



## EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE TULE (*Typha latifolia*) EN LA ALIMENTACIÓN DE OVINOS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO †

### [NUTRITIONAL EVALUATION OF TULE (*Typha latifolia*) IN SHEEP FEEDING IN THE CENTRAL HIGHLANDS OF MEXICO]

Rodrigo Ávila-González, Carlos Manuel Arriaga-Jordán,  
Julieta Gertrudis Estrada-Flores and Felipe López-González\*

Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR), Universidad Autónoma del Estado de México, Campus UAEM El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas, 50090 Toluca, Estado de México, México. Email:

\*[flopezg@uaemex.mx](mailto:flopezg@uaemex.mx)

\*Corresponding author

#### SUMMARY

**Background:** Sheep production in central Mexico is an important livestock activity that requires the evaluation of feeding strategies to increase or sustain production in times of feed scarcity. **Objective:** To evaluate the performance of ewes fed diets with different levels of inclusion of *Typha latifolia*. **Methodology:** Fifteen *criollo* adult ewes were randomly grouped to receive different levels of tule (*Typha latifolia*) in their feeding as a complement to grazing. An incomplete randomized block design was employed. Daily live weight gain, intake, and body condition score were evaluated, as well as grassland parameters and the chemical composition of feeds. The experiment lasted 60 days divided in four measurement periods. All ewes were supplemented with a commercial pelleted concentrate. The control group (T1) had 0g DM of tule, 461.75 g DM commercial concentrate, and 8 h grazing; T2 had 116.5g DM of tule, 461.75 g DM commercial concentrate, and 8 h grazing; and T3 had 174.75 g DM of tule, 461.75 g DM commercial concentrate, and 8 h grazing. **Results:** There were significant differences ( $P<0.05$ ) in DM intake of pasture and *Typha latifolia*. There were no significant differences among treatments ( $P>0.05$ ) for initial and final live weight, daily weight gain and body condition score. **Implications:** *Typha latifolia* is an available non-conventional forage source for adult sheep maintenance in the dry season for small-scale systems. **Conclusion:** The inclusion of *Typha latifolia* in diets for sheep may be a good option for feeding adult ewes in maintenance. **Keywords:** sheep; tule; *Typha latifolia*.

#### RESUMEN

**Antecedentes:** La ovinocultura en el centro de México es una actividad pecuaria importante, que requiere evaluar nuevas estrategias de alimentación que permitan incrementar o mantener la producción ovina en época de escasez de alimento. **Objetivo:** Evaluar la respuesta productiva de ovejas a diferentes niveles de inclusión de *Typha latifolia* en la dieta. **Metodología:** Quince ovejas criollas fueron agrupadas aleatoriamente para suministrarles diferentes niveles de inclusión de tule (*Typha latifolia*) en su alimentación como complemento a pastoreo, utilizando un diseño experimental de bloques incompletos al azar. La ganancia diaria de peso vivo, el consumo y la condición corporal (CC) fueron evaluados, así también variables de la pradera y la composición química de los alimentos. El experimento tuvo una duración de 60 días divididos en cuatro periodos de evaluación. Todos los animales fueron suplementados con un alimento comercial peletizado. El grupo control (T1) tuvo una dieta de 0g MS de tule, 461.75g MS de alimento comercial y 8h de pastoreo; el T2 tuvo una dieta de 116.5g MS de tule, 461.75g MS de alimento comercial y 8h de pastoreo y el T3 consistió de una alimentación del 174.75g MS de tule, 461.75g MS de alimento comercial y 8h de pastoreo. **Resultados:** En consumo de materia seca se observaron diferencias significativas ( $P<0.05$ ) en el consumo de pradera y el consumo de *Typha latifolia*. En las variables de peso vivo inicial, peso vivo final, la ganancia diaria de peso vivo y la condición corporal, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ). **Implicaciones:** La *Typha latifolia* es un recurso forrajero no convencional disponible para el mantenimiento de ovinos adultos en época seca en sistemas de pequeña escala. **Conclusión:** La inclusión de *Typha latifolia* en la

† Submitted November 2, 2021 – Accepted March 22, 2022.



alimentación de ovinos puede ser una buena opción para la alimentación de ovejas adultas en mantenimiento.

**Palabras clave:** ovinos; tule; *Typha latifolia*.

## INTRODUCCIÓN

La ovinocultura es considerada como una actividad de producción ganadera que aporta sustento y es parte de las actividades rurales en diversas partes de México y el mundo (Lerner *et al.*, 2013; Estevez-Moreno *et al.*, 2019). Los ovinocultores de bajos recursos económicos y tecnológicos son poseedores de alrededor del 80% del total de ovinos en México, y se ha estimado que el 95% de los ovinos en México son criollos y el 5% restante son animales de razas especializadas (Hernández, 2004).

El ganado ovino criollo es procedente de las razas españolas Lacha, Manchega y Churra, aunque también se considera que las razas Merino española, Castellana y Rasa aragonesa forman parte de los antepasados de los ovinos criollos que hoy en día existen en México (Matesanz, 1965).

En los sistemas de producción ovina de los valles altos del centro de México son frecuentes pequeños rebaños como complemento a otras actividades de las unidades de producción agrícolas y pecuarias, que usualmente pastorean en parcelas agrícolas no cultivadas e invadidas de manera natural por gramíneas y otras plantas, o parcelas después de la cosecha, así como pastizales nativos en zonas no agrícolas y en las orillas de los campos de cultivo (Arriaga-Jordán *et al.*, 2005; Herrera-Haro *et al.*, 2019).

La poca disponibilidad del forraje en época de estiaje, aunado a un manejo inadecuado de pastoreo genera resultados de producción pecuaria menos eficientes, siendo necesario que los ganaderos implementen nuevas estrategias de alimentación como el uso de arbustos, forrajes no convencionales y frutos de especies vegetales locales (Zamora *et al.*, 2001); convirtiéndose en recursos aprovechables para la alimentación animal en situaciones de escasez de alimento, principalmente en regiones poco productivas o de temporadas prolongadas de sequía (Palma, 2005; Manríquez-Mendoza *et al.*, 2011).

Existen trabajos que demuestran que los recursos forrajeros locales son fuentes importantes de energía y proteína para la alimentación del ganado (Cecconello, 2003; Ramírez-Lozano *et al.*, 2010).

El alimento fundamental y más barato que consume el ganado es el forraje que obtiene a partir del pastoreo de pasturas naturales o cultivadas (Nieto *et al.*, 2012). La diversidad de especies vegetales en los potreros, así como su productividad se ven alteradas directamente por la distribución estacional y los niveles anuales de precipitaciones, los cuales son variables y difíciles de pronosticar. De tal manera que el suelo, la temperatura y las lluvias afectan directamente el rendimiento del pastizal (Yahdjian y Sala, 2011); de forma que la disponibilidad de forraje en los pastizales disminuye drásticamente durante la época seca de noviembre a mayo en el centro de México.

Algunos experimentos demuestran el beneficio productivo y económico del uso y aprovechamiento de diversas fuentes de alimentación alternativas o no convencionales basadas en los recursos vegetales disponibles en las zonas de estudio, demostrando resultados favorables como es el caso de la inclusión de nopal (*Opuntia spp.*) en el experimento de Flores *et al.* (2019), demostrando un incremento de condición corporal (CC) y de peso vivo (PV), comparado con la dieta tradicionalmente ofrecida por los productores; o el uso de tuna de nopal por Soares-Camila *et al.* (2020), donde identificaron que estos recursos, adicionados con más insumos, pueden cubrir las necesidades energéticas de los animales, reduciendo los costos de alimentación.

Alfonso-Ávila *et al.* (2012) documentaron el uso de tule (*Typha latifolia*) como un recurso forrajero de emergencia en sistemas de producción de leche en pequeña escala cuando no se cuenta con otros forrajes para el ganado. La *T. latifolia* presenta un bajo valor nutricional (de Evan *et al.*, 2019) y si bien no es utilizada con frecuencia como una fuente de alimento para el ganado puede ser una opción en la época de escasez de otros forrajes, y se ha sugerido su uso en ensilados compuestos para la alimentación de rumiantes (WingChing-Jones *et al.*, 2018).

A partir de lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la complementación con *T. latifolia* del pastoreo de una parcela naturalmente invadida por pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*), como un recurso local que puede ser utilizado como forraje no convencional en época de estiaje para la

alimentación de ovinos en sistemas de producción en pequeña escala.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El experimento de campo se realizó en la comunidad de San Pedro Denxhi, en el municipio de Aculco, al noroeste del Estado de México ubicado entre 20°00' - 20°17' N y 99°40' - 100°00' O, con una altitud de 2440 msnm, con una temperatura media de 14 °C, clima templado sub-húmedo lluvioso en el verano (entre mayo y octubre) y una época de estiaje durante el invierno y primavera (entre noviembre y mayo) además de una temporada de heladas entre noviembre y febrero. La temperatura máxima registrada durante el experimento fue de 23°C y la temperatura mínima fue de -7°C, siendo noviembre el mes con mayor temperatura y enero el mes con mayor descenso de la misma (CONAGUA 2021). Las precipitaciones tuvieron un promedio de 0 mm a lo largo del experimento (CONAGUA 2021).

### Desarrollo del experimento

El trabajo se llevó a cabo bajo un enfoque de desarrollo participativo de tecnología pecuaria (Conroy, 2005) mediante investigación en finca con la participación de un productor de leche en pequeña escala que complementa su unidad de producción con un pequeño rebaño de ovinos.

El experimento tuvo una duración de 60 días con cuatro periodos de evaluación de 15 días cada uno, llevándose a cabo desde el mes de noviembre de 2020 hasta enero de 2021, utilizando un diseño de bloques incompletos al azar, con tres tratamientos. Se eligieron 15 ovejas adultas criollas, vacías ( $2.65 \pm 0.65$  años de edad y un peso vivo medio al inicio del experimento de  $42.2 \pm 5.6$  kg), que se dividieron en tres grupos (bloques incompletos) de acuerdo a su peso promedio, asignando las ovejas dentro de cada bloque de manera aleatoria a tres tratamientos quedando tres ovejas para el T1, seis para T2 y seis para T3. Las ovejas se marcaron e identificaron con cintas de color para cada tratamiento y se desparasitaron con ivermectina (200 µg/kg peso vivo), vía subcutánea.

Se ofreció *Typha latifolia* de acuerdo a cada tratamiento (T2 y T3) en comederos individuales por la mañana antes del pastoreo picando manualmente el tule cortado igual de manera manual, el tule se picó de 1-4 cm, el

concentrado comercial se ofreció en la noche posterior al encierro de los animales en el corral. Así se logró medir el consumo efectivo.

El consumo de pradera en MS fue estimado de manera indirecta basándose en los requerimientos de energía metabolizable a partir de AFRC (1993), considerando los requerimientos individuales de cada oveja y restando la energía metabolizable (EM) que aportaron el tule y el alimento comercial, de acuerdo con la metodología propuesta por Hernández-Mendo and Leaver, (2006).

Se evaluó la condición corporal (CC) en escala de 1 a 5 puntos, la cual se define como una relación entre la cantidad de grasa y de materia no grasa del animal vivo, siendo un parámetro de importancia, ya que permite analizar la salud de los animales, así como su estado basándose en cada etapa fisiológica (Frutos y Ruiz, 2012).

El tule fue cosechado en las cercanías de la unidad de producción, corroborando previamente su identificación como *Typha latifolia* en el herbario de la Facultad de Ciencias Agrícolas, de la Universidad Autónoma del Estado de México. Posteriormente se seleccionaron las plantas de menor altura (0.2-1.5m) que se encontraban en estado vegetativo, con la finalidad de brindar más nutrientes a los animales por el estado fenológico del tule (WingChing-Jones *et al.*, 2018).

El forraje fue cortado y posteriormente se picó de manera manual hasta obtener un tamaño de partícula no mayor de entre 1 y 4 cm. Los porcentajes de tule y alimento comercial ofrecidos se determinaron en base fresca y se ofertaron posteriormente a su pesaje con una báscula electrónica marca Truper, con capacidad de 5 kg y pantalla para leer el peso. Los borregos pastorearon una parcela de 1 ha de extensión invadida por pasto kikuyo (*Centrus clandestinus*) durante 8 horas, y acceso libre al agua.

### Variables de desempeño animal

El consumo de alimentos en pesebre se determinó mediante de diferencia oferta-rechazo, ofreciendo una cantidad fija de alimento y restando el sobrante posterior a la ingesta de los animales. La ganancia de peso se evaluó siguiendo los procedimientos de Cannas *et al.* (2004), para la ganancia diaria de peso se estimó a través de una regresión lineal simple, la condición corporal (Manazza, 2006) y la

estimación de la eficiencia alimenticia con la ecuación propuesta por Maynard *et al.* (1981).

El peso de los animales se obtuvo mediante una báscula electrónica Gallagher modelo W210 al inicio del experimento y durante dos días de medición al final de cada periodo, con la finalidad de reducir la variación residual.

La ganancia diaria de peso vivo (GDPV) se obtuvo mediante una regresión lineal del peso vivo de cada oveja en cada medición sobre día del experimento para obtener un estimador no sesgado de la GDPV. La ganancia diaria de peso se estimó mediante una regresión lineal por animal con peso vivo el día del pesaje como variable independiente (y) sobre el día del experimento como variable dependiente (x), utilizando los coeficientes de regresión significativos ( $P < 0.05$ ) como estimadores no sesgados de la ganancia de peso en kg/ovino/día (Arriaga-Jordán y Holmes, 1986); método que minimiza las fluctuaciones de peso vivo por cambios en el contenido gastrointestinal. La conversión alimenticia se calculó dividiendo el consumo de materia seca entre la ganancia diaria de peso, y la eficiencia alimenticia, dividiendo la ganancia diaria de peso entre el consumo diario de materia seca (Resendiz *et al.*, 2013).

#### Variables de la parcela de kikuyo

#### Acumulación neta de forraje (ANF) y Altura de pradera

La medición de ANF y altura de pradera fueron realizadas siguiendo la metodología propuesta por Hoogendoorn *et al.* (2016), fueron colocadas al azar 9 jaulas de exclusión (0.5 m x 2.5 m x 0.8 m) a lo largo de la pradera, posteriormente se delimitó el área de corte con un cuadrante de metal de 0.5 m<sup>2</sup> (0.25 x 2.0) el pasto fue cortado con tijeras de esquila a ras de suelo. Consecutivamente los muestreos se repitieron cada 15 días, cortando el pasto presente dentro de las jaulas de exclusión y el forraje obtenido se conservó en bolsas de plástico para su análisis en laboratorio.

#### Altura de la pradera

Se realizaron 30 medidas en la pradera de pastoreo por periodo en forma de W (Hodgson 1990), utilizando para ello un medidor de plato ascendente, que es una varilla graduada, sobre la que se desliza el plato y mide la altura comprimida de la pradera.

#### Tratamientos

El experimento se llevó a cabo bajo un arreglo estadístico de bloques incompletos al azar, con la evaluación de los siguientes tratamientos (T1, T2 y T3) donde: T1= 0gr MS Tule + 461.75 g MS concentrado comercial + 8 h de pastoreo, T2= 116.50 g MS Tule + 461.75 g MS concentrado comercial + 8 h de pastoreo, T3= 174.75 g Tule + 461.75 g MS concentrado comercial + 8 h de pastoreo, según el requerimiento de MS de los animales.

#### Composición química de los alimentos

La composición química del tule y del forraje disponible en la pradera, así como del alimento comercial fueron analizados bajo diversas técnicas. Para la pradera, se utilizó muestreo por pastoreo simulado, que consiste en una realizar la colecta manual del lugar donde pastorean los animales a una altura similar a la que los ovinos consumen el pasto.

El contenido de Materia Seca (MS) se determinó secando las muestras en una estufa de aire forzado a 65°C durante 48 horas; el contenido de materia orgánica (MO) se obtuvo por incineración de las muestras durante 4 h a 450°C (AOAC, 1990), según el procedimiento 964.22. El contenido de Proteína Cruda (PC) se evaluó utilizando el método Kjeldahl (AOAC, 1990). Los contenidos de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) según el método de Ankom (Ankom, 2005), siguiendo los procedimientos descritos por Van Soest *et al.* (1991); y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) con el método de la micro-bolsa de filtro y la incubadora Daisy de Ankom (Ankom, 2005).

El contenido de energía metabolizable estimada (eEM), se realizó a través de la fórmula de la AFRC (1993), con la siguiente formula:

$$EM \text{ (MJ/kg DM)} = k * OMD \text{ (g/kg OM)}$$

Donde  $k=0.01557$  y  $OMD=$  Digestibilidad de la materia orgánica calculada a partir de:  $IVOMD * (1000 - cenizas) / 1000$ , donde  $IVOMD \text{ (g/kg OM)} =$  Digestibilidad de la materia orgánica *in vitro*.

#### Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental de bloques incompletos al azar para analizar las variables de producción animal, cuyo modelo matemático es el siguiente:  $Y_{ijk} = \mu + t_i + b_j + e_{ijk}$  de donde:  $Y_{ij}$ = Variable respuesta,  $\mu$ = Media general,  $t_i$ =

efecto debido al tratamiento (1, 2, 3),  $b_j$ = efecto debido al bloque (1, 2, 3),  $e_{ijk}$ = efecto debido al error experimental.

Las variables de acumulación neta de forraje (ANF) y altura de pradera de kikuyo, así como la composición química de la pradera y *Typha latifolia* fueron analizadas mediante estadística descriptiva.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se muestra la composición bromatológica de la pradera y *Typha latifolia*, en el cual no se encontraron diferencias significativas entre la pradera evaluada y *T. latifolia* ( $P>0.05$ ). Lo anterior, indica que la pradera que se evaluó es una pradera avejentada y por lo tanto el valor nutritivo es bajo. La composición bromatológica de *Typha latifolia* presentó un contenido de PC de 81.90 g/kg MS, el cual es mayor al reportado en un rastrojo de maíz (54 g/kg MS), forraje comúnmente utilizado en la época de estiaje en la región de estudio (Alfonso-Ávila et al., 2012); así como en otras regiones de México (Quiroz-Cardoso et al., 2015).

Los resultados bromatológicos de la *Typha* son muy similares a los reportados por de Evan, (2019) con una variación mínima en cuanto a los resultados de MS, PC, MO, contenido de fibras FDN y FDA.

Los resultados promedio para la eEM de *Typha*, son inferiores a 8.36 MJ/kg MS y 7.86 MJ/kg MS reportados por WingChing-Jones et al. (2014), en un estudio donde evaluaron las características de *Typha* en dos momentos de cosecha (4 y 12 meses, respectivamente). Dicho estudio fue realizado en humedales en Costa Rica como alternativa para la alimentación de pequeños rumiantes.

Por otra parte, el pasto consumido durante el pastoreo (*Cenchrus clandestinus*) presentó un valor proteico de 106.56 g/kg MS (Tabla 1), lo cual indica que al ser un pasto de origen tropical pudo verse afectado tanto por las bajas temperaturas durante el experimento, como por el hecho de que se encontraba en su etapa de madurez. Este valor es similar al presentado por Plata-Reyes et al. (2021), quienes reportaron un contenido de proteína cruda de 99 g/kg MS en pasto kikuyo en estado senescente.

Uno de los factores que determina la digestibilidad y el consumo de un forraje es la cantidad de carbohidratos estructurales, ya que el consumo y la digestibilidad decrecen a medida que la planta madura y se incrementa la lignificación (Van Soest et al. 1991). En este trabajo se observó que los altos contenidos de FDN y FDA que presentó el tule, aunque sin diferencias significativas entre la pradera y *Typha latifolia* ( $P>0.05$ ), se deben también a la baja digestibilidad del tule (436.10 g/kg MS). Lo cual concuerda con lo reportado por López-González et al. (2015), quienes encontraron esta misma tendencia en pastos tropicales.

En cuanto a la estimación de la energía metabolizable (Tabla 1), se observa un menor contenido en *Typha latifolia*, lo cual se debe principalmente a la menor digestibilidad comparada con el forraje de la pradera ( $P>0.05$ ). Los valores bromatológicos son muy similares a los reportados por WingChing-Jones et al. (2018), en comparación con una *Typha* evaluada a 4 y 12 meses de cosecha, demostrando que la planta joven puede cubrir las necesidades de nutrientes para mantenimiento, mientras que la *Typha* de un año de edad es deficiente en contenido nutricional aún para dicho estado fisiológico.

**Tabla 1. Composición química de la pradera y *T. latifolia* (g/kg MS).**

Variable	Pradera	<i>T. latifolia</i>	Media	DE	AC
MS	355.70	225.4	290.55	65.15	923
MO	882.8	876.01	879.40	33.95	832
PC	106.56	81.90	94.23	12.33	214
FDN	546.65	651.01	598.83	52.18	353
FDA	314.69	394.10	354.40	39.70	145
DIVMS	509.60	436.10	472.85	36.75	807
eEM (MJ EM/kg MS)	6.83	5.86	6.34	0.48	10.76

AC: alimento comercial, MS: materia seca, MO: Materia orgánica, PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, DIVMS: digestibilidad in vitro de la materia seca, eEM: energía metabolizable estimada, DE: desviación estándar.

La acumulación neta de forraje se presenta en la Tabla 2. Se observa una disminución de forraje en la pradera a través del paso de los periodos experimentales, con un promedio de 316.07 kg MS/ha, lo anterior, refleja que existe un proceso de envejecimiento de la pradera, lo cual se encuentra en línea con lo reportado por Fulkerson y Donaghy (2001) quienes mencionaron que en el pastoreo continuo de gramíneas algunas veces no logran acumular suficientes carbohidratos hidrosolubles que les permitan su recuperación, por lo tanto empieza un proceso de senescencia en la planta, tal como ocurrió en este experimento, dando como resultado una baja calidad nutricional de la pradera. Otro factor importante que puede influir en los resultados de esta investigación es la época en que se llevó a cabo el experimento (invierno), en la cual existe poca humedad, aunado a las heladas que se presentan en la región, es un factor que influye sobre todo en el proceso de fotosíntesis (Uvidia-Cabadina, *et al.*, 2012).

En cuanto a la altura de la pradera se observa que esta se mantiene constante durante todo el experimento, presentado en promedio una altura de 3.56 cm; resultados diferentes a los reportados por Marín-Santana *et al.* (2020) quienes reportaron alturas de 6 cm en promedio en praderas de kikuyo.

El consumo de *Typha latifolia*, por las ovejas, presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $P < 0.05$ ), encontrando diferencias con respecto al tratamiento testigo, no así entre los tratamientos en los que se incluyó *Typha latifolia* en la dieta.

El rechazo por parte de las ovejas fue alto para los dos tratamientos que incluyeron *Typha latifolia*. En el tratamiento en que se le proporcionó 219 g MS, el rechazo por parte de los animales fue de 36.7 %, mientras que a las ovejas que se les ofreció 327 g MS de *Typha*, rechazaron el 29.1 %. El mayor en T2 pudo atribuirse al mayor consumo de la pradera (Tabla 3), lo cual indica que la pradera es una fuente más deseable de nutrientes como proteína, por lo tanto, se deduce la predilección de los animales al consumo de la misma.

El consumo de pradera por parte de las ovejas presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $P < 0.05$ ), las ovejas del T2, tuvieron un 10 % más de consumo de pradera con respecto a T1; Lo cual sugiere que los ovinos de ese tratamiento cubrieron una

parte importante de sus requerimientos nutricionales a partir de los nutrientes aportados por la pradera de pasto kikuyo y debido a lo anterior, consumieron en menor cantidad *Typha latifolia*. Además, en los resultados se observa que *Typha latifolia* presentan un mayor contenido de FDN y FDA, que son variables que limitan el consumo por parte de los animales. El tamaño de partícula también puede tener una influencia sobre el consumo, aunque en este aspecto los resultados de otros autores son contradictorios, Chay-Canul *et al.* (2009), no reportan un efecto en el tamaño de partícula sobre el consumo de materia seca, sin embargo, Hejazi *et al.* (1999), reportan un mayor consumo cuando los borregos fueron alimentados con una dieta a base de maíz molido en comparación con una dieta de alimento peletizado.

El peso de los animales al inicio y al final del experimento, así como la ganancia diaria de peso vivo y la condición corporal, no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) como se observa en la Tabla 4.

Al ser las ovejas adultas, la ganancia de peso de las ovejas fue baja pues se encontraban en mantenimiento y la calidad del forraje y la pradera fue baja (Tabla 1).

De acuerdo a Vergara-Garay *et al.* 2016, la edad de las ovejas limita la GDPV. Estos autores identificaron que animales con características similares a los utilizados en este trabajo alcanzan su madurez a los 274 d  $\pm 84$ , edad menor a la de los animales de este experimento. Según la ARC (1980) las ovejas necesitan un aporte por parte del alimento de 5.1-6.2 MJ EM/d. El aporte de *Typha latifolia* en el consumo de los animales se encuentra dentro de ese rango, energía necesaria para que las ovejas obtengan una ganancia de peso entre 50-100 g/d. Sin embargo, en este trabajo la ganancia de peso que se obtuvo fue menor. Otro factor que puede influir en la baja ganancia de peso de las ovejas, se puede explicar a qué tanto la pradera como *Typha latifolia* presentaron una baja calidad nutricional (Glindemann *et al.*, 2009).

Los valores de GDPV son similares a los reportados por González-Garduño *et al.* (2011), donde suplementaron ovinos con pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) forraje que presentó valores bromatológicos muy parecidos a la *Typha latifolia*.

**Tabla 2. Acumulación neta de forraje y altura de la pradera de pasto kikuyo por periodo de evaluación.**

	ANF (kg MS/ha/periodo)			DE	Media
Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4		
383.22	648.22	375.55	240.54	147.77	316.07
	ANF (kg MS/ha/d)				
25.55	43.21	25.04	16.04	9.84	27.46
	Altura (cm)				
3.51	3.08	3.67	3.98	0.32	3.56

ANF: Acumulación neta de forraje, DE: desviación estándar.

**Tabla 3. Consumo estimado de materia seca (g MS/oveja/d).**

Variable	Tratamiento			Media	EEM
	T1	T2	T3		
Pradera	571.50 <sup>b</sup>	643.57 <sup>a</sup>	578.98 <sup>b</sup>	598.01	28.14
<i>Typha latifolia</i>	0 <sup>b</sup>	121.60 <sup>a</sup>	234.74 <sup>a</sup>	178.17	61.16
Rechazo de <i>Typha</i>	0	44.62	59.58	34.73	-
Concentrado	461.75	461.75	461.75	461.75	0.0
Consumo total	1033.25	1182.3	1215.89	1203.21	67.50

T1= Tratamiento 1, T2= Tratamiento 2, T3= Tratamiento 3, EEM= Error estándar de la media.

**Tabla 4. Peso vivo, ganancia diaria de peso vivo y condición corporal de las ovejas.**

Variable	Tratamiento			Media	EEM
	T1	T2	T3		
Peso inicial (kg)	41.33	49.28	43.12	44.57	3.54 <sup>NS</sup>
Peso final (kg)	44.64	47.13	40.34	44.03	3.17 <sup>NS</sup>
GDPV (kg)	0.017	0.016	0.016	0.017	0.21 <sup>NS</sup>
CA	60.17	65.59	69.24	65.00	6.49 <sup>NS</sup>
EA	0.017 <sup>a</sup>	0.015 <sup>b</sup>	0.014 <sup>b</sup>	0.015	0.05*
Condición corporal (1-5)	3.12	2.98	3.07	3.05	0.94 <sup>NS</sup>

T1= Tratamiento 1, T2= Tratamiento 2, T3= Tratamiento 3, GDPV: ganancia diaria de peso vivo, EEM: error estándar de la media, CA= conversión alimenticia, EA= eficiencia alimenticia

De acuerdo con Fernández *et al.* (1997), el decremento en el peso de los animales se ve relacionado con la época seca, atribuyendo estos resultados a la poca disponibilidad de forraje de calidad, y un deficiente contenido de proteína en la dieta.

La conversión alimenticia no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ), sin embargo, en la eficiencia alimenticia se observaron diferencias significativas ( $P<0.05$ ), se presentó una mayor eficiencia alimenticia para el tratamiento testigo, lo cual indica que utilizar a *Typha latifolia* como ingrediente en la dieta de los borregos, puede tener una menor eficiencia alimenticia, debido a la cantidad de fibras que tiene esta planta (Getachew *et al.*, 2006).

### CONCLUSIÓN

La inclusión de *Typha latifolia* puede ser una opción forrajera no convencional en aquellas zonas donde la época de sequía no permita el

desarrollo de pastizales o forraje de mejor calidad nutricional. Sin embargo, también presentó rechazo por parte de los animales, que puede suplirse con la inclusión del pastoreo en la alimentación.

La *Typha* puede ser incluida en la alimentación de ovinos en mantenimiento como reemplazo de forrajes de baja calidad, sin generar un costo significativo durante su obtención, ya que se encuentra presente en diversas zonas alrededor del mundo, la cual puede servir como complemento a la alimentación de ovinos adultos, cuando exista escases de forrajes.

### Acknowledgments

In this paper we thank the farmer, where the experiment was carried out, Dr. Dalia A. Plata Reyes, for her support in the field and laboratory activities. The National Council of Science and Technology is also thanked for the scholarship granted to Rodrigo Ávila González, to carry out the Master's studies.

**Funding.** The work was funded by the Program for Professional Teacher Development (PRODEP), the project registration key is 511-6/18-8981.

**Conflict of interest.** The authors declare that there is no conflict of interest related to this work.

**Compliance with ethical standards.** Original data derived from the authors' work are presented. The work was carried out under the established procedures for animal research by the Autonomous University of the State of Mexico.

**Data availability.** Data are available with Felipe López González (flopezg@uaemex.mx) upon reasonable request.

**Author contribution statement (CRediT).** **R. Ávila-González**, writing original, draft and methodology. **C.M. Arriaga-Jordán**, conceptualization, writing-review and editing, supervision and validation. **F. López-González**, conceptualization, writing-review and editing, methodology, validation and data curation.

## REFERENCIAS

- AFRC, 1993. Animal and Food Research Council. Energy and Protein Requirements for Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC technical committee on response to nutrients, CAB International, Wallingford, UK, 159.
- Alfonso-Ávila, A.R., Wattiaux, M.A., Espinoza-Ortega, A., Ernesto Sánchez-Vera, E. and Arriaga-Jordán, C.M., 2012. Local feeding strategies and milk composition in small-scale dairy production systems during the rainy season in the highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 44, pp. 637- 644. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9947-5>
- Ankom Technology, 2005. Procedures (for NDF and ADF). <http://www.ankom.com/>.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists., 1990. Official methods of analysis (15th edn). Helrick K (ed.). Washington, DC: AOAC.
- ARC, Agricultural Research Council. 1980. The nutrient requirement of livestock. Slough, England: Common Wealth Agricultural Bureau.
- Arriaga-Jordán, C.M., Pedraza-Fuentes, A.M., Nava-Bernal, E.G., Chávez-Mejía, M.C. and Castelán-Ortega, O.A., 2005. Livestock agrodiversity of *Mazahua* small-holder *campesino* systems in the highlands of central Mexico. *Human Ecology*, 33(6), pp. 821–845. <https://www.jstor.org/stable/4603603>
- Arriaga-Jordán, C.M. and Holmes, W. (1986): The effect of cereal concentrate supplementation on the digestibility of herbage-based diets for lactating dairy cows. *Journal of Agricultural Science (Camb.)*, 106, pp. 581 – 592. DOI:10.1017/S0021859600063450
- Cannas, A. Tedeschi, L.O., Fox, D.G., Pell, A.N. and Van Soest, P.J., 2004. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *Journal of Animal Science. Champaign*, 82, pp. 149-169. <https://doi.org/10.2527/2004.821149x>
- Cecconello, C.G., Benezra S.M. and Nestor E.O., 2003. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. *Zootecnia Tropical*. 21 (2), pp. 149-165. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692003000200004&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692003000200004&lng=es&nrm=iso)
- Conroy, C. 2005. Participatory livestock research. ITDG Publishing, Bourton-on-Dunsmore, Warwickshire, UK. 304 pp.
- Chay-Canul, A., Ayala-Burgos, A.J., Kú-Vera, J.C. and Magaña-Monforte, J.G., 2009. Efecto del tamaño de partícula sobre, consumo, digestibilidad y balance del Nitrógeno en ovinos pelibuey alimentado con dietas basadas en frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) y grano de maíz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(3), pp. 383-392. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/145/158>
- de Evan, T., Marcos, C.N., Carro, M.D., Alao J.S., Makinde, J.O., Rufai, M.A., Iglesias, E. and Escribano, F., 2019. Nutritive value of typha for ruminants. Book of Proceedings of the 44<sup>th</sup>. Annual Conference of the Nigerian Society for Animal Production. 48-50. Available at [www.typhaprojet.com](http://www.typhaprojet.com)

- Estevez-Moreno, L.X., Sanchez-Vera, E., Nava-Bernal, G., Estrada-Flores, J.G., Gómez-Demetrio, W. and Sepúlveda, W.S., 2019. The role of sheep production in the livelihoods of Mexican smallholders: Evidence from a park-adjacent community. *Small Ruminant Research*, 178, pp. 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.08.001>
- Fernández, G., San Martín, F. and Escurra, E., 1997. Uso de bloques multinutricionales en la suplementación de ovinos al pastoreo. *Revista de Investigaciones Pecuarias*, 8(1), pp. 29-38. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/veterinaria/v08\\_n1/bloquesn.htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/veterinaria/v08_n1/bloquesn.htm)
- Flores, H.A., Macías, R.F.J., Meza, H.C., García, H.G., Esquivel, A.O., Ortiz, S.J., and Hernández, B.C. 2019. Semi-solid fermentation of nopal (*Opuntia spp*) for use as an animal protein supplement. *Revista de Geografía Agrícola*. (63): 88-99. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2019.63.04>
- Frutos, P. and Mantecón, A.R., 1994. Condición corporal en el ganado ovino y caprino. Colegio de Veterinaria de Zamora. Pp. 1-15. <http://hdl.handle.net/10261/23076>
- Fulkerson, W. and Donaghy, D., 2001. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence-key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41, pp. 261-275. <https://doi.org/10.1071/EA00062>
- Getachew, G.P., Depeters, E.J., Pittroff, W., Putnam, D.H. and Dandekar, A.M. 2006. Review: Does protein in alfalfa need protection from rumen microbes? *The Professional Animal Scientist*, 22, pp. 364-373.
- Glindemann T., Wang, C., Tas, B.M., Schiborra, A. Gierus, M. Taube, F. and Susenbeth, A., 2009. Impact of grazing intensity on herbage intake, composition, and digestibility and on live weight gain of sheep on the Inner Mongolian steppe. *Livestock Science*, 12 (1-3), pp. 142-147. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.01.007>
- González-Garduño, R., Torres-Hernández, G. and Arece-García, J., 2011. Ganancia de peso de ovinos alimentados con pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) suplementados con diversas fuentes de proteína. *Avances de Investigación Agropecuaria*, 15(3), pp. 3-20. <https://www.redalyc.org/pdf/837/83720034002.pdf>
- Hernández-Mendo, O and Leaver J.D., 2006. Production and behavioural responses of high- and low-yielding dairy cows to different periods of access to grazing or to a maize silage and soyabean meal diet fed indoors. *Grass and Forage Science*, 61, pp. 335-346. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2006.00540.x>
- Hernández, S.D., 2004. Producción de ovinos en zonas tropicales sistema actual y perspectivas para el sureste mexicano. In: Hernández-Sánchez D. (comp.). Producción de ovinos en zonas tropicales. 2a ed. Colegio de Postgraduados, Fundación Produce Tabasco, A.C. ISPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México.
- Herrera-Haro, J.G., Álvarez-Fuentes, G., Bárcena-Gama, R., and Núñez-Aramburu, J.M. (2019). Caracterización de los rebaños ovinos en el sur del Distrito Federal, México. *Acta Universitaria* 29, pp. 1-15. <http://doi.org/10.15174.au.2019.2022>
- Hejazi, S., Fluharty, F., Perley, J., Loerch, S. and Lowe, G. D., 1999. Effect of corn processing and dietary fiber source on feedlot performance, visceral organ weight, diet digestibility, and nitrogen metabolism in lambs. *Journal of Animal Science*, 77, pp. 507-515. DOI: 10.2527/1999.773507x
- Hodgson, J. 1994. Manejo de pastos. Teoría y práctica. Edit. Diana, Mexico City, pp. 55-180.
- Hoogendoorn, C.J., Newton, P.C.D., Devantier, B.P., Rolle, B.A., Theobald, P.W. and Lloyd-West C.M. 2016. Grazing intensity and micro-topographical effects on some nitrogen and carbon pools and fluxes in sheep-grazed hill country in New Zealand. *Agriculture Ecosystems and Environment*, (217), 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.04.029>
- Lerner, A.M., Eakin, H. and Sweeney, S. 2013. Understanding periurban maize production through an examination of household livelihoods in the Toluca metropolitan Area, Mexico. *Journal Rural Studies*, (30): 52-63.

- <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2012.11.001>
- López-González, F., Sánchez-Valdés, J.J., Castelán-Ortega, O.A., Albarrán-Portillo, B. and Estrada-Flores, J.G., 2015. Agronomic and nutritional characteristics of three grass species in the southern region of state of México. *Indian Journal of Animal Sciences*, 85, pp. 271-274. <http://epubs.icar.org.in/ejournal/index.php/IJAnS/article/view/47318>
- Manazza, J., 2006. Condición Corporal en ovinos. *Visión Rural*, 13 (60), pp. 1-3.
- Manríquez-Mendoza, L., Ortiz, S., Pérez-Hernández, P., Ortega-Jimenez, E., Lopez, G. and Villarruel-Fuentes, M., 2011. Agronomic and forage characteristics of *Guazuma ulmifolia* Lam. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, pp. 453-463. <http://www.revista.ccba.uady.mx/urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v14i2.539>
- Marín-Santana, M.N., López-González, F., Hernández-Mendo, O. and Arriaga-Jordán C.M., 2020. Kikuyu pastures associated with tall fescue grazed in autumn in small-scale dairy systems in the highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 52, pp. 1919–1926. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02216-7>
- Matesanz, J., 1965. Introducción de la ganadería en Nueva España, 1521-1535. *Historia Mexicana*, 14(4), pp. 533–566.
- Maynard, J., 1995. Nutrición animal. Séptima Edición. Edit. McGrawHill. México. 128 pp.
- Nieto, D. Berisso, R. Demarchi, O. and Scala, E., 2012. Manual de Buenas Prácticas de Ganadería Bovina para la Agricultura Familiar. FAO, Buenos Aires, Argentina, pp. 168.
- Palma, J.M., 2005. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 14(3), pp. 95-104. <http://www.bioline.org.br/pdf?la06018>
- Plata-Reyes, D.A., Hernández-Mendo, O., Vieyra-Alberto, R. Albarrán-Portillo, B., Martínez-García, C.G. and Arriaga-Jordán C.M., 2021. Pasto Kikuyu en invierno-primavera en sistemas lecheros a pequeña escala en las tierras altas del centro de México en términos de rendimiento de la vaca y perfil de ácidos grasos de la leche. *Tropical Animal Health and Production*, 53, (225). <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02672-9>
- Quiroz-Cardoso, F. Rojas-Hernández, S. Olivares-Pérez, J. Hernández-Castro, E. Jiménez-Guillén, R. Córdova-Izquierdo, A. Villa-Mancera, A. and Abdel-Fattah, S., 2015. Composición nutricional, consumo e índices de palatabilidad relativa de los frutos de tres acacias en la alimentación de ovejas y cabras. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 47 (1), pp. 33-38. <http://revistas.uach.cl/index.php/amv/article/view/5332>
- Ramírez, R.G., González-Rodríguez, H., Morales-Rodríguez, R., Cerrillo-Soto, A., Juárez-Reyes, A., García Dessommes, G.J. and Guerrero-Cervantes, M. 2009., Chemical composition and dry matter digestion of some native and cultivated grasses in Mexico. *Czech Journal of Animal Science*, (54), pp. 150–162. <https://doi.org/10.17221/1741-CJAS>
- Resendiz, C.V., Hernández, O., Guerrero, I., Gallegos, J., Martínez, P.A and Sánchez, C., 2013. Engorda de borregos pelibuey con diferente nivel de alfalfa en la dieta. *Archivos de Zootecnia*, 6 (239), pp. 457-467. <https://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v62n239/art14.pdf>
- Soares, C. Rocha Júnior, V.R. Pinto Monção, F. Alcântara Borges, L.D. Albuquerque Caldeira, L. Mendes Costa, N. Mendes Ruas, J.R. Sampaio Rigueira, J.P. Siqueira Carvalho, C.C. Junqueira de Sales E.C. de Assis Pires D.A. and Alencar Chamone, J.M., 2020. Combinations of cactus pear with different roughage sources on the production chemical composition, and milk fatty acid profile of F1 Holstein/Zebu cows. *Tropical Animal Health and Production*, (52) 10.1007/s11250-020-02290-x.
- Uvidia-Cabadina, H.A., Ramírez-De la Rivera, J.L., De Decker, M., Torres, B., Samaniego-Guzmán, E.O., Ortega-Tenezca, D.B., Reyes-Silva, D.F. and Uvidia-Armijo, L.A., 2018. Influence of age and climate in the production of *Cenchrus purpureus* in the Ecuadorian Amazon Region. *Tropical and*

- Subtropical Agroecosystems*, 21, pp 95-10.
- Van Soest, P.J. Robertson and Lewis, A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, pp. 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vergara-Garay, O.D., Hincapié-Gutiérrez, L.C., Vallejo-Romero, D.A., Simanca-Sotelo, J.C. and Bustamante-Yáñez, M.J., 2017. Utilización del modelo Brody para describir el crecimiento de dos grupos raciales de ovinos en Córdoba, Colombia. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 11 (1). DOI: 10.17151/vetzo.2017.11.1.1
- WingChing-Jones, R. and Leal, J., 2014. Valoración agronómica y nutricional de la *Typha domingensis* como alternativa de alimentación en animales rumiantes. *Nutrición Animal Tropical*, (8), pp. 24-35. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutri-animal/article/view/17144/16604>
- WingChing-Jones, R. and Leal, J., 2018. Conservación del forraje de la *Typha domingensis* (Typhaceae). Ensilaje y henificación. Cuadernos de Investigación UNED. (10), pp. 107-114. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v10n1/1659-4266-cinn-10-01-119.pdf>
- Yahdjian, L. and Sala, O.E., 2011. El futuro de los pastizales sudamericanos. *Interciencia*, 36(2), pp. 153-158. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/153-1%20BA-e-YAHDJIAN-6-CMYK.pdf>
- Zamora, S., García, J., Bonilla, G., Aguilar, H., Harvey, C. and Ibrahim, M., 2001. Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 8 (31), pp. 31. <http://www.bionica.info/biblioteca/zamora2001.pdf>