54
ENm Mcal/kg)	1.36	1.46
ENg (Mcal/kg)	0.71	0.76

** Análisis realizado por Forrajera de Ganaderos de Aguascalientes (Fogasa).

Nota: ELN, elementos libres de nitrógeno; TND, total de nutrientes digestibles; FDA, fibra detergente ácida; FDN, fibra detergente neutra; CNF, carbohidratos no estructurales; ENm, energía neta de mantenimiento; ENg, energía neta de ganancia; VMM, vaina de mezquite molida.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el análisis proximal de los ingredientes de las dietas (AOAC International, 2012) y el análisis de fibras detergentes por la técnica de Van-Soest *et al.* (1991); asimismo, se formularon y elaboraron dietas integrales isoprotéicas para cada uno de los tratamientos donde: el tratamiento 1 (T1) constituía el grupo testigo y la dieta no contenía VMM, en el tratamiento 2 (T2) se incluyó 15% de VMM y en el tratamiento 3 (T3) se agregó 30% de VMM (Tabla 2). Inicialmente, se proporcionaron 65 g de alimento por conejo por día y posteriormente se aumentó la cantidad de alimento hasta 100 g por conejo, procurando que no les faltara alimento. El alimento se suministró todos los días a las 11:00 a. m. y el alimento rechazado fue retirado y pesado diariamente antes de ofrecer alimento nuevo durante 46 d. De los datos de consumo de alimento y ganancia de peso en el periodo, se calculó la conversión alimenticia (Conversión alimenticia = kg alimento consumido / kg de ganancia de peso en el periodo).

Tabla 2. Ingredientes y composición nutricional de las dietas con diferentes concentraciones de VMM.

Ingredientes*	T1	T2	T3
Heno de alfalfa	35.0	30.0	25.5
VMM	0.0	15.0	30.0
Pasta de soya	15.3	14.6	14.2
Pasta de canola	6	6.0	6.0
Maíz grano	27.1	18.3	8.2
Manteca de cerdo	15	15.0	15
Fosfato monocálcico	0.6	0.4	0.4
CaCO ₃	0.47	0.2	0.2
Sal	0.3	0.3	0.3
Vitaminas**	0.1	0.1	0.1
Microminerales	0.1	0.1	0.1
TOTAL	100.0	100.0	100.0
M.S	87.79	87.16	86.52
Cenizas	6.0	6.0	6.1
Proteína	17.0	17.0	17.1
Grasa	17.1	16.9	16.2
FDA	12.8	15.8	19.0
FDN	18.8	21.6	24.5
CNE	43.3	39.3	35.0
EM	3.2	3.17	3.08

*Ingredientes expresados en kg base 90.

**Vitaminas Kreker (vitamina A, vitamina D₃, vitamina E, vitamina K₃, vitamina B₁, vitamina B₂, vitamina B₁₂, piridoxal fosfato de ciproheptadina, niacina, pantoteinato de calcio, butil-hidroxi-tolueno, lactosa).

Nota: VMM, vaina de mezquite molida; MS, materia seca; FDA, fibra detergente ácida; FDN, fibra detergente neutra; CNE, carbohidratos no estructurales = 100 – (%FDN + %PC+ %EE + % Cenizas); EM, energía metabolizable; Mcal/kg, TND* 4.4* 0.82.

Fuente: Elaboración propia.

Dos semanas después de finalizar la prueba de comportamiento productivo, se sacrificaron 12 conejos (cuatro de cada tratamiento) para medir el rendimiento de la canal caliente (canal sin vísceras, órganos digestivos, cabeza, patas, piel y sangre), el peso de algunos órganos y la deposición de grasa abdominal. Las variables evaluadas fueron: peso corporal al momento del sacrificio, peso de la canal caliente, peso de los órganos digestivos (intestinos, estómago y ciego), hígado, grasa abdominal, piel y vísceras (riñones, corazón y pulmones).

Al término de la obtención de parámetros productivos, se determinó la digestibilidad *in vivo* de las dietas ofrecidas mediante la técnica de Pérez *et al.* (1995). Para esto, se utilizaron cuatro conejos al azar por cada tratamiento, los cuales fueron alimentados diariamente a la misma hora con 50 g de alimento (por conejo) durante 8 d, esto es, 3 d para ajustar el consumo y 5 d para registrar datos. El total de las heces fueron colectadas diariamente por separación física (cedazo) utilizando una charola de acero inoxidable montada debajo del piso de la jaula y, posteriormente, fueron pesadas diariamente en una báscula gramera digital de la marca YL TRD por un periodo de cinco días consecutivos. Se tomaron muestras de heces por conejo y se mantuvieron en refrigeración para finalmente realizar el secado de ellas en hornos con circulación de aire a una temperatura de 60 °C durante 2 d. Se registraron los datos de materia seca de las heces y se realizaron los cálculos para obtener la cantidad de heces excretadas en base seca y, finalmente, se obtuvo el porcentaje de digestibilidad total *in vivo* mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Peso de las heces secas} / \text{Peso del alimento ingerido} * 100 = \text{Porción indigestible}$$

$$100 - \text{porción indigestible} = \text{Digestibilidad Parcial (DP)}$$

$$\text{Digestibilidad total} = \text{Suma de las DP de cada repetición} / \text{N}^{\circ} \text{ de repeticiones}$$

Los datos se analizaron con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 2008). Se utilizó el modelo lineal generalizado y se realizaron análisis de varianza y la comparación múltiple de medias por la prueba de Tukey ($p < 0.05$) bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

donde Y_{ij} = respuesta de variable, μ = media general, t_i = efecto del $i^{\text{ésimo}}$ tratamiento, y e_{ij} = error experimental.

Resultados

Los valores promedio de los parámetros productivos de los conejos se muestran en la Tabla 3. El consumo total de alimento durante el periodo fue mayor ($p < 0.05$) en T1 que en T2 y T3, y no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre T2 y T3.

Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el peso final, en la ganancia diaria de peso (GDP) y en la ganancia total de peso del periodo (GTP) entre T1 y T3, donde T1 fue superior ($p < 0.05$) a T3, y T2 no presentó diferencias con T1 y T3. Los conejos del T1 consumieron mayor ($p < 0.05$) cantidad de alimento que los del T2 y T3. En cuanto a la conversión alimenticia, no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos; y con respecto a la digestibilidad de la materia seca, se observó que a medida que la concentración de VMM aumentaba en la dieta, la digestibilidad disminuía, siendo inferior T3 que T1 y T2 (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros productivos de conejos en crecimiento alimentados con dietas con diferente concentración de VMM.

Variable de respuesta	T1	T2	T3	E. E.
Peso Inicial, (kg)	0.701 ^a	0.673 ^a	0.703 ^a	0.081
GTP (kg)	1.172 ^a	1.018 ^{ab}	0.975 ^b	0.081
Peso Final (kg)	1.873 ^a	1.691 ^{ab}	1.678 ^b	0.186
CA (kg/kg)	2.460 ^a	2.404 ^a	2.553 ^a	0.416
Consumo de alimento (kg) [*]	2.857 ^a	2.370 ^b	2.444 ^b	0.224
GDP (g)	26.0 ^a	22.6 ^{ab}	21.7 ^b	1.7
Digestibilidad de MS (%)	77.07 ^a	75.98 ^a	69.52 ^b	4.44

*Consumo de alimento por conejo durante el periodo.

**Literales diferentes en la misma hilera indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$).

Nota: GDP, ganancia diaria de peso; CA, conversión alimenticia (kg de alimento consumido por kg de peso vivo); GTP, ganancia total de peso en el periodo; VMM, vaina de mezquite molida; MS, materia seca; E. E., error estándar.

Fuente: Elaboración propia.

El rendimiento de la canal fue superior en T1 que en T3, y T2 no fue diferente a T1 y T3 (Tabla 4). La disminución en el rendimiento de la canal en T3 estuvo relacionada con un incremento ($p < 0.05$) en el peso de los órganos digestivos y el peso de las vísceras (Tabla 4). Con respecto al peso de la grasa abdominal y visceral, T3 tuvo un valor mayor que T1 y T2; sin embargo, el peso del hígado en T1 tuvo un valor menor con respecto a los tratamientos con VMM (Tabla 4).

Tabla 4. Rendimiento y características de la canal de conejos consumiendo dietas con diferente concentración de VMM.

Variable de respuesta	T1	T2	T3	E. E.
Peso de la piel (g)	278 ^a	295 ^a	295 ^a	27.226
Peso de las vísceras (g)	23.5 ^b	34.0 ^b	49.0 ^a	6.1010
Peso del hígado (g)	60.5 ^b	82.5 ^a	78.9 ^a	6.2975
Peso de órganos digestivos (g)	303 ^b	348 ^a	366 ^a	16.3936
Peso de la grasa abdominal y visceral (g)	38.2 ^b	37.4 ^b	52.1 ^a	5.2106
Peso vivo al sacrificio (g)	1957 ^a	2167 ^a	2063 ^a	212.2
Peso de la canal (g)	1023 ^a	1103 ^a	999 ^a	150.5
Rendimiento de la canal caliente %	52.3 ^a	51.0 ^{ab}	48.4 ^b	0.0193

*Literales diferentes en la misma hilera indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$).

Nota: Vísceras, corazón, riñones, pulmones; Órganos digestivos, intestinos, estómago, ciego; E. E., error estándar de la media; VMM, vaina de mezquite molida.

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

Composición de la vaina de mezquite

La vaina de mezquite es un producto altamente nutritivo con un buen aporte de proteína, carbohidratos y fibra (Cuchillo *et al.*, 2013; Ríos-Saucedo *et al.*, 2012; Sawal *et al.*, 2004); además, es un alimento palatable y fuente de energía para los animales debido a los carbohidratos digestibles y azúcares no reductores que contiene (Ríos-Saucedo *et al.*, 2012; Sawal *et al.*, 2004).

Sciammaro *et al.* (2015) encontraron un mayor contenido de azúcares totales (sacarosa, glucosa y fructosa) en la pulpa (70.7% p/p, B.S.) en comparación con la vaina completa (62.7% p/p, B.S.). Baraza *et al.* (2008) reportaron que las vainas de *P. laevigata* maduras son apetecibles debido a su alto contenido energético (82% de TND). Igualmente, Cuchillo *et al.* (2013) encontraron valores altos de TND en vainas (64.2%) y hojas (65.2%) de *P. laevigata*. En el presente trabajo se encontraron valores similares de TND (60%) en las vainas utilizadas para la elaboración de las dietas (Tabla 1). Con respecto al contenido de proteína cruda, en el presente estudio se obtuvo 13%, mientras que Armijo-Nájera *et al.* (2019) reportaron 12.1% de proteína cruda en vainas maduras de *Prosopis* spp. y García-López *et al.* (2019) reportaron 10.2% de proteína en vainas de *Prosopis laevigata* de la variante B, valores similares entre sí, lo que indica que este componente nutricional se comportó de manera estable entre los diferentes reportes de análisis de composición nutricional. De la misma manera, el contenido de fibra detergente neutra y detergente ácida obtenido en la VMM utilizada en las dietas del presente estudio no fue diferente a lo reportado por Armijo-Nájera *et al.* (2019), quienes obtuvieron 43.9% y 30.9% de fibra detergente neutra y detergente ácida, respectivamente. Por otra parte, García-López *et al.* (2019) reportaron valores inferiores de fibra detergente neutra (27%) y fibra detergente ácida (20%) para la variante B, lo que pudo deberse en parte a las variaciones del clima y a la especie del mezquite.

Consumo de alimento

El menor consumo de los conejos del T2 y T3 con respecto a los del T1 pudo deberse en parte al mayor contenido de fibra (al incluir 15% y 30% de VMM en la dieta) y al tipo de esta, así como al mayor tamaño de la partícula de la vaina de mezquite completa (pulpa y semilla), lo que pudo ocasionar un aumento en la permanencia del alimento en el tracto gastrointestinal; ya que la Fibra ejerce efectos fisiológicos a lo largo del tracto gastrointestinal de especies monogástricas, dependiendo de sus componentes solubles e insolubles (Caro & Dihigo, 2012). La fibra insoluble (hemicelulosas, celulosa y lignina) influye en la velocidad de tránsito intestinal y regula el crecimiento de microorganismos y la salud digestiva de los conejos, lo que puede alterar la capacidad de ingestión del alimento (Gidenne, 2015). Al mismo tiempo, el contenido de carbohidratos no estructurales fue mayor en el T1 que en el T2 y T3; consecuentemente, existe una mayor y más rápida digestibilidad reflejada en un más rápido tránsito de la ingesta por el tracto gastrointestinal y, como resultado, un mayor consumo. Adicionalmente, los conejos del T1 obtuvieron una mayor ganancia de peso que los de T2 y T3 (Tabla 3), lo que les permitió también aumentar su consumo por día.

La falta de diferencias ($p > 0.05$) entre T2 y T3 pudo deberse a la similitud en el contenido de fibra de ambas dietas; sin embargo, la ingesta diaria de alimento fue disminuyendo conforme aumentaba el contenido de VMM en la dieta.

Ganancia de peso

La mayor ganancia de peso obtenida en los conejos del T1 con respecto a los del T3 pudo deberse en parte al mayor consumo de los conejos del T1 con respecto al T3, lo que pudo estar relacionado al menor contenido y componentes de la fibra de la dieta del T1, comparado con el T3. Los conejos del T3 alimentados con una dieta más alta en fibra insoluble que los del T1 posiblemente tuvieron una mayor permanencia del alimento en el aparato digestivo, provocando un menor consumo (Di Marco, 2006) y, por consecuencia, una disminución de la ganancia de peso. En el presente trabajo se obtuvieron ganancias de peso menores a 36.7 g/d reportadas para la craza Nueva Zelanda-California con una dieta en pastilla con el 16% de proteína cruda, 2.5 Mcal/kg MS y 16% de fibra detergente ácida (Herrera-Soto *et al.*, 2018). La mayor ganancia de peso pudo deberse, en parte, al procesamiento de la dieta en pastilla (Flórez-Delgado & Arteaga, 2019; Loo-Mendoza, 2016), es decir, por aumentar el consumo y su calidad. Por otro lado, Martínez *et al.* (2018) reportaron ganancias diarias de peso menores en conejos que las del presente estudio, con la inclusión de sustrato remanente de producción de setas a tres niveles (0%, 10% y 20%), donde no hubo diferencias significativas en la ganancia diaria de peso entre tratamientos, y las ganancias de peso menores obedecieron más al clima tropical que a la dieta.

Según Rizzo *et al.* (2019), una ganancia diaria promedio de 17 g conejo⁻¹ d⁻¹ es típica en conejos en engorda en sistemas no tradicionales de alimentación en zonas tropicales. Mora-Valverde (2012) utilizó dietas con harina de morera (*Morus alba*) a cuatro concentraciones (45%, 55%, 65% y 75%) y reportó ganancias diarias de peso en condiciones tropicales menores a las obtenidas con las dietas con VMM en nuestro trabajo, esto se debe, principalmente, a que en su estudio alimentó con dietas más altas en fibra detergente ácida, aunado al clima cálido del trópico. Igualmente, Adamu *et al.* (2013) substituyeron maíz por 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de pulpa de *Prosopis africana* (PAP) en dietas para conejos y encontraron las mayores ganancias de peso en los conejos alimentados con dietas conteniendo 0%, 10% y 20% de PAP, ya que a niveles superiores la concentración de fibra cruda aumentó y la energía disminuyó.

Tanto la composición de la dieta, principalmente la concentración y tipo de fibra, como la duración del periodo de engorda de los conejos son factores que influyen sobre la ganancia diaria de peso y el peso final de los conejos. Macías-Rodríguez & Usca-Méndez (2017), al incluir 7%, 14% y 21% de harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) en la dieta de conejos, reportaron ganancias diarias de peso del orden de 25 g a 28 g, valores superiores a los del presente trabajo, con dietas que incluyen 15% y 30% de VMM, debiéndose principalmente a que se utilizaron dietas con una concentración baja de fibra cruda (6%-8%), lo que incrementó la digestibilidad y eficiencia de utilización y periodos de engorda largos, logrando pesos finales hasta de 2.775 kg.

Conversión alimenticia

La ausencia de diferencias ($p > 0.05$) entre tratamientos en conversión alimenticia indica que las tres dietas-tratamiento fueron aprovechadas con la misma eficiencia por los conejos en crecimiento. Gidenne (2015) menciona que la eficiencia en la conversión alimenticia está determinada por la digestibilidad de la fibra, ya que esta generalmente depende del contenido de lignina, presentándose una mayor eficiencia cuando los alimentos son pobres en este elemento y poseen un contenido alto de celulosa y hemicelulosa. Los valores de conversión alimenticia obtenidos en el presente estudio (Tabla 3) son similares a los reportados en otros trabajos donde utilizaron fuentes de alimentación no convencionales para conejos. Por ejemplo, Mora-Valverde (2012) evaluó la inclusión de cuatro niveles de morera (*Morus alba*), donde los conejos alimentados con 45% y 55% obtuvieron la menor conversión alimenticia (2.61 y 2.60 puntos, respectivamente), mientras que Macías-Rodríguez & Usca-Méndez (2017) sustituyeron parcialmente al maíz en la dieta de conejos en crecimiento y engorda en 7%, 14% y 21% por harina de algarrobo (*Prosopis pallida*). Esta similitud se debe, en parte, a que las dietas no contenían concentraciones altas de FDN y FDA, principalmente en el caso del uso del algarrobo. Por el contrario, Benítez *et al.* (2020) reportaron mayores conversiones alimenticias (3.4 a 3.6 puntos) en conejos alimentados con dietas conteniendo cáscara de plátano Tabasco al 50% (3.4 a 3.6). Conversiones alimenticias similares fueron reportadas por Caro *et al.* (2013) en conejos alimentados con dietas conteniendo 15% y 30% de harina de forraje de *Moringa oleífera*; sin embargo, estas conversiones fueron menos eficientes a las obtenidas en el presente estudio, lo que pudo deberse en parte a las diferencias en el contenido de energía y de proteína de las dietas.

Nieves *et al.* (2002b) alimentaron conejos neozelandeses con dietas conteniendo 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de *Leucaena leucocephala* y obtuvieron conversiones alimenticias mayores (3.0, 3.1, 3.8, 4.0 y 5.3, respectivamente) a las nuestras. Lo anterior se debe, en parte, al clima cálido y al nivel alto de fibra, lo que repercutió en el consumo. Conversiones mayores fueron reportados por Adamu *et al.* (2013) con la inclusión del 10%, 20%, 30% y 40% de pulpa de *Prosopis africana* (6.45, 6.83, 6.30 y 6.31, respectivamente), estos valores altos de conversión alimenticia pudieron deberse al alto contenido de taninos de las dietas que repercuten en una disminución del consumo de alimento y a la mala utilización de la proteína y aminoácidos de las dietas, sumado a la temperatura ambiente alta en que se llevó a cabo el experimento.

Digestibilidad de las dietas

En el presente trabajo se observó que, conforme se aumentaba el contenido de VMM, la digestibilidad de la materia seca fue disminuyendo (Tabla 3), siendo mayor en T1 que en T3 ($p < 0.05$); lo que pudo deberse en parte al contenido y calidad de la fibra de la dieta, dado que la dieta del T3 tenía el contenido mayor de fibra detergente ácida, además de que la proporción comprendida de la hemicelulosa respecto a la cantidad de FDA era menor que en T1 (debido a los componentes de la VMM) y este componente de la fibra es más digestible que la lignocelulosa (Gidenne, 2015). Resultados similares a los del presente estudio fueron obtenidos por Nieves *et al.* (2002a) alimentando a conejos en engorda con dietas conteniendo harina de *Leucaena leucocephala* (0% a 40%), coincidiendo en que la digestibilidad de la materia seca y de la fibra disminuía conforme se incrementaba el nivel del forraje y fibra en la dieta. Por otra parte, en un estudio realizado por Caro *et al.* (2018), se determinó la digestibilidad fecal aparente de nutrientes en dietas de conejos alimentados con una dieta conteniendo 15% de harina de moringa y se obtuvo una digestibilidad de la materia seca del 77.5%, valor superior a lo encontrado en el presente estudio. El aumento en la digestibilidad de las fracciones relativas a la fibra en las dietas que contenían moringa pudo estar determinado por la cantidad y calidad de la fibra de la moringa, ya que se utilizó la planta tierna, cortada a 30 cm del suelo y de un cultivar de primer corte después de la siembra y por un mayor tiempo de retención de la digesta en el ciego, lo cual generaría un incremento en la actividad fermentativa (García *et al.*, 1999). Un incremento en la cantidad de fibra de buena calidad en la dieta de conejos puede mejorar la digestibilidad de la dieta por aumentar la cantidad y calidad de la actividad microbiana cecal (García *et al.*, 2002; Gidenne, 2015).

Rendimiento y características de la canal

El hecho de que los conejos de T1 tuvieran un mayor rendimiento de la canal caliente ($p < 0.05$) que los de T3 (Tabla 4) pudo deberse en parte a que los conejos de T1 tuvieron un menor peso de las vísceras que los conejos del T3, lo que pudo verse en un mayor rendimiento de la canal (Hernández *et al.*, 2013). Se observó que conforme aumentaba el contenido de VMM en las dietas, del 0% a 30%, el rendimiento de la canal disminuyó 8%. Por otra parte, la falta de diferencia del T2 con T3 posiblemente se debió a que el contenido de VMM en la dieta era menos diferente e insuficiente para producir un cambio significativo. Rendimientos de la canal similares (51.3%) a los del presente trabajo fueron encontrados por Sarwatt *et al.* (2003) con la utilización de 18% de hojas de *Trichanthera gigantea* como fuente de nutrientes para conejos, esto posiblemente se debió a la similitud de las dietas en cuanto al contenido de grasa y fibra.

Macías-Rodríguez & Usca-Méndez (2017), utilizando harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) al 14% en la alimentación de conejos en crecimiento y engorda, obtuvieron rendimientos mayores (64.5%) a los del presente trabajo, lo que pudo deberse a un mayor consumo, ganancia de peso y peso al sacrificio, principalmente porque el experimento tuvo una mayor duración, lo que llevó a un peso final mayor. Pilco *et al.* (2018) utilizaron harina de *Leucaena leucocephala* en conejos neozelandeses en crecimiento y engorda y reportaron 61% de rendimiento de la canal, lo que se debió al mayor peso de los conejos al momento del sacrificio y al mayor rendimiento que tienen los machos.

Se ha reportado que a mayor peso del aparato digestivo menor rendimiento en canal (Hernández *et al.*, 2013; Hernández *et al.*, 2015; Smitzis *et al.*, 2014), y este está influenciado por el peso vivo al sacrificio de los conejos y factores ambientales como temperatura y humedad (Pilco *et al.*, 2018). Hernández *et al.* (2015) encontraron en la craza Nueva Zelanda-California un rendimiento de la canal de 47.3%, valor menor a los encontrados en el presente trabajo, posiblemente debido a diferencias en la genética. La variación en los diferentes reportes de rendimiento en canal se debe, en gran parte, a las condiciones en que se realiza cada uno de los experimentos; es decir, si los conejos fueron dietados o no antes del sacrificio y al peso logrado antes del sacrificio.

En el estudio realizado por Hernández *et al.* (2015) se observó que el 10.3% del peso vivo correspondía a los órganos digestivos (visceras verdes) en la craza de conejos Nueva Zelanda-California, valores inferiores a los encontrados en el presente trabajo, donde el mayor peso lo obtuvieron los conejos del T3 con 17.7%. Esto pudo deberse al mayor crecimiento y contenido de las vísceras, provocado por el mayor contenido de fibra en la dieta y debido a que el desarrollo del sistema digestivo del conejo aumenta conforme a la edad, peso y tipo de alimentación al momento del destete (Carabaño *et al.*, 2020).

En contraste con nuestro estudio, Vivas *et al.* (2018) obtuvieron un mayor rendimiento de la canal caliente (56%) cuando incluyeron 19.6% de harina de hojas de *Moringa oleífera* en la dieta de conejos para producción de carne. Esto pudo deberse a que el contenido gastrointestinal de los conejos era menor que el del presente trabajo y a que como forraje utilizaron solo las hojas de moringa con un contenido de fibra también menor.

El peso del hígado también se ha visto influenciado por el tipo de dieta. En nuestro trabajo, el peso de este órgano fue mayor en los conejos alimentados con VMM que los del grupo testigo, lo que pudiera deberse a que la VMM contenía más compuestos fenólicos que pudieran ser metabolizados por el hígado y le produzcan un aumento en su función y crecimiento. Por el contrario, Escorza-Montoya *et al.* (2019) no observaron diferencias en el peso del hígado de los conejos alimentados con desperdicio de galleta, siendo estos pesos menores a los del presente trabajo, esto pudo deberse en parte a que el peso del hígado también se ve afectado por el tipo de dieta, peso y edad del conejo (Carabaño *et al.*, 2020).

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que la vaina de mezquite molida puede ser utilizada en dietas integrales de conejos en crecimiento hasta en 15% sin que afecte la ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la canal; y con una inclusión del 30%, los parámetros productivos y la digestibilidad de los conejos en desarrollo disminuyen, aunque no necesariamente es menos ventajoso económicamente.

Agradecimientos

Se agradece al Tecnológico Nacional de México y al Instituto Tecnológico El Llano por las facilidades que brindaron para que este estudio se llevara a cabo, así como al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por otorgarle beca a la estudiante de maestría que realizó su tesis.

Conflicto de interés

No existen conflictos de interés.

Referencias

- Adamu, L., Igwebuike, J. U., Kwari, I. D., & Aliyu, J. (2013). Utilization of *Prosopis africana* pulp for rabbit feeding: 1. Effects on growth and economic performance. *Global Journal of Pure and Applied Sciences*, 19(1), 1-7. doi: <https://doi.org/10.4314/gjpas.v19i1.1>
- AOAC International. (2012). *Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL* (19th ed.). AOAC International.
- Armijo-Nájera, M. G., Moreno, A., Blanco, E., Borroel-García, V. J., & Reyes-Carrillo, J. L. (2019). Vaina de mezquite (*Prosopis* spp.) alimento para el ganado caprino en el semidesierto. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(1)113-122. doi: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.1728>
- Baraza, E., Ángeles, S., García, Á., & Valiente-Banuet, A. (2008). Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca, en el valle de Tehuacán, México. *Interciencia*, 33(12), 891-896. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008001200007
- Benítez, J. A., Borrayo, J. J. F., Hernández, J. A., & De La Cruz, C. O. (2020). Evaluación nutricional de la cáscara de plátano Tabasco y su efecto productivo en la alimentación de conejos Nueva Zelanda. *Educatconciencia*, 27(28), 56-66. <https://tecnocientifica.com.mx/educateconciencia/index.php/revistaeducate/article/view/256>
- Cano, N. E., & Valencia, F. L. (2018). Matarratón (*Gliricidia sepium*), Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y Morera (*Morus alba*) tres especies forrajeras usadas como alternativa en la alimentación de conejos: revisión sistémica y metaanálisis. *Documentos de Trabajo ECAPMA*, 2(1), 1-9. doi: <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2779>
- Carabaño, R., Piquer, J., Menoyo D., & Badiola, I. (2020). The digestive system of the rabbit. In C. De Blas & J. Wiseman (eds.), *Nutrition of the rabbit* (pp. 1-20). Departamento de Producción Agraria, Universidad Politécnica de Madrid. doi: <https://doi.org/10.1079/9781789241273.0001>
- Caro, Y., & Dihigo, L. E. (2012). Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas que incluían harina integral de dólido y mucuna. *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*, 30(1), 29-35. <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/ruct/article/view/189>
- Caro, Y., Bustamante, D., Dihigo, L. E., & Ly, J. (2013). Harina de forraje de moringa (*Moringa oleifera*) como ingrediente en dietas para conejos de engorde. *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 20(4), 218-222.
- Caro, Y., Bustamante, D., Dihigo, L.E., & Ly J. (2018). Digestibilidad aparente de nutrientes en dietas de forraje de *Moringa oleifera* para conejos en crecimiento. *Livestock Research for Rural Development*, 30(1). <http://www.lrrd.org/lrrd30/1/ycar30001.html>
- Cuchillo, H. M., Puga, D. C., Wrage-Mönnin, N., Espinoza, M. J. G., Montaña, B. S., Navarro-Ocaña, A., Ledesma, J. A., Díaz, M. M., & Pérez-Gil, R. F. (2013). Chemical Composition, antioxidant activity and bioactive compounds of vegetation species ingested by goats on semiarid rangelands. *Journal of Animal and Feed Science*, 22(2), 106-115. doi: <https://doi.org/10.22358/jafs/66000/2013>
- De Oliveira, G. S., Oliveira, E. J., Chaves, A. S., Almeida, M. P., Vieira, M., Rodrigues, T., Sousa, C., & Cavalcanti G. F. (2016). Total replacement of corn by mesquite pod meal considering nutritional value, performance, feeding behavior, nitrogen balance, and microbial protein synthesis of Holstein-Zebu crossbred dairy steers. *Tropical Animal Health and Production*, 48(7), 1415-1420. doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1108-4>.
- Di Marco, O. N. (2006). Eficiencia de utilización de alimento en vacunos. *Revista Visión Rural*, 13(61), 1-4.
- Escorza-Montoya, M., Amador-Larios, G., García-Esquivel, J., Ayala-Martínez, M., Zepeda-Bastida, A., & Soto-Simental, S. (2019). Comportamiento productivo y calidad de la carne de conejos que consumieron desperdicio de galleta. *Abanico Veterinario*, 9, 1-7. doi: <https://doi.org/10.21929/abavet2019.910>
- Flórez-Delgado, D. F., & Arteaga, A. I. (2019). Evaluación de un alimento peletizado a base de forraje para conejos en fase de levante y ceba en la Granja Experimental Villa Marina. *Mundo FESC*, 9(17), 60-75. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/403>
- García, J., Carabaño, R., & de Blas, J. C. (1999). Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *Journal of Animal Science*, 77(4), 898-905. doi: <https://doi.org/10.2527/1999.774898x>
- García, J., Gidenne, T., Falcao-E-Cunha, L., & de Blas, C. (2002). Identification of the main factors that influence caecal fermentation traits in growing rabbits. *Animal Research*, 51(2), 165-173. doi: <https://doi.org/10.1051/animres:2002011>

- García-López, J. C., Durán-García, H. M., de-Nova, J. A., Álvarez-Fuentes, G., Pinos-Rodríguez, J. M., Lee-Rangel, H. A., López-Aguirre, S., Ruiz-Tavares, D., Rendón-Huerta, J. A., Vicente-Martínez, J. G., & Salinas-Rodríguez, M. (2019). Producción y contenido nutrimental de vainas de tres variantes de mezquite (*Prosopis laevigata*) en el altiplano Potosino, México. *Agrociencia*, 53(6), 821-831. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1846>
- Gidenne, T. (2015). Dietary fibers in the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve digestive health: a review. *Animal Research*, 9(2), 227-242. doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731114002729>
- Hernández, J., Aquino, J. L., & Ríos, F. G. (2013). Efecto del manejo pre-mortem en la calidad de la carne. *Nacameh*, 7(2), 41-64. doi: <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/nacameh/2013v7n2/hernandez>
- Hernández, J., Aquino, J. L., & Palacios, A. (2015). Rendimiento de la canal, color de la carne y evolución del pH muscular en conejos. *Nacameh*, 9(2) 66-76. doi: <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/nacameh/2015v9n2/hernandez>
- Herrera-Soto, I. A., Zepeda-Bastida, A., Ayala-Martínez, M., & Soto-Simental, S. (2018). Comparación de parámetros productivos y calidad de la canal de diferentes razas de conejos. En J. Herrera, A. J. Chay, F. Casanova, A. T. Piñeiro, T. Márquez, E. Santillán & J. Arce (eds.), *Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria en México* (pp. 497-501). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. https://www.researchgate.net/publication/325807244_Avances_de_la_investigacion_sobre_produccion_animal_y_seguridad_alimentaria_en_Mexico
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Aguascalientes 2017*. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092078.pdf
- Loor-Mendoza, N. E. (2016). Fundamentos de los alimentos peletizados en la nutrición animal. *Dominio de las Ciencias*, 2(4), 323-333. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/257/307>
- Macías-Rodríguez, E., & Usca-Méndez, J. (2017). Utilización de la harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) en la alimentación de conejos en crecimiento, engorde. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(22), 105-110. <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661263011/html/>
- Martínez, O., Bermúdez, R. C., Rodríguez, R., & García, N. (2018). Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas que incluyen sustrato remanente de la producción de setas. *Revista de Producción Animal*, 30(2), 25-31. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/2365>
- Mejía-Haro, I., Soria-Rodríguez, L. I., Ortiz-De la Rosa, B., Marín-Perales, V. M., Ramón-Ugalde, J. P., Rivera, J., & Ramos-Dávila, M. (2021). Parámetros productivos de corderos alimentados con dietas de diferente concentración de vainas de *Prosopis laevigata*. *Acta Universitaria*, 31(1), 1-11. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2021.3149>
- Mora-Valverde, D. (2012). Evaluación de cuatro niveles de morera (*Morus alba*) en engorda de conejo bajo normativa orgánica. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2), 311-319. doi: <https://doi.org/10.15517/AM.V23I2.6495>
- Nieves, D., Terán, O., Silva, L., & González, C. (2002a). Digestibilidad in vivo de nutrientes en dietas en forma de harina con niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* para conejos de engorde. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia*, 12(2), 408-411. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14884>
- Nieves, D., Silva, B., Terán O., & González, C. (2002b). Niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* en dietas para conejos de engorde. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia*, 12(2), 419-421. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14887>
- Peña-Avelino, L. Y., Pinos-Rodríguez, J. M., Juárez-Flores, B. I., & Yáñez-Estrada, L. (2016). Effects of *Prosopis laevigata* pods on growth performance, ruminal fermentation and blood metabolites in finishing lambs. *South African Journal of Animal Science*, 46(4), 360- 365. doi: <https://doi.org/10.4314/sajas.v46i4.3>
- Pérez, J. M., Lebas, F., Gidenne, T., Maertens, L., Xiccato, G., Poarigi-Bini, R., Dalle, A., Cossu, M. E., Carazzolo, A., Villamide, M. J., Carabaño, R., Fraga, M. J., Ramos, M. A., Cervera, C., Blas, E., Fernández, J., Falcao, L., & Bengala, J. (1995). European reference method for in vivo determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Science*, 3(1), 41-43. doi: <https://doi.org/10.4995/wrs.1995.239>

- Pilco, J. L., Fiallos, M. B., Jiménez, S. F., Usca, J. E., & Zurita, M. E. (2018). Utilización de la harina de *Leucaena leucocephala* (Leucaena) en la alimentación de conejos neozelandés en la etapa de crecimiento-engorda. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 1-35. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/03/alimentacion-conejos-crecimiento.html>
- Reséndiz, J., Ramírez-Moreno, E., Ariza-Ortega, J. A., & Ortiz-Polo, A. (2020). El mezquite como ayuda ergogénica para atletas de alto rendimiento en deportes intermitentes. Revisión sistemática. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 9(17), 116-124. doi: <https://doi.org/10.29057/icsa.v9i17.6511>
- Rizzo, L. G., Sabando, F. A., Espinosa, J. F., Pincay, J. L., Miele, E. M., & Meza, G. A. (2019). Valoración nutricional de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de conejos Neozelandés. *Ciencia y Tecnología*, 12, 1-7. doi: <https://doi.org/10.18779/cyt.v12i1.318>
- Ríos-Saucedo, J. C., Valenzuela-Núñez, L. M., Rivera-González, M., Trucíos-Casiano, R., & Sosa-Pérez, G. (2012). Diseño de un sistema silvopastoril en zonas degradadas con mezquite en Chihuahua, México. *Tecno Ciencia Chihuahua*, 6(3), 174-180. <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/675>
- Rodríguez, E. N., Martínez, G. E., Ramírez, B., Martínez, R., Cong, M. C., Medina, S. M., & Piña, H. H. (2014). Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México. *Ra Ximhai*, 10(3), 173-193. doi: <https://doi.org/10.35197/rx.10.01.e.2014.13.er>
- Sarwatt, S. V., Laswai, G. H., & Ubwe, R. (2003). Evaluation of the potential of *Trichanthera gigantea* as a source of nutrients for rabbit diets under small-holder production system in Tanzania. *Livestock Research for Rural Development*, 15(11), 24-34. <http://www.lrrd.org/lrrd15/11/sarw1511.htm>
- Sawal, R. K., Ratan, R., & Yadav, S. B. S. (2004). Mesquite (*Prosopis Juliflora*) Pods as a Feed Resource for Livestock – A review. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(5), 719-725. doi: <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.719>
- Sciammaro, L. P., Ferrero, C., & Puppo, M. C. (2015). Agregado de valor al fruto de *Prosopis alba*. Estudio de la composición química nutricional para su aplicación en bocaditos dulces saludables. *Revista de la Facultad de Agronomía, la Plata*, 114(1), 115-123. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/47318>
- Smitzis P. E., Babaliaris, C., Charismiadiou, M. A., Papadomichelakis, G., Goliomytis, M., Symeon, G. K., & Deligeorgis, S. G. (2014). Effect of hesperidin dietary supplementation on growth performance, carcass traits and meat quality of rabbits. *World Rabbit Science*, 22(2), 113-12. doi: <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1760>
- Statistical Analysis Systems (SAS). (2008). Statistical Analysis Systems Institute User's Guide (9.2 ed.). SAS Inst. Inc.
- Van-Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vivas, J., Reyes-Sánchez, N., Sáenz, A., & Benavidez, A. (2018). Comportamiento productivo y características de la canal de conejos alimentados con harina de *Moringa oleifera*. *Revista Científica La Calera*, 18(31), 81-88. doi: <https://doi.org/10.5377/calera.v18i31.7897>