

**IMPACTO DEL USO DE FRUTOS DE ALGARROBO (*PROSOPIS* SPP.) EN  
REEMPLAZO AL GRANO DE MAÍZ EN LA RECRÍA DE CORDEROS EN EL  
VALLE CENTRAL DE CATAMARCA**

**Sabrina Cristina Almaraz**

Trabajo de Tesis para ser presentado como requisito parcial para optar al Título de  
***MAGISTER en PRODUCCIÓN ANIMAL***

Orientación en NUTRICIÓN ANIMAL

Área de Producción Animal

PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS

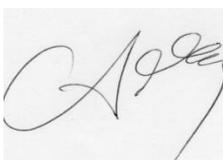
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA**

**Balcarce, Argentina**

**Octubre 2023**

**IMPACTO DEL USO DE FRUTOS DE ALGARROBO (*PROSOPIS* SPP.) EN  
REEMPLAZO AL GRANO DE MAÍZ EN LA RECRÍA DE CORDEROS EN EL VALLE  
CENTRAL DE CATAMARCA**

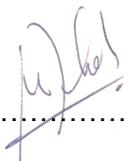
**Sabrina Cristina Almaraz**



.....  
Ing. Agr. Mario Salvador Aello  
Director de Tesis

.....  
Med. Vet., M. Sc. Julio César Burges  
Asesor

.....  
Ing. Agr., Ph. D. Patricia Ricci  
Asesora



.....  
Ing. Agr., M. Sc. María Florencia González  
Asesora

**IMPACTO DEL USO DE FRUTOS DE ALGARROBO (*PROSOPIS* SPP.) EN  
REEMPLAZO AL GRANO DE MAÍZ EN LA RECRÍA DE CORDEROS EN EL VALLE  
CENTRAL DE CATAMARCA**

**Sabrina Cristina Almaraz**

**Aprobada por:**

  
Prof. Diana BUITRAGO, Mag.  
Secretaría de Posgrado  
Facultad de Ciencias Agrarias  
UNICAT  
p/a

.....  
Ing. Agr., M. Sc. Demian Ceballos  
Evaluador



.....  
Ing. Agr., M. Sc. Sonia Arias  
Evaluadora



.....  
Méd. Vet., Dr. Ignacio Gual  
Evaluador

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece la colaboración de los siguientes Proyectos:

PE 002 "Tecnologías sostenibles para la estabilización y mejora de la competitividad de las cadenas productivas de ovinos, caprinos y camélidos sudamericanos" de la cartera 2019 - 2022 de Proyectos de INTA.

AGR-576/19 de la Universidad nacional de Mar del Plata: "Caracterización del crecimiento y comportamiento reproductivo de corderas Highlander, Texel, Poll Dorset y Corriedale en un establecimiento de la Provincia de Buenos Aires".

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>7</b>
2.1 CATAMARCA.....	7
2.2 ACTIVIDAD GANADERA.....	7
2.2.1 <i>La ganadería ovina</i> .....	9
2.2.2 <i>Manejo tradicional</i> .....	10
2.2.3 <i>Alimentación y nutrición</i> .....	11
2.3 RECURSOS VEGETALES EN LA REGIÓN DEL CHACO ÁRIDO .....	12
2.3.1 <i>Recursos forrajeros</i> .....	14
2.3.2 <i>Prosopis spp.</i> .....	15
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
3.1 EXPERIMENTO I .....	24
3.1.1 <i>Ubicación, animales e instalaciones</i> .....	24
3.1.2 <i>Período experimental, tratamientos, dietas</i> .....	25
3.1.3 <i>Mediciones y estimaciones</i> .....	25
3.1.4 <i>Análisis estadístico</i> .....	26
3.2 EXPERIMENTO II .....	27
3.2.1 <i>Ubicación, animales e instalaciones</i> .....	27
3.2.2 <i>Período experimental, tratamientos, dietas</i> .....	28
3.2.3 <i>Mediciones y estimaciones</i> .....	28
3.2.4 <i>Análisis estadístico</i> .....	29

<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
4.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS DIETAS Y SUS COMPONENTES .....	30
4.2 EXPERIMENTO I .....	32
4.2.1 <i>Ganancia de peso</i> .....	32
4.2.2 <i>Consumo y eficiencia de conversión alimenticia</i> .....	33
4.3 EXPERIMENTO II .....	34
4.3.1 <i>Consumo y digestibilidad in vivo</i> .....	34
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>36</b>
5.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS DIETAS Y DE SUS COMPONENTES .....	36
5.2 EXPERIMENTO I .....	38
5.2.1 <i>Ganancia de peso</i> .....	38
5.2.2 <i>Consumo y eficiencia de conversión alimenticia</i> .....	39
5.3 EXPERIMENTO II .....	41
5.3.1 <i>Consumo</i> .....	41
5.3.2 <i>Digestibilidad in vivo</i> .....	42
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: TOTAL DE EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS (EAP) CON GANADO, NÚMERO DE CABEZAS Y VARIACIONES RELATIVAS INTERCENSALES .....	8
TABLA 2: COMPOSICIÓN QUÍMICA (%) DE FRUTOS, HARINAS Y SEMILLAS DE DOS ESPECIES DE ALGARROBOS BLANCOS .....	18
TABLA 3: COMPOSICIÓN QUÍMICA (%) DE FRUTOS, HARINAS Y SEMILLAS DE DOS ESPECIES DE ALGARROBOS NEGROS.....	18
TABLA 4: COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LOS COMPONENTES DE LAS DIETAS.....	30
TABLA 5: COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LAS DIETAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO I .....	31
TABLA 6: COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LAS DIETAS EVALUADAS EN EL EXPERIMENTO II .....	32
TABLA 7: PESO INICIAL, FINAL, TOTAL Y GANANCIA DE PESO DE CORDERAS DEL EXPERIMENTO I.....	33
TABLA 8: CONSUMO DE ALIMENTO DE LOS DIFERENTES COMPONENTES EN EL EXPERIMENTO I .....	33
TABLA 9: CONSUMO, GANANCIA DE PESO Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA POR CORRAL DEL EXPERIMENTO I.....	34
TABLA 10: CONSUMO DE MATERIA SECA Y COMPONENTES, DIGESTIBILIDAD APARENTE IN VIVO DE LA MATERIA SECA Y FIBRA DETERGENTE NEUTRO EN EL EXPERIMENTO II .....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL DEL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE 2010 Y 2021.....	1
FIGURA 2: MAPA FÍSICO CON ISOHIETAS DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA..	2
FIGURA 3: VARIABILIDAD FENOTÍPICA DE <i>PROSOPIS NIGRA</i> .....	16
FIGURA 4. FRUTOS DE LAS DIFERENTES ESPECIES DEL GÉNERO <i>PROSOPIS</i> SPP. PRESENTES EN CATAMARCA.....	17
FIGURA 5: TIPILES DE FRUTOS SOBRE TECHOS PARA SU ALMACENAMIENTO.....	20
FIGURA 6: INSTALACIONES DEL EXPERIMENTO I.....	24
FIGURA 7: INSTALACIONES DEL EXPERIMENTO II.....	27

## RESUMEN

Se efectuaron dos ensayos con el objetivo de evaluar el efecto sobre la performance productiva que genera la incorporación de frutos de algarrobo (*Prosopis* spp.) en dietas basadas en heno de alfalfa o como reemplazo del grano de maíz en dietas suplementadas. El experimento I se realizó en Catamarca y tuvo una duración de 92 días, de los cuales 15 días fueron de acostumbramiento. Se utilizaron 30 corderas raza Manchega de 3 meses de edad con un peso vivo (PV) medio de  $17,946 \pm 2,321$  kg separadas en 6 corrales con 5 corderas de PV homogéneo cada uno. Se determinó PV, ganancia de peso, consumo, eficiencia de conversión alimenticia (ECA) y calidad alimentaria de las 3 dietas suministradas: T1=henos de alfalfa (*ad libitum*), T2=T1+grano entero de maíz (1% PV) y T3=T1+fruto entero de algarrobo (1% PV). El diseño experimental fue completamente al azar, se analizó por ANOVA y las medias se compararon por test de Duncan. El consumo diario total fue mayor en los tratamientos suplementados (T2 y T3, 7,080 kg y 6,380 kg, respectivamente). El consumo de heno en T3 fue similar a T1 de modo que no hubo sustitución de heno por frutos. La mayor tasa de ganancia de peso se observó con la dieta T2 (0,120 kg/corral/día) mientras que en T1 y T3 fueron similares y promediaron 0,070 kg/corral/día. De esta manera, las corderas del T2 pesaron 3,800 kg más que los tratamientos restantes. Así, la menor ECA se obtuvo con T3 mientras que T1 y T2 no mostraron diferencias significativas ( $66,070 \pm 4,000$  kg MS/kg PV, en promedio). El experimento II se realizó en Balcarce y tuvo una duración de 36 días. Se utilizaron 6 borregos castrados Poll Dorset de un año de edad con un PV medio de  $38,500 \pm 0,910$  kg alojados en corrales individuales. Se condujo bajo un diseño cross-over de 3 dietas cada 2 animales en 3 períodos; cada periodo tuvo una duración de 12 días con 7 días de acostumbramiento y 5 días de relevamiento de datos. Se determinó consumo, digestibilidad *in vivo* de la MS y de la FDN y calidad de alimentos. Los datos se analizaron por ANOVA y las medias se compararon por test de Duncan. El consumo de heno fue 17,5% mayor en el T1 que en los tratamientos suplementados; el consumo total fue 10% mayor en el T2 y no se observaron diferencias entre T1 y T3 ( $1,880 \pm 0,040$  kg), de modo que hubo sustitución de heno por fruto que puede deberse al contenido similar de proteína bruta entre las dietas (17,9% y 14,6%, respectivamente). La digestibilidad *in vivo* de la MS fue 12% más alta en el T2 y no se diferenció entre T1 y T3 (55%, en promedio). La digestibilidad *in vivo* de la FDN fue 52,7% menor en el T3 que en los restantes tratamientos, por lo que la presencia de frutos afecta la digestibilidad de la fibra disminuyendo la digestión de la MS del alimento. Esto podría explicar, en el experimento I, el mayor consumo de MS en

el T3 sin observar diferencias en la ganancia de peso diaria entre el testigo y este tratamiento, obteniéndose una muy baja ECA. Se concluye que la incorporación entre 17% y 23% de frutos de algarrobo como suplemento en dietas de recría en ovinos no mejoraron la performance de los animales alimentados a base de heno de alfalfa y su utilización como reemplazo del grano de maíz afectó la performance, disminuyendo la ganancia de peso y aumentando el consumo, obteniendo así una menor ECA. Sólo la digestibilidad *in vivo* de la MS mejoró con la adición de grano de maíz mientras que el agregado de frutos de algarrobo afectó negativamente la digestibilidad *in vivo* de la MS y de la FDN pudiendo ser el motivo por el que la performance se vio afectada. Sin embargo, los frutos de algarrobo son un recurso alternativo y económico para la alimentación del ganado en el noroeste argentino. Se sugiere explorar su complementación con otros concentrados y/o frutos de la zona, mejorar el modo de conservación hasta su aprovechamiento para disminuir la pérdida de calidad y procesarlos previo a la alimentación del animal (tostarlos y/o triturarlos) para inactivar componentes antinutricionales que puedan impedir la degradación de las proteínas y carbohidratos contenidos en las semillas de los frutos y para facilitar su disponibilidad para la degradación en el rumen.

**Palabras clave:** ovinos, frutos de algarrobo, suplementación, recría, engorde.

## ABSTRACT

Two trials were carried out with the aim of evaluating the effect on the productive performance generated by the incorporation of carob pods (*Prosopis* spp.) in diets based on alfalfa hay or as a replacement for corn grain in supplemented diets. Experiment I was carried out in Catamarca and had a duration of 92 days, of which 15 days of adaptation. Thirty 3-month-old female Manchega lambs with  $17,946 \pm 2,321$  kg average live weight (LW) separated into 6 pens with 5 lambs of homogeneous LW each were used. LW, weight gain, consumption, feed conversion efficiency (FCE) and feed quality were determined for the 3 diets: T1=alfalfa hay (*ad libitum*), T2=T1+whole corn grain (1% PV) and T3=T1+whole carob pods (1% PV). The experimental design was completely at random, it was analyzed by ANOVA and the averages were compared by Duncan test. The total DM intake was higher in the supplemented treatments (T2 and T3, 7,080 kg and 6,380 kg, respectively). Hay consumption in T3 was similar to T1, so there was no substitution of hay for pods. The highest rate of weight gain was obtained with the T2 diet (0,120 kg/pen/day) while in T1 and T3 they were similar and averaged 0,070 kg/pen/day. Thus, T2 lambs weighed 3,800 kg more than the remaining treatments. Thus, the lowest FCE was obtained with T3 while T1 and T2 did not show significant differences ( $66,070 \pm 4,000$  kg DM/kg LW, on average). Experiment II was carried out in Balcarce and lasted 36 days. Six one-year-old castrated male Poll Dorset sheep with  $38,500 \pm 0,910$  kg average LW were confined in individual pens. It was conducted under a cross-over design of 3 diets for every 2 animals in 3 periods; each period lasted 12 days with 7 days of adaptation and 5 days of data collection. Consumption, *in vivo* digestibility of DM and NDF and food quality were determined. The data were analyzed by ANOVA and the averages were compared by Duncan test. Hay consumption was 17,5% higher in T1 than in the supplemented treatments; total consumption was 10% higher in T2 and no differences were observed between T1 and T3 ( $1,880 \pm 0,040$  kg), so there was hay substitution per pods, which may be due to the similar crude protein content between the diets (17,9% and 14,6%, respectively). The *in vivo* digestibility of the DM was 12% higher in T2 and did not differ between T1 and T3 (55%, on average). The *in vivo* digestibility of the NDF was 52,7% lower in T3 than in the other treatments, so the presence of pods affects the digestibility of the fiber, decreasing the digestion of the DM of the feed. This could explain, in experiment I, the higher DM consumption in T3 without observing differences in daily weight gain between the control and this treatment, obtaining a very low FCE. It is concluded that the incorporation between 17% and 23% of pods as a supplement in fattening diets in sheep did not improve the

performance of animals fed on alfalfa hay and its use as a replacement for corn grain affected performance, decreasing LW and increasing consumption, thus obtaining a lower FCE. Only the *in vivo* digestibility of the DM improved with the addition of corn grain while the addition of pods negatively affected the *in vivo* digestibility of the DM and the NDF, which could be the reason why the performance was affected. However, *Prosopis* fruits are an alternative, economical resource for livestock feeding in northwestern Argentina. It is suggested to explore their complementation with other concentrates and/or fruits from the area, improve the way of conservation until their use to reduce the loss of quality and process them prior to feeding the animal (toast and/or crush them) to inactivate anti-nutritional components that can prevent the degradation of proteins and carbohydrates contained in the seeds of the pods and to facilitate their availability for degradation in the rumen.

**Keywords:** sheep, *Prosopis* pods, supplementation, fattening.

## 1. INTRODUCCIÓN

El 70% de la superficie de la República Argentina corresponde a zonas áridas (Verbist *et al.*, 2010). Este tipo de áreas presentan gran oscilación térmica (anual y diaria), escasas precipitaciones (no superan los 400 mm anuales), épocas secas que duran entre 6 a 9 meses y una vegetación con gran número de especies propias y exclusivas de la región (Boza *et al.*, 2008). La provincia de Catamarca, ubicada en el noroeste de Argentina, presenta estas características. En la Figura 1 se puede observar la concentración de las precipitaciones en el período estival (diciembre a febrero); los restantes 9 meses forman parte de la época seca en la provincia.

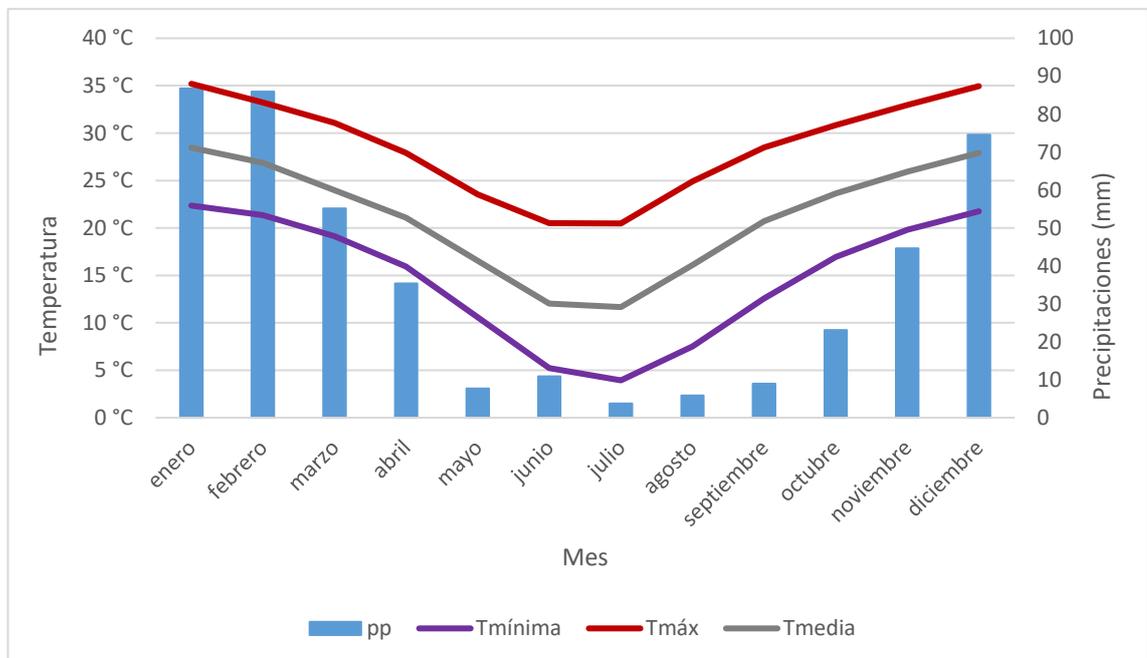


Figura 1: Variación de la temperatura y precipitación promedio anual del período comprendido entre 2010 y 2021. Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por el Servicio Meteorológico Nacional.

En Catamarca, los asentamientos urbanos se desarrollan en valles y bolsones (Morlans, 1995; Núñez Aguilar y Álvarez de Toledo, 2004) que se alternan con cordones montañosos que van, de sureste a oeste, de 200 msnm a más de 6000 msnm (Morlans, 1995). De esta manera, como se puede observar en la Figura 2, la orografía condiciona la distribución de los aportes pluviales y, por ende, la aptitud de las tierras para uso agrícola. Al respecto, un estudio de Jiménez-Escobar (2019b) señala que la cría de animales se torna una fuente importante de subsistencia para los hogares permitiendo a los productores diversificar sus recursos, disminuyendo los riesgos frente a los cambios sociales, económicos y climáticos.

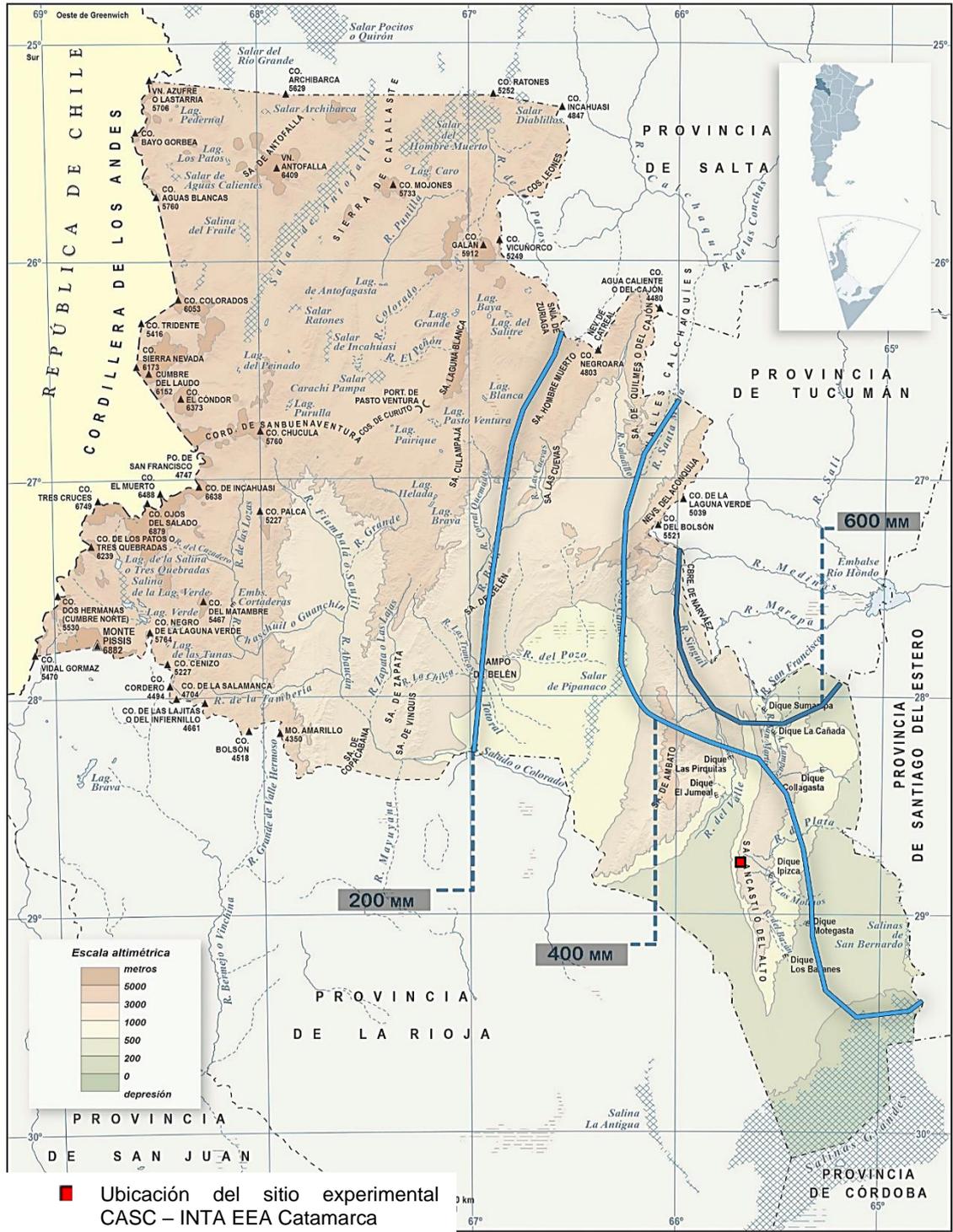


Figura 2: Adaptación propia de mapa físico con isohietas de la provincia de Catamarca. CASC: Campo Anexo Santa Cruz.

Fuente: <https://www.ign.gob.ar/AreaServicios/Descargas/MapasEscolares>

La región del Valle Central de Catamarca es un área angosta ubicada entre las sierras de Ancasti y Ambato, que abarca los departamentos Fray Mamerto Esquiú, Valle Viejo, Capital y Capayán. En el valle prevalece el distrito Chaco Árido de la región fitogeográfica Chaqueña con una fisonomía de vegetación de bosque xerófilo caducifolio (Perea *et al.*, 2011), mayormente espinoso, y con una composición florística diversa. Entre las principales actividades productivas se encuentra la explotación ganadera bovina, caprina y, en menor medida, ovina y camélida (Herrera *et al.*, 2016).

Los sistemas productivos de bovinos, bovinos-caprinos-ovinos, caprinos y ovinos combinados con otras actividades, representan el sustento y capital de muchas familias rurales (González *et al.*, 2021). Según el Censo Nacional Agropecuario 2018, la producción ovina de la provincia involucra 1.288 explotaciones agropecuarias (EAP) con 67.013 cabezas. Las EAP son de carácter familiar y están dirigidas, principalmente, a la obtención de corderos lechales o de destete, con un peso vivo (PV) de 14 a 17 kg y aproximadamente 60 días de vida (González *et al.*, 2015), lo cual está asociado a una tradición de consumo de corderos de esas características (Sosa *et al.*, 2017). Hasta el momento se avanzó en estudios sobre las características productivas de corderos lechales, pero se carece de antecedentes de engorde para la producción de corderos pesados en la región.

En la provincia predomina el sistema de manejo extensivo; los animales pastorean sobre campos naturales (Jiménez-Escobar, 2019b; González *et al.*, 2021) y se los encierra en la noche (Pivotto *et al.*, 2018). De esta manera, la alimentación está conformada por diferentes componentes de la vegetación espontánea, condicionada por factores ambientales que inciden sobre su fenología, composición, oferta y calidad y por la utilización que realiza el hombre por medio del ganado (Santa Cruz *et al.*, 2018). Los productores también recurren a especies cultivadas y forrajes comprados como el maíz (*Zea mays*) y la alfalfa (*Medicago sativa*) (Pivotto *et al.*, 2018; Jiménez-Escobar y Martínez, 2019) para complementar la alimentación de los animales, fundamentalmente en épocas donde el pastizal natural se encuentra en estado de reposo vegetativo con muy baja calidad forrajera (González *et al.*, 2021). Sin embargo, la falta de ingresos económicos o la baja solvencia monetaria de los productores restringe esta alternativa para la producción ganadera. Es así que a través del diferimiento de la riqueza de especies del monte natural se podría asegurar y mitigar la baja disponibilidad de recursos forrajeros en los baches invierno-primaverales – con insuficientes aportes energéticos y proteicos – (Santa Cruz *et al.*, 2018; Pivotto *et al.*, 2018) y permitiría al

productor ofrecer una dieta que complemente parte de los requerimientos nutricionales necesarios para la producción ovina (Pivotto *et al.*, 2018).

La recría y/o engorde de corderos lechales sería una alternativa que permitiría diversificar la producción, al sumar la categoría de cordero pesado, reducir el tiempo de recría, incrementar los ingresos y disminuir los costos utilizando frutos de especies forrajeras nativas en reemplazo, en este caso, del grano de maíz. Cabe destacar la utilización del algarrobo, siguiendo en importancia a la del maíz, en la subsistencia de varios pueblos originarios (huarpes, tobas, wichis, pilagás, mocovíes, abipones, guaraníes, “pampas”, diaguitas, puelches, mapuches y tehuelches) de distintas regiones del país (Capparelli, 2007; Andreoni, 2018).

La incorporación de frutos de algarrobo como suplemento en las dietas de ovinos sería una alternativa interesante por su composición química, ya que contienen entre 7-17% de proteína bruta (PB), 40-55% de carbohidratos, 59% de extracto libre de nitrógeno, 19-30% de fibra bruta y una concentración energética de 2,5 a 3,5 Mcal EM/kg MS (Terán Cardozo, 1995; Galera, 2000; Silva *et al.*, 2000; Coirini, 2013; Sciammaro, 2015). También contienen compuestos secundarios que pueden ser beneficiosos al utilizarse en concentraciones moderadas porque pueden reducir las pérdidas de energía en forma de gases de efecto invernadero (Manotoa-Chicaiza, 2016). Las algarrobas son vainas alargadas, achatadas y carnosas de 10-20 cm, maduran desde fines de noviembre hasta fines de marzo (Pece *et al.*, 2008; Coirini, 2013) y se consumen completas. Se obtienen de los algarrobos, árboles de 3 a 18 metros de altura (Demaio *et al.*, 2015) que pertenecen al género *Prosopis* de la familia *Leguminosae* (*Fabaceae*). Las especies de *Prosopis* spp., de mayor distribución y frecuencia a nivel nacional y provincial, son los algarrobos blancos (*P. alba*, *P. chilensis*) y negros (*P. nigra* y *P. flexuosa*) (Oyarzabal *et al.*, 2018) y existen trabajos que hacen referencia al empleo de sus frutos y follaje (Rocha, 2015; Boeri *et al.*, 2017; Riat *et al.*, 2018; Jiménez-Escobar, 2019a; 2019b; Jiménez-Escobar y Martínez, 2019).

Desde 1960 se han realizado investigaciones acerca del potencial de los *Prosopis* spp. como alternativa alimenticia en monogástricos y rumiantes (Buzo *et al.*, 1972; Nobre, 1981; da Silva, 1986; Rakivala *et al.*, 1995; Chagra Dib *et al.*, 2002; 2008; Intriago-Mendoza, 2013; Paula Almeida *et al.*, 2017; Ruiz-Nieto *et al.*, 2020; Fernández Soares Junior *et al.*, 2021). Los frutos se incorporan en las dietas molidos (Buzo *et al.*, 1972; Chaturvedi y Sahoo, 2013), triturados o enteros (Sirohi *et al.*, 2017) para sustituir

total y/o parcialmente granos de maíz (Pereira *et al.*, 2014), cebada (Obeidat y Shdaifat, 2013), sorgo (Buzo *et al.*, 1972), semillas de algodón (Yasin y Animunt, 2014), entre otros. La mayor parte de estos trabajos han utilizado frutos de *Prosopis juliflora* y, en menor medida, de *Prosopis laevigata* (Ruiz Tavares, 2011; Peña-Avelino *et al.*, 2016), especies que no se hallan naturalmente en Argentina. Si bien algunos trabajos señalan que puede ser utilizado para sustituir el maíz en la dieta animal (Boeri *et al.*, 2017; Paula Almeida *et al.*, 2017), existiría un límite para su consumo porque puede tener efectos tóxicos debido a un exceso de nitrógeno en la dieta, lo que provocaría un desequilibrio nutricional (Manotoa-Chicaiza, 2016) si se incluye en más del 50% en vacunos (William y Jafri, 2015), del 60% en caprinos (Micheloud *et al.*, 2018) y del 80% en ovinos (Almeida *et al.*, 2017), por la presencia de compuestos secundarios como taninos, saponinas y alcaloides (Manotoa-Chicaiza, 2016).

En función de estos antecedentes se propuso evaluar la incorporación de frutos de algarrobo (*Prosopis* spp.) como alternativa alimenticia en la dieta de recría de corderos, basada en heno de alfalfa con y sin adición de grano de maíz. Con este propósito se postularon las siguientes hipótesis y objetivos:

#### **Hipótesis:**

- En una dieta de recría de corderos formulada con heno de alfalfa más la adición de frutos de algarrobo mejora la performance animal.
- En una dieta de recría de corderos formulada con heno de alfalfa más grano de maíz es posible reemplazar este último, en la misma proporción de su peso vivo, por frutos de algarrobo sin afectar la performance animal.
- La digestibilidad *in vivo* de las dietas formuladas con heno de alfalfa más grano de maíz o frutos de algarrobo es similar.

#### **Objetivo general:**

Evaluar el efecto de la incorporación de frutos de algarrobo (*Prosopis* spp.) en dietas basadas en heno de alfalfa o como reemplazo de grano de maíz en dietas suplementadas, sobre la performance productiva.

**Objetivos particulares:**

- Medir el consumo, la ganancia de peso y la eficiencia de conversión alimenticia (ECA) en las distintas dietas.
- Analizar la composición química de las distintas dietas.
- Medir la digestibilidad aparente *in vivo* de la MS y de la fibra en detergente neutro (FDN) de las distintas dietas.

**Alcances y limitaciones**

Con la realización de este trabajo se espera aportar información complementaria al uso tradicional de los frutos de algarrobo, cuyo contenido nutricional puede variar considerablemente dependiendo de la especie, ubicación geográfica, año de recolección y estado de madurez (Armijo-Nájera *et al.*, 2019; Montañez-Valdez *et al.*, 2021). Además, se pretende contribuir a la revalorización de un gran grupo de especies naturales nativas de gran distribución e importancia económica a nivel provincial y nacional.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Catamarca

Catamarca es una de las provincias pertenecientes a la región Noroeste de la República Argentina. Se encuentra entre los 25° 12' y 30° 04' de latitud Sur y entre los 69° 03' y 64° 58' de longitud Oeste. Limita al Norte con la provincia de Salta, al Noreste con Tucumán, al Este con Santiago del Estero, al Sur con la provincia de Córdoba, al Sudoeste con La Rioja y al Oeste con la República de Chile. Políticamente está dividida en 16 departamentos y su capital es la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca (Paoli, 2002; Núñez Aguilar y Álvarez de Toledo, 2004).

Más del 95% del territorio provincial presenta clima árido o semiárido (Núñez Aguilar y Álvarez de Toledo, 2004) y el 60% de su topografía es montañosa (Morlans, 1995) y poco apta para la actividad agropecuaria. El desarrollo de los asentamientos urbanos y de la población se halla vinculado a la presencia de áreas muy reducidas constituidas por valles y llanuras con disponibilidad de agua (Núñez Aguilar y Álvarez de Toledo, 2004).

En la provincia pueden distinguirse tres regiones geográficas. La región central, que ocupa el 8% del territorio provincial, la conforman los departamentos de Ambato, Capayán, Capital, Fray Mamerto Esquiú, Paclín y Valle Viejo y presenta precipitaciones que van de los 300 mm en el sur a los 450 mm en el norte. La región oeste, cuya superficie representa el 78% de la superficie de la provincia, está constituida por los departamentos de Andalgalá, Antofagasta de la Sierra, Belén, Pomán, Santa María y Tinogasta, con lluvias inferiores a 150 – 200 mm anuales. Finalmente, la región este, que comprende casi el 14% de la superficie territorial de Catamarca, está integrada por los departamentos de Ancasti, el Alto, La Paz y Santa rosa, y las lluvias son inferiores a los 400 mm en el sur y entre los 400 a 500 mm en el centro y norte, respectivamente (Núñez Aguilar y Álvarez de Toledo, 2004).

### 2.2 Actividad ganadera

Conforme a los datos censales, Catamarca es una provincia ganadera (Cruz *et al.*, 2021). La actividad se practica en las tres regiones geográficas (oeste, este y centro) y se basa en la cría de ganado ovino, caprino, bovino (Jiménez-Escobar, 2019b) y camélido en los sectores de mayor altitud (Paoli, 2002), criados a modo único o de

manera combinada (Jiménez-Escobar, 2019b). La actividad ganadera más importante es la producción bovina; los datos del Censo Nacional Agropecuario (CNA) en el período 2002-2018 muestra una estabilidad tanto en la cantidad total de EAP involucradas como en las existencias ganaderas totales (Tabla 1). En el mismo período, el ganado porcino triplicó sus existencias como consecuencia de la promoción de la producción y el consumo de su carne en el país. El stock de ganado caprino disminuyó durante todo el período censal, manifestando el mayor descenso en el lapso 2002-2008 tanto en el stock como en la cantidad total de EAP (Cruz *et al.*, 2021; González *et al.*, 2021). Algo similar se observa en el ganado ovino. Sin embargo, a pesar de que se redujo el stock para el CNA 2018 (Tabla 1), las EAP casi recuperan la cantidad existente en el CNA 2002 (Cruz *et al.*, 2021).

Tabla 1: Total de explotaciones agropecuarias (EAP) con ganado, número de cabezas y variaciones relativas intercensales

Tipo de Ganado	CNA 2002		CNA 2008		Variación % 2002-2008		CNA 2018		Variación % 2008-2018	
	EAP	Cab.	EAP	Cab.	EAP	Cab.	EAP	Cab.	EAP	Cab.
<b>Bovinos</b>	3.246	228.259	3.099	246.724	-4,52	8,08	3.395	226.935	9,55	-8,02
<b>Caprinos</b>	2.407	206.717	1.914	170.158	-20,48	-17,68	2.194	165.644	14,62	-2,65
<b>Porcinos</b>	1.601	12.505	1.348	15.376	-15,80	22,95	1.441	35.668	6,89	131,97
<b>Ovinos</b>	1.332	85.086	1.198	89.850	-10,06	5,59	1.306	67.496	9,01	-24,87
<b>Camélidos</b>	265	21.811	313	22.390	18,11	2,65	232	12.175	-25,88	-45,62

**Referencias:** CNA: Censo Nacional Agropecuario, EAP: explotaciones agropecuarias; Cab.: cabezas.  
**Fuente:** Cruz *et al.*, 2021

La actividad ganadera es familiar y extensiva (Cardozo, 2019; Jiménez-Escobar, 2019b). Predominan los pequeños productores parcelarios con propiedades individuales sobre las tierras de cultivos (Jiménez-Escobar, 2019b) y utilizan el recurso forrajero natural en campo abierto (González *et al.*, 2021). El ganado caprino o “majada”, el

ganado ovino o “rebaño” y vacuno o “hacienda” (Jiménez-Escobar, 2019b) deambula en campos comuneros, en los cuales no existen límites definidos, compartiendo las áreas de pastoreo y de bebida (Cardozo, 2019) en pequeños arroyos y aguadas (Jiménez-Escobar, 2019b).

Si bien cada familia tiene su ganado “marcado”, lo que permite separarlo cuando fuera preciso (Zubrzyck *et al.*, 2003), existe una baja adopción de tecnologías, escasa infraestructura, carencia de un sistema formal de comercialización (González *et al.*, 2021) y deficiente manejo de los animales en lo que respecta a sanidad, nutrición, reproducción, genética (Pivotto *et al.*, 2018; Cardozo, 2019). La casi única pauta de manejo consiste en un encierre nocturno (Pivotto *et al.*, 2018).

### **2.2.1 La ganadería ovina**

A pesar de las variaciones de las majadas de ovinos entre censos, el CNA 2018 comenzó a mostrar una recuperación de EAP y cabezas de ganado (Tabla 1). Cruz *et al.* (2021) asocian esta recuperación con una atenuada recomposición de la actividad productiva como subsistencia económica del campesinado más vulnerable que reside en el sur salitroso de los departamentos de La Paz y Capayán, al igual que los campesinos serranos del departamento Ancasti y de los valles altos de Prepuna de los departamentos de Santa María, Tinogasta y Belén.

En muchos casos, estas EAP son y fueron sostenidas y acompañadas, desde el siglo anterior, por técnicos y políticas de desarrollo rural, como la implementación de la Ley Ovina N° 25.422 para la Recuperación de la Ganadería Ovina, el Programa Prolana para el mejoramiento de la calidad de la lana (Cruz *et al.*, 2021) y el Programa Nacional para la Promoción del Consumo de la Carne Ovina (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca [SAGyP],s.f.) que están incentivando cambios genéticos, capacitaciones e innovaciones tecnológicas para mejorar calidades de las lanas, esquila y la aptitud carnicera de los corderos y su presencia en los mercados internos y externos (Cruz *et al.*, 2021; MAGyP, 2021).

En la provincia prevalecen los ovinos criollos seguidos, en menor proporción, por las razas que se introdujeron en diferentes momentos para incrementar la producción de carne (Hampshire Down, Dorper, Karakul, Texel), fibra (Merino; Corriedale; Merino multipropósito) o leche (Manchega) (Pivotto *et al.*, 2018; Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INDEC], 2021). Según la base de datos definitiva del CNA

(2018), la provincia de Catamarca aporta 67.013 cabezas ovinas (0,08% del stock nacional). La principal región productora es el oeste que, con 51.810 cabezas, concentra el 77% de las existencias provinciales, en tanto entre la región Centro (2%) y Este (21%) se distribuyen el resto.

Los ovinos en Catamarca son explotados, principalmente, con un doble propósito: para la producción de carne, como alimento exclusivo de los hogares campesinos que los producen y las pequeñas redes parentales, amicales o de vecindad (mercado local) (Jiménez-Escobar y Martínez, 2019; Cruz *et al.*, 2021) y para la producción de fibras para el mercado textil artesanal (Álvarez *et al.*, 2015). La práctica habitual es el hilado y la tejeduría que fue desarrollada por los pueblos originarios a partir de la fibra de los camélidos (Martínez *et al.*, 2022). Otro producto que se obtiene es la leche, que se utiliza para beber y para la preparación de quesos y quesillos (Jiménez-Escobar, 2019b).

### **2.2.2 Manejo tradicional**

En la región, el manejo tradicional de ovinos y caprinos es similar y se encuentra descrito en González *et al.* (2021). Por las mañanas, previo amamantamiento de los corderos/cabritos en la época de crianza, los rebaños salen, sin pastor, en busca del alimento necesario. Son cuidados, en algunos casos, por el “perro pastor/cabritero” entrenado para tal fin y retornan al corral. Si bien, al soltar a los animales, los pastores por lo general no acompañan a los rebaños, de cierta forma están pendientes preguntando a los vecinos si vieron sus rebaños y/o mirando hacia las Sierras para ver dónde están (Jiménez-Escobar y Martínez, 2019). Se realiza encierre nocturno en corrales precarios, comúnmente llamado “chiqueros” para los caprinos (González *et al.*, 2021; Jiménez-Escobar, 2019a). Estas instalaciones brindan protección contra las adversidades ambientales (lluvia, frío, viento) y predadores y permiten llevar a cabo actividades relacionadas al manejo sanitario, reproductivo y alimentación. Generalmente, los pequeños productores poseen un solo corral precario, con dos divisiones, uno destinado a la majada general y otro para corderos/cabritos.

En la Sierra de Ancasti, en épocas de abundante forraje los animales no suelen alejarse mucho e inclusive en épocas de verano, de intenso calor, regresan 3 a 5 horas después de salir a pastar. Caso contrario sucede en invierno donde los animales buscando alimento, van deambulando al punto de alejarse tanto que, en ocasiones, no alcanzan a volver a sus corrales, pasando la noche afuera. El mes de julio hasta finales de septiembre, es el período de mayor tensión en el año porque escasean las pasturas

y los forrajes. Por este motivo, los pequeños productores buscan en las mañanas invernales forrajes verdes-frescos para alimentar y, en general, mantener los animales. También se aprovecha la mañana para alimentar con maíz y alfalfa a los animales, principalmente a las crías, a las que parieron o aquellos que se encuentran enfermos (Jiménez-Escobar, 2019a).

### **2.2.3 Alimentación y nutrición**

En los ovinos el principal órgano de la digestión es el rumen, el cual posee una población microbiana muy densa y activa de bacterias, protozoos y hongos. Su proliferación en el medio ruminal depende del alimento, su composición, cantidad consumida, frecuencia de ingestión y forma física (Institut National de la Recherche Agronomique [INRA], 1981; Church, 1993). Por este motivo, los ovinos se han adaptado a utilizar alimentos fibrosos con gran variabilidad según la especie vegetal, el órgano consumido y el estado de madurez de la planta (González y Tapia, 2017) y, mediante el mecanismo de fermentación ruminal, son capaces de cubrir sus necesidades nutricionales de energía, proteína, vitaminas y minerales. Estas necesidades y el consumo de agua varían con la edad, el tamaño, el estado fisiológico (crecimiento, preñez, etc.), nivel de producción (engorde, leche) y las condiciones climáticas presentes (National Research Council [NRC], 1985).

Cumplir con los requisitos de energía en las dietas sin sobrealimentar o subalimentar a los animales es una de las tareas más difíciles. En la producción ovina la deficiencia energética es, probablemente, la deficiencia nutricional que más se presenta (NRC, 1985), lo cual en animales en crecimiento afecta negativamente la ganancia de peso, pudiendo generar pérdida de peso, y, en casos extremos, la muerte. En las hembras reproductoras se reduce la tasa de concepción, la tasa de ovulación múltiple (disminución de nacimientos múltiples), y la producción de calostro y leche. En el macho, la deficiencia energética puede provocar una reducción o cese en la actividad reproductiva. Además, el crecimiento de la lana se ralentiza, disminuye la producción total de lana, se reduce el diámetro de la fibra y, por lo tanto, disminuye su resistencia a la tracción, lo cual es perjudicial para los procesos de hilado. En casos severos el crecimiento de la lana cesa, creando una "ruptura" (punto débil) en la base de la lana (NRC, 1985). Conjuntamente, afecta la función del sistema inmunológico que resulta en una menor resistencia a enfermedades (NRC, 1985). Por otro lado, un animal que consume más energía de lo necesario la almacena como tejido adiposo; esto en cierto

punto es una valiosa reserva, pero en exceso genera obesidad, la cual reduce el rendimiento reproductivo tanto en machos como en hembras (NRC, 1985).

Con respecto a las necesidades de proteína en la dieta, cabe considerar que los ovinos cubren sus necesidades proteicas tanto con la proteína microbiana como con la dietaria pasante. Cuando la síntesis de proteína microbiana, que depende de la categoría, peso y sexo del animal, no es suficiente para cubrir la demanda de aminoácidos, es necesario complementar el aporte con proteína pasante (Leng, 1990). Un nivel de PB de 12-14% se considera suficiente para alcanzar la concentración óptima de amonio en rumen para la síntesis de proteína microbiana, siempre que la disponibilidad de energía no limite el ecosistema ruminal (Satter y Slyter, 1974; Van Soest, 1994). La deficiencia de proteína en la dieta reduce la eficiencia de la función del rumen, afectando la utilización y el consumo de alimento y disminuyendo la síntesis de proteínas a nivel tisular (NRC, 1985). También, se ve afectada la tasa de crecimiento y la producción de leche y lana. En situaciones extremas conlleva trastornos digestivos, pérdida de peso, anemia y reducción de la resistencia a las enfermedades. Al contrario, el suministro excesivo de proteína se convierte en una fuente de energía costosa e ineficiente donde los excesos de nitrógeno no proteico o proteína altamente soluble pueden producir toxicidad por amoníaco, que puede resultar en la muerte del animal (NRC, 1985).

### **2.3 Recursos vegetales en la región del Chaco Árido**

La disponibilidad o productividad del campo natural está condicionada por la estacionalidad (Pinto *et al.*, 2019), cantidad y distribución de las precipitaciones anuales, la carga animal y el manejo del pastoreo imperante (González *et al.*, 2021). La estacionalidad, las precipitaciones y sus características generan excedentes de calidad y cantidad de forraje disponible en verano y parte del otoño y restricciones durante un largo periodo del año, fundamentalmente a finales del otoño y durante el invierno y primavera (Jiménez-Escobar, 2019a; Santa Cruz *et al.*, 2018; González *et al.*, 2021).

El Chaco árido presenta la fisonomía de bosque xerófilo caducifolio integrado por un estrato arbóreo cuyos géneros más importantes corresponden a *Schinopsis*, *Aspidosperma*, *Prosopis* spp., *Caesalpinia* spp., *Bulnesia* spp., un estrato arbustivo integrado por árboles menores, arbustos y algunas cactáceas y un estrato herbáceo-graminoso dominado por gramíneas perennes megatérmicas (Rossi, 2010). Si bien la diversidad florística de Catamarca resulta poco conocida y existen escasas

publicaciones al respecto (Silverio y Luceros, 2014), los autores Quiroga y Esnarriaga (2014) relevaron, entre los años 2008 y 2014, 152 especies de plantas vasculares nativas en las comunidades pedemontanas del Chaco Árido de la provincia. De ellas, 110 (72%) corresponden a forrajeras consumidas por el ganado caprino. Para la Sierra de Ancasti, Jiménez-Escobar y Martínez (2019b) encontraron 154 especies consumidas por el ganado de la zona, 74 de ellas por el ganado ovino (48%). El conocimiento de la diversidad, calidad y disponibilidad de especies forrajeras que integran la dieta del ganado asociadas a las prácticas de pastoreo, constituyen un recurso estratégico para una planificación ganadera de mejor y mayor productividad, sustentabilidad y sostenibilidad de los sistemas extensivos de pastoreo del Chaco Árido de la provincia (Quiroga y Esnarriaga, 2014; Jiménez-Escobar, 2019a; Jiménez-Escobar, 2019b; Jiménez-Escobar y Martínez, 2019).

Aunque los ovinos poseen una dieta compuesta, principalmente, por especies herbáceas, también consumen árboles y arbustos como parte importante de su alimentación (Wentzel y Alonso, 2020). Éstos, a diferencia de los pastos, tienen niveles de PB más altos: entre un 10 a más de un 20% de la MS en arbustos leguminosos (Holguín *et al.*, 2018). Generalmente, el contenido de FDN y lignina es menor que en los pastos oscilando entre un 30 y un 70% y entre un 7 y un 28%, respectivamente. El tipo de forraje más apreciado de las plantas leñosas por los ganaderos son sus frutos, altamente nutritivos (Holguín *et al.*, 2018), pero su presencia es muy variable en los distintos ambientes (Pinto *et al.*, 2019) y su disponibilidad depende de la época de fructificación (Riat, 2012). Sin embargo, su follaje verde y hojarasca, de calidad secundaria, representan el componente más constante de la oferta forrajera. Prolongan, de forma natural, la disponibilidad de alimento y retrasan el período crítico de déficit forrajero a comienzos de la primavera (Pinto *et al.*, 2019). Si bien, en su mayoría, estas especies presentan altos contenidos de PB, lo cual sugeriría que son componentes adecuados para una dieta, debe tenerse en cuenta que es la FDN la determinante del consumo y la digestibilidad de las especies (Holguín *et al.*, 2018). Además, al margen de su valor nutritivo, el contenido de metabolitos secundarios y las características morfológicas afectan la palatabilidad de las plantas leñosas, alterando la selección de éstas por los ovinos (Wentzel y Alonso, 2020).

### 2.3.1 Recursos forrajeros

En el país, Burkart (1976) fue uno de los primeros autores que resaltó la importancia de las investigaciones sobre plantas forrajeras. Afirmó que las comunidades ganaderas presentan un “caudal de conocimientos” donde se distinguen los “mejores pastos”, sus dominios sobre la alimentación de los animales y su valor forrajero (Jiménez-Escobar y Martínez, 2019). Desde mediados del siglo XX distintos estudios han intentado resaltar la validez del conocimiento que poseen los campesinos del país acerca del valor forrajero de las plantas silvestres, así como la utilidad que redituaria su relevamiento, principalmente para el uso forrajero (Riat, 2012; Jiménez-Escobar, 2019a; 2019b; Jiménez-Escobar y Martínez, 2019). En la Sierra de Ancasti (Jiménez-Escobar, 2019b) se cuenta con dos tipos de forrajes para la alimentación del ganado: los forrajes cultivados o comprados y los forrajes nativos.

#### 2.3.1.1 Forraje cultivado o comprado

Se consideran como forrajes comprados o cultivados a aquellas plantas que no son propias de la zona y que para disponer de ellas se deben cultivar o comprar en locales y negocios (Jiménez-Escobar, 2019b). En la actualidad, los productores compran forrajes como maíz y alfalfa, especialmente en época invernal (Jiménez-Escobar y Martínez, 2019) para proporcionar forraje extra al material vegetal que puedan encontrar en el monte (Riat, 2012).

La alfalfa (*Medicago sativa*), también conocida por los productores locales como “alfa”, es uno de los forrajes más utilizados por su gran valor forrajero en todas las estaciones. Para Ledesma *et al.* (2017), la alfalfa tiene valores relativamente altos de proteína (18,2%) aunque algunas especies de forrajes nativos llegan a aportar valores superiores como el *Prosopis alba* (19,8%) (Jiménez-Escobar, 2019b).

La alfalfa se compra durante todo el año, pero es más utilizada en época invernal. Se vende por fardos, cuyo peso varía entre 18 y 22 kg (Jiménez-Escobar, 2019b), pueden contener 17,2% de proteína (Castro, O., com. pers., 2023) y 26,4% de fibra (Chagra Dib *et al.*, 2002) y su valor comercial actual varía con la región y época.

El maíz (*Zea mays*) es el grano más utilizado en la alimentación del ganado, da buen aspecto al alimento y su presencia se relaciona con alta calidad. En la región, es una especie mayormente comprada que cultivada (Jiménez-Escobar, 2019a). Al provenir de

otras zonas es de alto costo y es poco cultivada por ser de cosecha errática en la región (Silva *et al.*, 2000). Se compra por bolsas de 30 o 50 kg.

### 2.3.1.2 Forraje nativo

En áreas áridas y semiáridas y, particularmente, en épocas de escasez de pasturas, el empleo de plantas nativas como forraje constituye una alternativa que permite mejorar la calidad de la dieta animal (Carrizo y Palacio, 2010; Grajales *et al.*, 2011). Aunque el pastizal natural es la base forrajera para la alimentación del ganado (Carrizo y Palacio, 2010), algunos autores afirman que también es importante el rol que desempeñan árboles y arbustos por el alto valor nutritivo (Jiménez-Escobar y Martínez, 2019; Wentzel y Alonso, 2020), prevaleciendo el consumo de los frutos de las plantas en primer lugar y de las hojas y ramas en segundo lugar (Carrizo y Palacio, 2010; Pinto *et al.*, 2019). El algarrobo (*Prosopis* spp.) es una de las especies más relevantes por la importancia de sus frutos como alimento, muy apetecidos por los animales (Carrizo y Palacio, 2010; Riat, 2012; Jiménez-Escobar 2019a y 2019b).

### 2.3.2 ***Prosopis* spp.**

Burkart (1976) clasificó alrededor de 44 especies de *Prosopis* spp., arbóreas o arbustivas, distribuidas en regiones áridas y semiáridas en el Sudoeste de Asia, África y América. En América, predomina desde el sudoeste de Norteamérica hasta el Cono sur de Sudamérica (Capparelli y Prates, 2015), con el centro de polimorfismo en Argentina. En el país crecen, naturalmente, 28 especies – 16 arbóreas y el resto arbustivas (Pérez, 2017) – y 18 de ellas son endémicas (Capparelli y Prates, 2015; Instituto de Botánica Darwinion, 2018). Las especies de *Prosopis* spp. de mayor distribución y frecuencia en la región Chaco, a nivel nacional y provincial, son los algarrobos (Coirini, 2013; Oyarzabal *et al.*, 2018) y son los más importantes desde el punto de vista productivo y económico (Coirini, 2013).

Un estudio reciente de Hughes *et al.* (2022) ha demostrado, en base a análisis filogenómicos de 997 genes nucleares, que el género *Prosopis* es polifilético con tres linajes separados, cada uno con afinidades con otros géneros de la subfamilia *Mimosoideae*. Esto significa que ya no es sostenible mantener la unidad del género *Prosopis* según Burkart (1976). Estos tres linajes distintos de especies de *Prosopis* corresponden directamente a las diferencias en la fisonomía de las ramas que sustentaban la clasificación seccional del género de Burkart (1976) y a géneros

previamente reconocidos. El género *Prosopis* en sí se reduce a solo tres especies y las especies que se utilizaron en el presente estudio pertenecen, ahora, al género *Neltuma*. Sin embargo, como el cambio de nomenclatura es reciente se utilizará el nombre científico anterior.

Los algarrobos son árboles de 3 a 18 metros de altura que pertenecen a la familia *Leguminosae* (o *Fabaceae*), subfamilia *Mimosoideae* y género *Prosopis* (Perea *et al.*, 2011; Demaio *et al.*, 2015). Se destacan los algarrobos blancos (*P. alba*, *P. chilensis*) y los algarrobos negros (*P. nigra* y *P. flexuosa*) (Coirini, 2013; Quiroga y Reinoso-Franchino, 2010). Florecen entre septiembre y diciembre, comienzan a fructificar a fines de octubre a diciembre y maduran hasta fines de marzo (Martín *et al.*, 2001; Pece *et al.*, 2008; Tagliamonte *et al.*, 2014). La dispersión de estas especies es zoófila y endozoica (Tapia, Romero *et al.*, 2012), siendo el ganado y especies de la fauna silvestre importantes diseminadores. Se adapta perfectamente a sistemas de producción silvopastoriles y agroforestales ya que permite que pasturas y cultivos prosperen bajo su dosel (Coirini, 2013) y las hojas pueden ser empleadas para la alimentación animal, tanto el follaje inmaduro, seco y caído como el fresco (Pérez, 2017).

En el Valle Central, estas especies son simpátricas porque viven y crecen en la misma área (Perea *et al.*, 2011; Demaio *et al.*, 2015). Joseau *et al.* (2021), citando diversas fuentes, sugirieron tratarlas como un singameón, grupo de especies que se hibridan (figura 3) y se comportan como una especie biológica, aislada reproductivamente de otros grupos similares como, por ejemplo, el complejo *P. juliflora-Prosopis pallida* (Pasiiecznik *et al.*, 2001). Este comportamiento dificulta su identificación a campo (Joseau *et al.*, 2005; Coirini, 2013) razón por la que se utilizará el término



Figura 3: Variabilidad fenotípica de *Prosopis nigra* (Fuente: Pérez, 2017).

*Prosopis* spp. o algarrobos para denominar a las especies en estudio y algarrobos para denominar a sus frutos (Capparelli, 2007; Moreno *et al.*, 2018).

### 2.3.2.1 Frutos de algarrobo o algarrobos

Las algarrobos son vainas tipo legumbres, indehiscentes, achatadas, carnosas y alargadas, cuyo tamaño, color y composición química varían dependiendo de la especie, región, año de recolección y estado de madurez como se puede observar en la Figura 4 (Sciammaro, 2015; Montañez-Valdez *et al.*, 2021) y en la Tabla 2 y Tabla 3. En general, las vainas poseen un largo de 10 a 25 cm, con 13 a 25 semillas, maduran de diciembre a febrero (Pece *et al.*, 2008; Sciammaro, 2015) y se consumen completas. Un árbol adulto puede producir, en años favorables, hasta 50 kg de vainas, con un promedio de 10 – 15 kg de vainas por árbol (Coirini, 2013). La productividad varía de un año a otro, guardando relación con las condiciones climáticas y la edad del árbol (Tagliamonte *et al.*, 2014), por lo que la oferta de frutos no es continua (Moreno *et al.*, 2018).

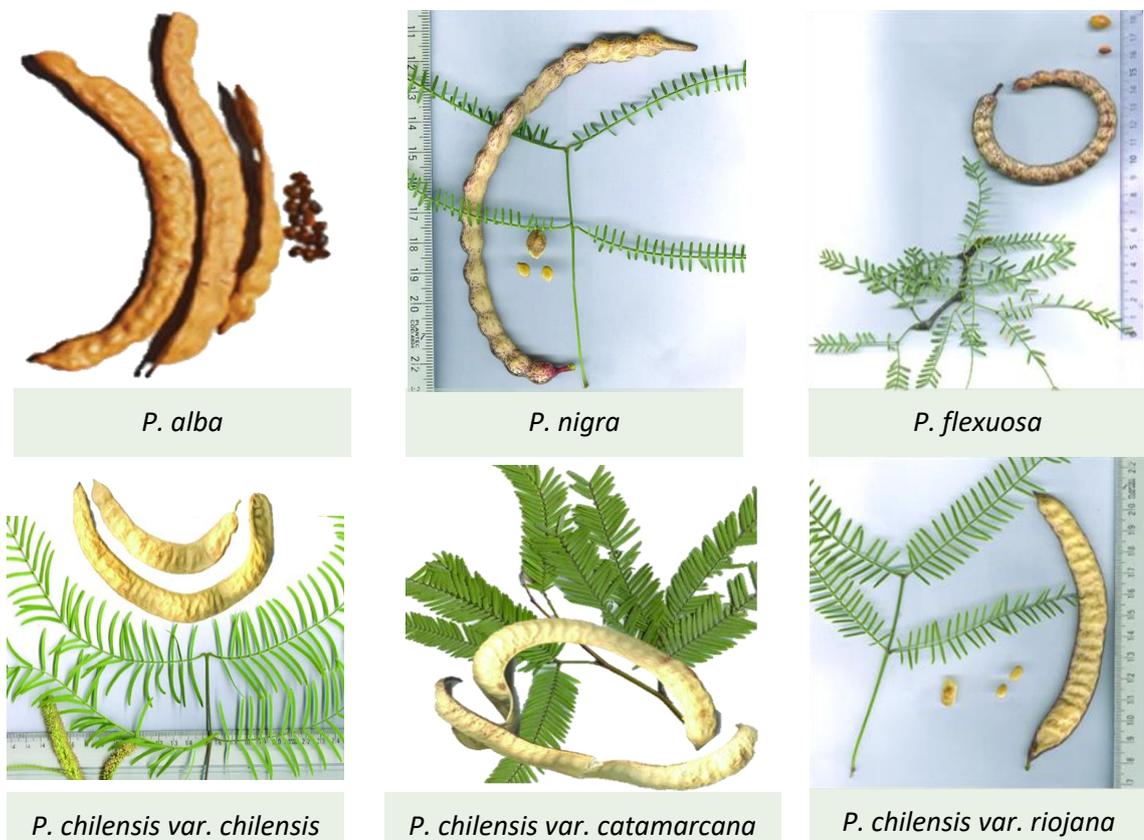


Figura 4. Frutos de las diferentes especies del género *Prosopis* spp. presentes en Catamarca. Fuente: Adaptado de Perea *et al.*, 2011 y Ellworth *et al.*, 2018.

Tabla 2: Composición química (%) de frutos, harinas y semillas de dos especies de algarrobos blancos

Nombre común	Algarrobos blancos			
Nombre Científico	<i>P. alba</i>			<i>P. chilensis</i>
Parámetros	Fruto	Harina	Semilla	Fruto
PB, %	9,3 / 11,0 / 11,7	7,7 / 3,4	30,9 / 32,9	11,5
FB, %	12,5	2,4 / 10,1	---	---
FDN, %	---	---	---	23,1
CHO, %	41,5 / 66,7	56,8 / 76,7	---	---
DIV, %	---	---	---	71,2
*EM, Mcal/kgMS	2,7	---	---	2,6
Procedencia	Santiago del Estero/Chaco/Argentina	Santiago del Estero/Tucumán	Santiago del Estero	San Juan
Fuente	Oduol, 1985; Sciammaro, 2015; Tagliamonte <i>et al.</i> , 2014	Prokopiuk <i>et al.</i> , 2000; Sciammaro, 2015; Pérez, 2017	Lamarque <i>et al.</i> , 1994; Sciammaro, 2015	Silva <i>et al.</i> , 2000

**Referencias:** PB: proteína bruta, FB: fibra bruta, FDN: fibra detergente neutra, CHO: carbohidratos, DIV: digestibilidad *in vitro*, EM= energía metabólica. \*EM fue calculada a partir de la digestibilidad *in vitro*, en caso de presentar el dato, utilizando la fórmula  $EM=3,608 \times DIV$ .

Tabla 3: Composición química (%) de frutos, harinas y semillas de dos especies de algarrobos negros

Nombre común	Algarrobos negros				
Nombre Científico	<i>P. nigra</i>			<i>P. flexuosa</i>	
Parámetros	Fruto	Harina	Semilla	Fruto	Semilla
PB, %	9,4 / 9,5 / 10,4	8,1 / 7,5	31,0 / 37,7	6,9	15,0
FB, %	22,5	6,3	---	4,4	---
FDN, %	59,2	---	---	---	42,6
CHO, %	43,5	57,1 / 77,1	---	---	---
Dig., %	63,6	---	---	---	69,9
*EM, Mcal/kgMS	2,3	---	---	---	2,5
Procedencia	Santiago del Estero/Argentina	Santiago del Estero/Tucumán	Santiago del Estero	La Rioja	Catamarca
Fuente	Sciammaro, 2015; Oduol., 1985	Sciammaro, 2015; Perez, 2017	Lamarque <i>et al.</i> , 1994; Sciammaro, 2015	Chagra Dib <i>et al.</i> , 2002.	Jotayan, L. com. pers., 2023

**Referencias:** PB: proteína bruta, FB: fibra bruta, FDN: fibra detergente neutra, CHO: carbohidratos, DIV: digestibilidad *in vitro*, EM= energía metabólica. \*EM fue calculada a partir de la digestibilidad *in vitro*, en caso de presentar el dato, utilizando la fórmula  $EM=3,608 \times DIV$ .

La importancia del fruto de algarrobo como alimento recae en su calidad (Tablas 2 y 3) debido al elevado contenido proteico, especialmente en la semilla, carbohidratos y minerales, así como en la digestibilidad equivalente a la alfalfa (alrededor de 67%) (Pérez, 2017). Por otro lado, Flores de Valgas Rodríguez y Alcívar Martínez (2018) sugieren que debe complementarse adecuadamente con otros alimentos, debido al contenido de fibra bruta (en promedio, 21%) y su limitado aporte proteico como fruto entero, para constituir una dieta balanceada para ovinos en períodos de mayores requerimientos (final de gestación y comienzo de lactancia).

En el período estival, los frutos de *Prosopis* son desaprovechados por los animales porque es la época de mayor disponibilidad forrajera herbácea tanto en cantidad como en calidad. A ello se suma el breve período de tiempo de permanencia de los frutos en el suelo (Silva *et al.*, 2000) especialmente en sitios húmedos, donde fermentan, se descomponen y pueden llegar a ser tóxicos. Por ello, es conveniente cosecharlos y almacenarlos (Tagliamonte *et al.*, 2014). Carrizo y Palacio (2010), Riat (2012) y Jiménez-Escobar (2019b) describieron que, efectivamente, en ocasiones las algarrobas son recolectadas en verano y almacenadas para la alimentación diferida de los animales en las épocas críticas invierno-primaverales. Esta práctica de suplementación esporádica (González *et al.*, 2021; Jiménez-Escobar y Martínez, 2019; Jiménez-Escobar, 2019b) aún se mantiene en otras áreas del Chaco Seco y se evidenció, por observación propia, en varios puntos de la región, como en la Estación Mazán y Villa Mazán en La Rioja por ruta nacional N°60, en Chaquiago, Andalgalá y, por comunicación personal de productores en Tatón, Fiambalá y Tinogasta.

La recolección de los frutos consiste en la colecta de las algarrobas maduras del suelo, con las manos o ayudándose con rastrillos. Después se las distribuye sobre una superficie para dejarlas secar al sol, guardándolas por la noche y repitiendo el proceso por 3 a 5 días (Pérez, 2017). Finalmente, se consumen o se las almacena. Tagliamonte *et al.* (2014) recomiendan administrarlo molido para aprovechar el contenido de proteína y grasa en las semillas y aconsejan que la molienda se efectúe en el momento de administración a los animales porque una vez molido tiene poco tiempo de conservación. Tradicionalmente se los almacenaba en trojas o ramadas a la intemperie, aprovechando la horqueta de un árbol o en plataformas elevadas como techos (Figura 5), pero esto sólo puede realizarse en lugares con bajas precipitaciones (Silva *et al.*, 2000). Silva *et al.* (2000) y Moreno *et al.* (2018) recomiendan para el almacenamiento de los frutos y su protección contra el ataque de insectos, la utilización de recipientes

cerrados con el agregado, en la base, en el medio y en la parte superior, de ramas y hojas secas de 1 cm y 0,5 cm de espesor, respectivamente, o de cenizas (Rosalia, P., com. pers., 2022) de plantas insectífugas nativas como atamisqui (*Capparis atamisquea*) y jarilla (*Larrea divaricata*) o albahaca (*Ocimum basilicum*). Demaio *et al.* (2015) mencionan el uso de paico (*Dysphania ambrosiodes*) o ancoche (*Vallesia glabra*) con el mismo propósito.



Figura 5: Tipiles de frutos sobre techos para su almacenamiento. Foto tomada en octubre 2022 sobre RN 60, localidad Estación Mazán, provincia de La Rioja.

### 2.3.2.2 Utilización de algarrobas en la ganadería

Para la mayoría de los productores, los factores decisivos de elección de alternativas alimentarias son la disponibilidad y el costo (Grajales *et al.*, 2011). En Catamarca, a fin de superar las bajas producciones invernales de forraje, se utilizan frutos de árboles y arbustos autóctonos, arbustos forrajeros introducidos como *Atriplex nummularia* Lindl. y epífitas como *Phoradendron* spp. (González *et al.*, 2021; Jiménez-Escobar y Martínez, 2019; Jiménez-Escobar, 2019a). La incorporación de frutos de algarrobas (*Prosopis* spp.) como suplemento en las dietas de ovinos es una alternativa interesante por su composición química, especialmente en contenido de proteínas, carbohidratos (Flores de Valgas Rodríguez y Alcívar Martínez, 2018) y compuestos secundarios (Manotoa-Chicaiza, 2016), por la disponibilidad en la zona, el bajo costo (Tagliamonte *et al.*, 2014) y por la posibilidad de transformación agroindustrial para la elaboración de alimentos derivados (Sciammaro, 2015).

Desde 1960, autores como Buzo *et al.* (1972), Nobre (1981), da Silva (1986), Rakivala *et al.* (1995), Chagra Dib *et al.* (2002; 2008), Intriago-Mendoza (2013), Paula Almeida *et al.* (2017), Ruiz-Nieto *et al.* (2020) y Fernández Soares Junior *et al.* (2021) han realizado investigaciones sobre el potencial de los frutos de *Prosopis* spp. como alternativa alimenticia en animales monogástricos y rumiantes, demostrando que son apetecidos por el ganado equino, asnal, porcino, caprino, ovino y bovino. Se los ha incorporado en las dietas molidos, triturados o enteros con el objetivo de sustituir parcial y/o totalmente a los granos de maíz (Pereira *et al.*, 2014), cebada (Obeidat y Shdaifat, 2013), sorgo (Buzo *et al.*, 1972), semillas de algodón (Yasin y Animunt, 2014) y balanceado comercial (Chagra Dib *et al.*, 2002; 2008), entre otros.

Obeidat y Shdaifat (2013) y Chagra Dib *et al.*, (2002; 2008) observaron que la inclusión de vainas de *P. juliflora* y *P. flexuosa*, respectivamente, produjo aumentos en la producción y calidad de la leche (grasa butirosa y proteínas), como así también, mejoró el crecimiento de las crías. Estos autores concluyen que la suplementación a base de frutos del monte, combinados de manera apropiada en cantidad y calidad, es una alternativa que permite mejorar la eficiencia productiva. Por otro lado, Yasin y Animunt (2014) sugirieron que, dependiendo de la economía y/o el objetivo de la suplementación, la mezcla de harina de semilla de algodón y vaina molida de *P. juliflora* es una estrategia biológicamente mejor que el aporte único de harina de semillas de algodón ya que se observó mejor rendimiento reproductivo al obtenerse mayor peso de los testículos que se correlaciona positivamente con el volumen del semen, la masa y motilidad del semen individual.

Pereira *et al.* (2014) recomiendan sustituir entre el 40 y el 50% de maíz por harina de vaina de mezquite (*P. juliflora*) en dietas peletizadas y Peña-Avelino *et al.* (2016) a razón de 50% con vainas de *P. laevigata* en dietas de engorde de corderos. De esta manera, se reduce el costo de alimentación, se proporciona el máximo consumo de materia orgánica (MO) y PB y se mejora la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia. Peña-Avelino *et al.* (2017) demostraron que altos niveles de vainas de mezquite (*P. laevigata*) en la dieta (50%) no tuvieron un efecto adverso sobre el gusto y peso de la canal. Por el contrario, se redujo la pérdida del peso de la canal por contracción después de la refrigeración y mejoró la conformación muscular y el grado de engrasamiento. Además, el panel de consumidores no pudo diferenciar entre la apariencia, el color, el sabor, la jugosidad, la dureza y la fibrosidad de la carne de los corderos alimentados con dietas de mezquite y los producidos con la dieta control. Los

autores concluyeron que las vainas de mezquite son un ingrediente no convencional con valor potencial como alternativa económica para la alimentación del ganado en zonas áridas y semiáridas.

La mayor parte de estos trabajos han utilizado frutos de *P. juliflora* (Obeidat y Shdaifat, 2013; Yasin y Animunt, 2014, Paula Almeida *et al.*, 2017) y, en menor medida, de *P. laevigata* (Peña-Avelino *et al.*, 2016; 2017), especies que no se hallan naturalmente en Argentina. Además, si bien Peña Avelino *et al.* (2016; 2017) y Paula Almeida *et al.* (2017) señalan que puede ser utilizado para sustituir el maíz en la dieta animal, existiría un límite en cuanto a su consumo.

En el país, Dalmasso y Anconetani (1993), Terán Cardozo (1995), Prokopiuk *et al.* (2000), Silva *et al.* (2000), Coirini (2013), Tagliamonte *et al.* (2014), Sciammaro (2015) y Pérez (2017) estudiaron la composición química y productividad de frutos de *Prosopis* spp. y su revalorización como ingrediente alimentario. Toso *et al.* (2012) lo estudiaron con propósitos medicinales, Tapia, Luque *et al.* (2012); Tapia, Romero *et al.* (2012) estudiaron la germinación, reproducción y multiplicación de las plantas de algarrobos, mientras que Rubio y Molina (2016) evaluaron el efecto de distintos tipos de almacenamiento sobre la calidad nutritiva del fruto. Por su parte, Andreoni (2018) valoró el uso del algarrobo como recurso leñoso y Ruiz *et al.* (2019) investigó su utilización como antioxidante natural para conservación de carne caprina. Sin embargo, como mencionaron Tagliamonte *et al.* (2014), sólo se cuenta con información sobre el valor nutritivo y sobre la productividad de las algarrobos. Sólo hay 3 trabajos en el país (Chagra Dib *et al.*, 2002; 2008; Karlin *et al.*, 2010) que evaluaron los efectos de los frutos de algarrobo como suplemento nutricional en ruminantes pero estos se realizaron en caprinos: cabrillas y cabras, cabritos y cabras gestantes, respectivamente.

### 2.3.2.3 Restricciones en la administración de frutos

Se han observado casos naturales de intoxicación con frutos de *Prosopis juliflora* en bovinos, caprinos y ovinos. Experimentalmente, se han obtenido efectos tóxicos en novillos de 6 a 12 meses de edad que consumieron dietas que contienen entre el 50% de vainas enteras o molidas y 75% de vainas molidas a razón de 3% de su peso vivo (PV) por periodos de 45 a 75 días de alimentación complementando con heno de *Cynodon* (William y Jafri, 2015). Los caprinos y ovinos parecen ser más resistentes; los primeros deben recibir dietas que contienen entre 60 - 90% de vainas durante 210 días de alimentación para experimentar toxicidad (Micheloud *et al.*, 2018), mientras que en

ovinos se ha alcanzado con dietas que contienen entre 70 - 100% de vainas durante un año de alimentación (Micheloud *et al.*, 2018) o de 80% de vainas a razón de 3% PV durante 21 meses de alimentación (Almeida *et al.*, 2017). También, se registraron intoxicaciones por vainas de *P. juliflora* que se consumieron después de la exposición a la lluvia (Arnero Chavez, 2015). Badu Belmont *et al.* (2016) identificaron un hongo que parasita las vainas y sintetiza una neurotoxina; estos frutos suelen tener manchas oscuras que son comunes en vainas almacenadas con demasiada humedad o que han permanecido mucho tiempo debajo de los árboles. Incluso, se suelen encontrar afectadas antes de que caigan al suelo, especialmente si se producen lluvias fuera de temporada durante la cosecha. Estas intoxicaciones generan pérdidas en la producción ganadera de tipo directa por muerte de animales o indirectas al disminuir el rendimiento productivo y la ganancia de peso y aumentar los gastos de manejo e insumos (Vallejo, 2021).

En el país, Micheloud *et al.* (2018) profundizaron el estudio de la “mascadera”, una neuropatía crónica que afecta a las cabras y que produce importantes pérdidas económicas en muchas regiones. Aún se desconoce su causa; los autores suponen que la enfermedad es resultado del consumo de alimentos de baja degradabilidad ruminal y no descartan que la causa sea el consumo de plantas del género *Prosopis*, dada la similitud de los signos clínicos con los reportados para intoxicación por *Prosopis juliflora* y por la abundancia de especies de este género en las regiones donde se presentó la enfermedad (Almeida *et al.*, 2017; Micheloud *et al.*, 2018).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Experimento I

Se realizó con el fin de medir el consumo, la ganancia de peso, la ECA y la composición química de las distintas dietas.

##### 3.1.1 Ubicación, animales e instalaciones

Se llevó a cabo en el Campo Anexo Santa Cruz (CASC) de INTA EEA Catamarca. El CASC pertenece a la región del Valle Central de Catamarca y se encuentra en la localidad homónima, departamento Valle Viejo, provincia de Catamarca, a los 28°27'48.5" de latitud Sur y 65°47' 38.32" de longitud Oeste (Puricelli *et al.*, 2009) y a una altitud de 561 msnm (Maxar Technologies, 2021).

Se utilizaron 30 corderas raza Manchega nacidas en la primavera del 2018, con una edad promedio de 3 meses y con un PV al destete de  $17,95 \pm 2,32$  kg. Inicialmente, los animales se pesaron, identificaron y desparasitaron contra endoparásitos (sulfametazina retardada 30%, doramectina 3,15%) y ectoparásitos (cipermetrina). Luego se formaron 6 grupos de 5 animales de peso homogéneo dentro de cada grupo y se les designó, al azar, el tratamiento a recibir.

Las corderas se mantuvieron en seis corrales de 12 m<sup>2</sup> (3 m de ancho x 4 m de largo) cada uno, con piso de tierra, techo de chapa y media sombra, comedero lineal y bebedero automático (Figura 6). Los corrales fueron desinfectados con cal, cada 15 días.



Figura 6: Instalaciones del experimento I.

### 3.1.2 Período experimental, tratamientos, dietas

El ensayo tuvo una duración de 92 días, de los cuales 15 días fueron de acostumbramiento y en los 77 días restantes se recolectaron los datos. El ensayo se realizó en los meses de enero, febrero, marzo e inicios de abril de 2019. La estación estival se destacó por presentar olas de calor moderadas durante fin de enero y mitad de febrero (Servicio Meteorológico Nacional [SMN], 2019). En el período experimental la precipitación total fue de 400 mm y las temperaturas diarias variaron entre 22 a 27°C, con máximas de 35°C y mínimas de 12°C (SMN, 2019).

Los tratamientos estuvieron definidos por la composición de la dieta y fueron los siguientes:

- **T1:** heno de alfalfa *ad libitum* (testigo),
- **T2:** T1 + grano entero de maíz al 1% del PV,
- **T3:** T1 + fruto entero de algarrobo al 1% del PV.

Los animales fueron alimentados dos veces al día (8:00 y 13:00 hs), entregando el 50% (aproximadamente) de alfalfa cada vez mientras se efectuó una única entrega de suplemento, a la mañana. Diariamente, previo a la entrega de un nuevo suministro, se recogieron los rechazos, se pesaron y, en caso de ser necesario, se ajustó la cantidad de forraje ofrecido para mantener un rechazo de 5%. Cabe aclarar, que se ofreció el 5% PV de alfalfa para simular que las corderas contaban con alimento *ad libitum* y se trató de mantener un rechazo de 5% para no presentar tanta pérdida de alimento. Semanalmente, en los tratamientos T2 y T3, el suministro del suplemento al 1% del PV se ajustó según la evolución del PV de los animales.

Con respecto a los componentes de la dieta, el heno de alfalfa se obtuvo del CASC, el maíz se adquirió en el mercado local y los frutos de algarrobo se recolectaron de ejemplares del Valle de Catamarca en los meses de enero y febrero de 2017.

### 3.1.3 Mediciones y estimaciones

Se midió semanalmente la evolución del PV mediante pesadas individuales matutinas, antes de la suministración del alimento. El consumo de MS se determinó por corral (5 animales), por diferencia entre suministro y rechazo, en los últimos tres días de la semana, antes de ajustar la cantidad de alimento suministrado. A partir de la evolución

del PV se estimó la tasa de aumento diario de PV (ADPV) por regresión lineal. Se estimó también la ECA por corral, considerando el ADPV promedio con el consumo de MS promedio de los cinco animales del corral. Para determinar la calidad de los alimentos suministrados se analizaron los componentes individualmente y muestras de las dietas ofrecidas y se determinaron los siguientes parámetros en el Laboratorio de Nutrición y evaluación de calidad de forrajes de INTA EEA Balcarce:

- MO por el método de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales de Estados Unidos (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 1990)
- PB a partir de la determinación de nitrógeno por combustión en un analizador Leco FP-528 (Horneck y Miller, 1998). Se calculó la PB como Nitrógeno (N) x 6,25
- FDN según el procedimiento de Van Soest *et al.* (1991)
- Digestibilidad *in vitro* de la MS, en un incubador Daisy<sup>II</sup> (ANKOM Corp., Macedon, NY) en incubaciones de 48 horas

En el caso específico del fruto de algarrobo se determinó:

- Almidón por el método enzimático de Macrae y Armstrong (1968)

### 3.1.4 Análisis estadístico

Los resultados se analizaron según un diseño completamente aleatorizado de tres tratamientos con dos repeticiones, considerando como unidad experimental el corral con cinco animales para las variables ADPV, consumo y ECA. El modelo del diseño fue:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, 3 \quad j = 1, 2$$

Siendo, por ej. para la variable consumo:

$y_{ij}$ : consumo en kg en el j-ésimo corral de la i-ésima dieta.

$\mu$ : media general.

$\tau_i$ : efecto de la i-ésima dieta.

$\varepsilon_{ij}$ : error experimental asociado al j-ésimo corral que recibió la i-ésima dieta.

Los análisis se hicieron a un nivel de significancia del 5%, las medias se compararon por test de Duncan, utilizando el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

## 3.2 Experimento II

Se efectuó con el objetivo de medir la digestibilidad aparente *in vivo* de la MS y de la FDN de las distintas dietas y analizar su composición química.

### 3.2.1 Ubicación, animales e instalaciones

Se realizó en el Laboratorio de Medición de Gas Metano del Área de Producción Animal de INTA EEA Balcarce, ubicado en el partido de Balcarce, en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, a los 37° 46' 14" de latitud Sur y 58° 18' 21" de longitud Oeste y a una altitud de 116 msnm (Airbus, 2022).

Se utilizaron 6 borregos castrados de raza Poll Dorset de un año de edad y con un PV de  $38,500 \pm 0,910$  kg, pertenecientes a la Unidad Ganadera "Reserva 8" de INTA EEA Balcarce. Inicialmente, luego de pesados, se les asignó al azar el tratamiento a recibir, dos por animal en tres períodos. Todos los animales pasaron por los distintos tratamientos.

Los animales se mantuvieron individualmente como muestra la Figura 7, en seis corrales de 1,5 m<sup>2</sup> (0,5 m ancho x 1,0 m de largo) ubicados en el tinglado anexo al galpón de cámaras de medición de gas metano, con piso de cemento, comedero y bebedero individual.



Figura 7: Instalaciones del experimento II

### 3.2.2 Período experimental, tratamientos, dietas

El ensayo se efectuó desde mediados de octubre a mediados de noviembre de 2018. Tuvo una duración de 36 días, distribuidos en tres períodos de 12 días cada uno, con 7 días de acostumbramiento de los animales al alimento ofrecido y estabilización del consumo, seguidos por 5 días para la recolección de datos, mediciones de consumo y de recolección de heces. En cada período se utilizaron 3 dietas, una cada dos animales.

Los tratamientos fueron idénticos a los descritos para el Experimento I. El heno de alfalfa y el maíz se adquirieron en el mercado en el partido de Balcarce y en la provincia de Catamarca, respectivamente, y los frutos de algarrobo fueron los recolectados de ejemplares del Valle de Catamarca en los meses de enero y febrero de 2017.

Para calcular la digestibilidad *in vivo* se obtuvieron muestras de heces en tres horarios (8:00, 12:00 y 16:00 hs), directamente del recto del animal. Cada muestra se secó en estufa a 60°C hasta peso constante para determinar contenido de MS.

### 3.2.3 Mediciones y estimaciones

Durante el ensayo se midió, por animal, el consumo de MS por diferencia entre suministro y rechazo del alimento. La producción fecal se estimó utilizando la FDN indigestible como marcador interno (Lippke *et al.*, 1986) luego de 120 horas de permanencia de las muestras en el incubador Daisy<sup>II</sup>. Esta determinación se efectuó en muestras de suministro, pool de rechazos (conformada por varias tomas de muestras de los rechazos) y pool de heces rectales. La digestibilidad *in vivo* se calculó para la MS y la FDN. Para la digestibilidad *in vivo* de la FDN, el consumo se estimó a partir del contenido de FDN (%) del suministro y del rechazo. Para la determinación de la calidad de los alimentos, se analizaron los componentes individualmente y muestras de las dietas ofrecidas en el Laboratorio de nutrición y evaluación de calidad de forrajes de INTA EEA Balcarce. Además de los análisis realizados para el Experimento I, se realizó análisis de:

- Fibra detergente neutro indigestible (FDNi) a las 120 hs de permanencia en el incubador Daisy<sup>II</sup>.

### 3.2.4 Análisis estadístico

Para las variables consumo y digestibilidad *in vivo* se realizó un diseño cross-over (cuadrado latino alternativo) de tres tratamientos cada dos animales en tres períodos, considerando al animal como unidad experimental. El modelo del diseño fue:

$$y_{ijk} = \mu_i + \tau_i + f_j + c_k + \varepsilon_{ijk} \quad i = 1, 2, 3 \quad j = 1, 2 \quad k = 1, 2, 3$$

Siendo por ej. para la variable consumo:

$y_{ijk}$ : consumo en kg en el j-ésimo animal consumiendo la i-ésima dieta en el k-ésimo período.

$\mu_i$ : promedio poblacional del consumo.

$\tau_i$ : efecto de la i-ésima dieta.

$f_j$ : efecto del j-ésimo animal.

$c_k$ : efecto del k-ésimo período.

$\varepsilon_{ij}$ : error experimental asociado al j-ésimo animal consumiendo la i-ésima dieta en el k-ésimo período.

Los análisis se hicieron a un nivel de significancia del 5%, las medias se compararon por test de Duncan, utilizando el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Composición química de las dietas y sus componentes

En la Tabla 4 se muestran los parámetros de calidad de los componentes que formaron parte de las dietas evaluadas en las experimentaciones. Todos los alimentos tuvieron elevada concentración de MS y MO, siendo los valores cercanos al 90% o superiores para ambos parámetros. La PB y la digestibilidad de la MS del heno de Catamarca y del grano de maíz fueron más bajos que los valores obtenidos de fardos y granos de la misma zona, cuyos respectivos valores suelen ser 17,2% y 80,2% para el heno y 9,5% y 89,1% para el grano de maíz (Castro O., com. pers., 2023). Igualmente, la FDN para ambos componentes fue 40,6% (heno) y 11,3% (grano) mayor respecto a los alimentos de la zona (Castro O., com. pers., 2023). En los frutos de algarrobo se observó mayor contenido de PB, menor FDN y la misma digestibilidad que la hallada por otros autores (Tablas 2 y 3). La PB y la FDN del heno de Balcarce fueron menores, y la digestibilidad de la MS mayor, que las observadas para el heno de la misma localidad (18,8%; 56% y 59,6%, respectivamente; Laboratorio EEA Balcarce). La concentración energética se calculó a partir de la digestibilidad utilizando el factor de conversión 3,608 (Agricultural and Food Research Council [AFRC], 1993) y en todos los componentes fue mayor a 2 Mcal EM/kg MS.

Tabla 4: Composición química y digestibilidad *in vitro* de los componentes de las dietas

Parámetros	Heno alfalfa Catamarca	Heno alfalfa Balcarce	Grano maíz	Fruto algarrobo
MS (%)	93,2	88,5	89,6	89,1
MO (%)	88,0	88,9	98,7	95,6
PB (%)	6,8	17,9	4,7	14,6
FDN (%)	58,4	43,7	13,7	18
DIVMS (%)	65,2	66,5	84,2	71,6
Almidón (%)	---	---	---	2,3
EM (Mcal/kg MS)	2,35	2,40	3,04	2,58

**Referencias:** MS: materia seca, MO: materia orgánica, PB: proteína bruta, FDN: fibra detergente neutro, DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca, EM: energía metabolizable, ---: sin dato.

La Tabla 5 presenta parámetros de calidad de las dietas evaluadas en la experimentación I. Los contenidos de MS y MO fueron similares entre tratamientos rondando en un valor del 90%. Las dietas T1 y T2 tuvieron valores similares de PB (6,6% en promedio) mientras que en la dieta T3 la PB fue un 88% mayor. La FDN, en cambio, fue 30% menor en T3 con respecto al promedio de las restantes dietas. La digestibilidad *in vitro* de la MS, y por ende la EM, fue mayor en T3, superando por 6 % y 14% los valores de T1 y T2, respectivamente.

Tabla 5: Composición química y digestibilidad *in vitro* de las dietas evaluadas en el experimento I

Parámetros	T1 Heno alfalfa	T2 Heno + maíz	T3 Heno + fruto
MS (%)	93,2	92,5	93,5
MO (%)	88,0	89,1	90,1
PB (%)	6,8	6,4	12,4
FDN (%)	58,4	56,9	40,5
DIVMS (%)	65,2	60,6	69,3
EM (Mcal/kg MS)	2,35	2,19	2,50

**Referencias:** MS: materia seca, MO: materia orgánica, PB: proteína bruta, FDN: fibra detergente neutro, DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca, EM: energía metabolizable.

La calidad de las dietas del experimento II se muestra en la Tabla 6. Se observa que los contenidos de MS y MO fueron similares entre los 3 tratamientos y promediaron un valor de 88%. La PB fue similar entre T1 y T3 (en promedio 17,7%) y 3,7% más alta que en T2. La FDN fue mayor en T1 (43,7%) y similar en T2 y T3 (en promedio 34,2%). La digestibilidad *in vitro* de la MS fue similar entre T2 y T3 y su promedio (70,4%) fue 4 unidades porcentuales más alto que el T1. La concentración energética en las dietas suplementadas promedió 2,54 Mcal EM/kg MS, siendo este valor un 6% mayor que en la dieta testigo (T1).

Tabla 6: Composición química y digestibilidad *in vitro* de las dietas evaluadas en el experimento II

Parámetros	T1 Heno alfalfa	T2 Heno + maíz	T3 Heno + fruto
MS (%)	88,5	86,5	89,8
MO (%)	88,9	91,0	89,8
PB (%)	17,9	14,0	17,5
FDN (%)	43,7	34,6	33,8
DIVMS (%)	66,5	71,4	69,4
EM (Mcal/kg MS)	2,40	2,58	2,50

**Referencias:** MS: materia seca, MO: materia orgánica, PB: proteína bruta, FDN: fibra detergente neutro, DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca, EM: energía metabolizable.

## 4.2 Experimento I

### 4.2.1 Ganancia de peso

Como se puede observar en la Tabla 7, los tratamientos tuvieron un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) en el ADPV y en el peso de las corderas al finalizar el experimento. El T2 presentó los valores más altos con respecto a los restantes tratamientos, los cuales no se diferenciaron entre sí. El ADPV de la dieta suplementada con maíz (0,120 kg/día) fue 58,3% más alto que el promedio del tratamiento testigo y el suplementado con frutos (0,070 kg/día).

Tabla 7: Peso inicial, final, total y ganancia de peso de corderas del experimento I.

Variables	Tratamientos			EEM	P-valor
	T1 heno	T2 heno + maíz	T3 heno + fruto		
Peso inicial, kg	19,250	22,780	21,980	0,220	0,3208
Peso final, kg	24,060 a	31,600 b	27,280 a	0,540	< 0,0001
GPT, kg	4,810 a	8,820 b	5,300 a	0,440	< 0,0001
ADPV, kg/día	0,070 a	0,120 b	0,070 a	0,010	0,0194

**Nota:** Las letras se leen en sentido horizontal. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0,05$ ). EEM: error estándar de la media

#### 4.2.2 Consumo y eficiencia de conversión alimenticia

Como se muestra en la Tabla 8, no hubo diferencias significativas en el consumo de heno de alfalfa entre T1 y T3. En T2, en cambio, el consumo de heno fue 0,790 kg/corral/día mayor ( $P < 0,01$ ) que el promedio de las dietas restantes (5,120 kg/corral/día). El consumo de suplemento por corral, ofrecido al 1% del PV, mostró diferencias significativas y fue mayor ( $P < 0,01$ ) en T2. El consumo total fue mayor ( $P < 0,01$ ) en la dieta T2, seguido por T3 y finalmente T1. Entre T2 y T3 la diferencia de consumo total por corral fue del 11% y respecto a T1, las diferencias porcentuales fueron de 44 y 29% para T2 y T3, respectivamente.

Tabla 8: Consumo de alimento de los diferentes componentes en el experimento I

Consumo	Tratamientos			EEM	P-valor
	T1 heno	T2 heno + maíz	T3 heno + fruto		
Heno, kg MS/corral/día	4,930 a	5,910 b	5,310 a	0,140	< 0,0001
Suplemento, kg MS/corral/día	0	1,170 b	1,070 a	0,020	< 0,0001
Total, kg MS/corral/día	4,930 a	7,080 c	6,380 b	0,150	< 0,0001

**Nota:** Las letras se leen en sentido horizontal. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0,05$ ). Referencia: MS: materia seca. EEM: error estándar de la media

La ECA, calculada por corral, también estuvo afectada por los tratamientos (Tabla 9). La mejor conversión alimenticia se obtuvo con los tratamientos T1 y T2, que no se diferenciaron entre sí y promediaron un valor de ECA de 13,3:1. En el T3 el valor de ECA fue 27% más alto que en el promedio de los 2 restantes tratamientos.

Tabla 9: Consumo, ganancia de peso y eficiencia de conversión alimenticia por corral del experimento I

Variables	Tratamientos			EEM	P-valor
	T1 heno alfalfa	T2 heno + maíz	T3 heno + fruto		
Consumo MS, kg/corral/día	4,930 a	7,080 c	6,380 b	0,150	< 0,0001
ADPV, kg/corral/día	0,345 a	0,576 b	0,351 a	0,005	0,0681
ECA, kg MS/kg PV	14,350 a	12,250 a	18,100 b	0,770	0,0292

**Nota:** Las letras se leen en sentido horizontal. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0,05$ ). Referencia: MS: materia seca. EEM: error estándar de la media

### 4.3 Experimento II

#### 4.3.1 Consumo y digestibilidad *in vivo*

Se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el consumo de heno y el total entre dietas (Tabla 10). El consumo de MS total por ovino en la dieta T2 fue 9% (0,17 kg) mayor ( $P < 0,01$ ) en comparación al promedio de T1 y T3 (1,880 kg). El consumo de heno estuvo influenciado por la suplementación, siendo 11 y 19% más bajo en T2 y T3, respecto a T1. A su vez, el consumo de grano de maíz y frutos de algarrobo fue similar ( $P > 0,05$ ) en las dietas suplementadas siendo en promedio de 0,410 kg/ovino.

Se observaron diferencias significativas en la DIV de la MS y FDN entre tratamientos. La DIV de la MS fue mayor en T2, seguido T1 y finalmente T3. Entre T2 y T1 la diferencia de DIV por ovino fue de 10% y respecto a T3, las diferencias porcentuales fueron de 3% y 14% para T1 y T2, respectivamente. Con respecto a la DIV de la FDN, fue mayor en T1, seguido T2 y finalmente T3. Entre T1 y T2 la DIV de la FDN por ovino fue de 8% y respecto a T3, las diferencias fueron de 59% y 47% para T1 y T2, respectivamente.

Tabla 10: Consumo de materia seca y componentes, digestibilidad aparente in vivo de la materia seca y fibra detergente neutro en el experimento II

Variables	Tratamientos			EEM	P-valor
	T1 heno	T2 heno + maíz	T3 heno + fruto		
Consumo de heno, kg/ovino/día	1,850 c	1,650 b	1,500 a	0,040	< 0,0001
Consumo de suplemento, kg/ovino/día	0	0,400 a	0,420 a	0,010	0,0891
Consumo total de MS, kg/ovino/día	1,850 a	2,050 b	1,910 a	0,040	0,0024
DIV MS, %	55,860 b	61,670 c	54,190 a	0,290	< 0,0001
DIV FDN, %	53,430 c	49,490 b	33,690 a	0,930	< 0,0001
<p><b>Nota:</b> Las letras se leen en sentido horizontal. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (<math>P &lt; 0,05</math>). Referencia: MS: materia seca. EEM: error estándar de la media. DIV: digestibilidad <i>in vivo</i>.</p>					

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 Composición química de las dietas y de sus componentes

El contenido de PB y la digestibilidad de los frutos de algarrobo mostrados en la Tabla 4 estuvieron dentro del rango esperado para este alimento, siendo los valores comparables con los informados para otras especies del género, como *P. juliflora*, *P. pallida*, *P. laevigata*. Estos valores de calidad, particularmente el contenido de PB y la digestibilidad, indicarían que los frutos pueden ser utilizados como suplemento forrajero para la recría y/o engorde de ovinos en la época crítica invernal en regiones semiáridas y áridas, tal como ha sido reportado por otros autores (Terán Cardozo, 1995; Silva *et al.*, 2000; Chagra Dib *et al.*, 2002; 2008; Coirini, 2013; Tagliamonte *et al.*, 2014; Sciammaro, 2015; Pérez, 2017; Martínez Lasanta, 2021).

El contenido de PB (14,6%) fue mayor al reportado por Rakivala *et al.* (1995), Silva *et al.* (2000), Chagra Dib *et al.* (2002), Choge *et al.* (2007), Ruiz Tavares (2011) y Armijo-Nájera *et al.* (2019), quienes informaron entre un 6,86% y un 13,38% para frutos de *P. juliflora*, *P. pallida*, *P. flexuosa* y *P. chilensis*. Sin embargo, otros autores como Koech *et al.* (2010), Girma *et al.* (2011), Ruiz-Nieto *et al.* (2020) y Fernández Soares Junior *et al.* (2021) informaron, para *P. juliflora*, valores más altos de PB (15,43 a 38,6%). Hay que tener presente que cuando los frutos son utilizados enteros, como en el presente ensayo, el valor proteico depende de la proporción de semillas que son consumidas y digeridas por el animal (Pinto-Ruiz *et al.*, 2014) ya que el 30 al 40% de PB está contenida en ellas (Sawal *et al.*, 2004; Coirini, 2013).

Con respecto a la digestibilidad *in vitro* de la MS, el valor obtenido en este ensayo (71,6%, Tabla 4) fue similar al informado por Silva *et al.* (2000) en *P. chilensis*. De igual forma, el contenido de EM estimado a partir de la digestibilidad *in vitro* de la MS (2,58 Mcal/kg MS) fue similar al valor reportado por Obeidat *et al.* (2008). No obstante, sobre este parámetro la bibliografía muestra una gran variación de valores, que oscilan entre 1,55 Mcal EM/kg MS (Choge *et al.*, 2007; Armijo-Nájera *et al.*, 2019), hasta valores de prácticamente el doble (Armijo-Nájera *et al.*, 2019; Fernández Soares Junior *et al.*, 2021). Esta variabilidad puede ser explicada por diversos factores, como la especie, la ubicación geográfica, el año de recolección y estado de madurez de los frutos de algarrobos (Sciammaro, 2015; Armijo-Nájera *et al.*, 2019; Montañez-Valdez *et al.*, 2021) que repercuten en forma directa sobre el contenido de biomoléculas como, por ej. carbohidratos, producidos por las plantas (Ángeles-Hernández *et al.*, 2022).

El grano de maíz utilizado en este ensayo tuvo una digestibilidad, y por ende una concentración energética, esperable para este tipo de alimento; sin embargo, la PB fue más baja que lo habitual (4,7%, Tabla 4) (Guaita y Fernández, 2005). El maíz, al igual que los granos de otros cereales, son alimentos que poseen una composición química bastante constante y las variaciones de proteína, almidón, u otros componentes son pequeñas y se deben a la variedad o híbrido, suelo donde se cultiva, fertilización, condiciones de crecimiento del cultivo, etc. (Armijo-Nájera *et al.*, 2019). Sin embargo, el bajo valor proteico medido para el grano de maíz en este ensayo podría no estar explicado por estos factores y harían sospechar el efecto de otras fuentes de variación como una falla de almacenamiento, un error en la toma de la muestra que se analizó o una falla en el procedimiento de laboratorio. No fue posible realizar nuevas determinaciones para corroborar el valor de PB obtenido por cuestiones económicas.

En cuanto a la composición química del heno de alfalfa, la digestibilidad *in vitro* de la MS en los experimentos de Catamarca y Balcarce fue de 65% y 66%, respectivamente (Tabla 4), los cuales son valores esperables (Guaita y Fernández, 2005). El contenido de PB del heno utilizado en Balcarce (17,9%) también fue el esperado para este tipo de alimento, mientras que el del heno utilizado en Catamarca fue considerablemente más bajo (6,8%). Este valor no se correspondería con el de la digestibilidad *in vitro* de la MS y también lleva a sospechar la influencia de algún efecto no deseable como un error en el manipuleo de la muestra o una falla de laboratorio en la determinación de este parámetro.

Como el heno de alfalfa fue el único componente de las dietas que difirió entre los ensayos, y el que presentó mayor contenido de PB y menor contenido de FDN fue el utilizado en Balcarce, se podría inferir que las dietas utilizadas en el experimento II fueron de mejor calidad. Si bien esto se aprecia en todos los tratamientos para un componente importante de la dieta como la PB, no se observó diferencia para la digestibilidad *in vitro* de la MS en T1 y T3 comparando ambos experimentos, mientras que en T2 este parámetro fue más alto en el experimento II como se aprecia en las Tablas 5 y 6. No obstante, en el experimento I la digestibilidad *in vitro* de la MS del T2 fue más baja que la de los restantes tratamientos (Tabla 5); esto es llamativo ya que la dieta que contenía maíz debería ser la más energética, tal como se observó en el experimento II (Tabla 6). El bajo valor de digestibilidad *in vitro* de la MS del T2 en el experimento I, y el nivel de FDN similar a la dieta testigo, llevan a pensar nuevamente en un error de procedimiento en el manipuleo de las muestras previo al análisis o en la

determinación de laboratorio. Esta sospecha tendría validación por los resultados obtenidos de ganancia de peso y consumo, como se discutirá posteriormente.

A pesar de las discrepancias señaladas entre los valores hallados y los esperados en algunos de los parámetros de laboratorio, la calidad de las dietas estuvo dentro del rango de valores informado por diversos autores que experimentaron con dietas similares (Pereira *et al.*, 2014; Peña-Avelino *et al.*, 2016; Paula Almeida *et al.*, 2017).

## **5.2 Experimento I**

### **5.2.1 Ganancia de peso**

En el ensayo realizado en Catamarca hubo efecto de las dietas en el ADPV de las corderas (Tabla 7). La mayor tasa de ganancia de peso (120 g/corral/día) se observó con la dieta T2 que contenía maíz. Por su parte, en la dieta testigo (T1) y en la que contenía frutos de algarrobo (T3) las tasas de ganancia de peso fueron similares entre sí y promediaron 70 g/corral/día. Estas diferencias determinaron que al final del ensayo los ovinos del T2 pesaran 3,800 kg más que los restantes (Tabla 7). Las ganancias diarias medidas en este ensayo con la dieta que contenía frutos de algarrobo (T3) fueron similares a las observadas por Rakivala *et al.* (1995) en corderos de 6 meses y 12 kg de PV, suplementados con distintos niveles de frutos de *P. juliflora*.

Giraudó *et al.* (2014) informaron ganancias de peso similares a las obtenidas en este trabajo en engorde de corderos Merino alimentados en confinamiento con heno de alfalfa picado. Por su parte, según el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España [MAPA], (s.f.), la ganancia media diaria de ovinos en estabulación permanente puede llegar a los 290 g/animal/día, dependiendo de la composición de la dieta y del tipo de animal. Sosa *et al.* (2017) obtuvieron valores de ganancia de 233 g/animal/día en ensayos realizados en el Campo Anexo Santa Cruz (CASC) de INTA - EEA Catamarca en ovinos estabulados de la raza Manchega, alimentados con una dieta compuesta por 40% de heno de alfalfa y 60% de concentrados (70% grano de maíz y 30% núcleo comercial). Estos resultados sugieren que las dietas experimentadas en el presente ensayo no permitieron alcanzar el potencial de ganancia de esta especie, justificado por la baja calidad de la alfalfa utilizada que no llegaba a la proporción de 15% de PB, requerido para esta categoría (Ceballos y Villa, 2015). En el caso específico de la dieta que contenía algarrobo, que tuvo un mayor contenido de PB y EM que las restantes (Tabla 5), una posible explicación podría estar en el hecho de que se utilizaron

frutos enteros en la experimentación, por ser esta la forma de uso habitual de este alimento en Catamarca y cuyo valor proteico dependería de la proporción de semillas que serían consumidas y digeridas por el animal (Pinto-Ruiz *et al.*, 2014). Andrade-Montemayor *et al.* (2009) y Roman (2016) han indicado que la PB y los carbohidratos que se encuentran en el endosperma del fruto de algarrobo no están fácilmente disponibles para la degradación en el rumen si se ofrece como vaina entera porque se dificulta su extracción y fermentación. Además, no se logró conservar su calidad desde el momento de recolección hasta su aprovechamiento porque se utilizaron bolsas permeables y ramas frescas de atamisqui y laurel para intentar preservar las vainas, pero al momento de suministrarlas los daños por brúquidos era elevado, había frutos rotos y deshechos. Se puede considerar que los frutos se estuvieron en “troja”, de modo de sospechar que según los resultados de Silva *et al.* (2000) para este tipo de almacenamiento, en 5 meses luego de su cosecha, la digestibilidad habría disminuido drásticamente aumentando los porcentajes de FDN. Cabe recordar, que los frutos fueron cosechados en verano 2017, las muestras para ser analizadas se tomaron en 2018, durante el experimento II y el experimento I se efectuó en verano 2019.

### **5.2.2 Consumo y eficiencia de conversión alimenticia**

El consumo diario total de alimento fue mayor en los tratamientos suplementados. Como muestra la Tabla 8, el consumo de heno fue mayor en el T2 y similar entre T3 y T1, de lo cual se puede inferir que no habrían existido mecanismos de sustitución de heno por suplemento y, en cambio, se habría producido un efecto de adición que, en el caso del T2, habría sido con el mecanismo adicional del “estímulo”, es decir que el heno aportó PB y junto con el suplemento en la dieta se potenció el desarrollo de microorganismos ruminales aumentando el consumo del alimento base (heno). Este mecanismo podría estar asociado a una mejora en las condiciones ruminales para digerir la fibra (Lange, 1980) dado por el aporte de carbohidratos fermentables que favorecerían la colonización de la fibra por los microorganismos ruminales (McDonald *et al.*, 2002). Sin embargo, no ocurrió lo mismo en T3, a pesar que los frutos de algarrobo también son ricos en carbohidratos (Tabla 2 y 3); esto podría deberse a que en el transcurso del tiempo desde la recolección de frutos hasta su utilización en el ensayo se haya perdido este componente nutricional, principalmente por un mal manejo en el almacenamiento.

El mayor consumo total de alimento con la dieta T2 y la mayor tasa de ADPV observada en ese tratamiento (Tabla 7) son dos elementos que permiten dar certeza a la sospecha formulada previamente, respecto a que las evaluaciones de la calidad de esta dieta no habrían reflejado su calidad real, ya que según los datos de la Tabla 5 la del T2 habría sido la dieta con menor energía y PB.

Como se mencionó previamente, en el T3 el consumo de heno fue similar al de la dieta testigo y el consumo total (heno + frutos) fue mayor (Tabla 8), de modo que se descartaría la sustitución del heno por los frutos de algarrobo. No se observó rechazo de los frutos por parte de los ovinos, mostrando los animales la misma voracidad en el consumo que al ofrecerles el grano de maíz. Resultados similares fueron informados por Chagra Dib *et al.* (2002), quienes reportaron un aumento de consumo total de MS con la adición de frutos de algarrobo. Los autores adjudicaron este hecho al menor contenido de fibra en el fruto de algarrobo en comparación con el heno de alfalfa, lo cual también se verificó en el presente ensayo (Tabla 5). Peña-Avelino *et al.* (2016) también observaron mayor consumo de alimento en las dietas suplementadas con frutos de *P. laevigata* que en aquella que no incluyó fruto. Por el contrario, Chaturvedi y Sahoo (2013) y Mejía-Haro *et al.* (2021) no observaron diferencias significativas en el consumo de alimento en corderos alimentados con diferentes niveles de vainas de mezquite molidas, *P. juliflora* y *P. laevigata*, respectivamente.

En el T2 el mayor consumo total de MS se manifestó en el ADPV de las corderas, mientras que en el T3 el mayor consumo total respecto al testigo no produjo un incremento estadísticamente significativo en el ADPV respecto al T1 (Tabla 7). Este resultado sugiere que los frutos de algarrobo podrían haber afectado negativamente la digestibilidad de algún componente de la dieta, como la FDN. También puede deberse a una diferencia entre sitios de absorción, el grano de maíz se caracteriza por una baja tasa de degradabilidad en rumen permitiendo que la mayor parte llegue a ser digerida y absorbida a nivel intestinal favoreciendo la producción animal (Camps y González, 2003), mientras que los frutos de algarrobos tienen una alta tasa de degradabilidad de PB y FDN a nivel ruminal y baja a nivel intestinal (Batista *et al.*, 2002; Montañez-Valdez *et al.*, 2021). Como consecuencia de esto (mayor consumo sin afectación de la tasa de ADPV) el T3 fue el tratamiento que mostró la peor ECA, tal como se muestra en la Tabla 9. Si bien este parámetro no mostró diferencias significativas entre T1 y T2, en este último tratamiento se habría necesitado 15% menos de alimento para obtener un kg PV. Chagra Dib *et al.* (2002) también lograron una mejor ECA en cabrillas criollas

alimentadas con heno de alfalfa en comparación a las suplementadas con frutos de algarrobo, y lo atribuyeron a un probable mejor equilibrio de nutrientes en esa dieta. En síntesis, la presencia de frutos de algarrobo en dietas a base de heno de alfalfa haría que se requiera mayor cantidad de alimento para producir un kilogramo de carne, lo cual hace suponer, como se indicó anteriormente, un posible efecto negativo en la utilización digestiva de la dieta en su conjunto que podría deberse a la calidad de los frutos al momento de efectuar el ensayo.

### **5.3 Experimento II**

#### **5.3.1 Consumo**

La medición del consumo en el experimento realizado en Balcarce tuvo varios elementos diferenciales respecto a la medición hecha en Catamarca:

- a) el heno de alfalfa era diferente: el utilizado en Balcarce era de mayor calidad (Tabla 4). Esto no ocurrió con los granos de maíz y los frutos de algarrobo, ya que fueron los mismos en ambos experimentos;
- b) en Balcarce la medición se realizó en forma individual, es decir por animal, mientras que en Catamarca fue grupal (por corral de 5 animales);
- c) el diseño experimental en Balcarce fue un cross-over (cuadrado latino alternativo) de tres tratamientos cada dos animales en tres períodos y el dato de consumo surge de 5 días consecutivos de medición para cada animal y tratamiento. Además, todos los animales pasaron por las distintas dietas luego del correspondiente período de acostumbramiento. En cambio, en Catamarca se utilizó un diseño completamente aleatorizado de tres tratamientos con dos repeticiones, la medición se hizo por corral (5 animales), 3 veces a la semana a lo largo del período de alimentación (77 días);
- d) el tipo y raza de animal fue diferente: en Balcarce se utilizaron borregos castrados raza Poll Dorset de un año de edad y 38,5 kg PV, mientras que en Catamarca se utilizaron corderas raza Manchega de 3 meses y 18 kg PV.

Estas variaciones determinan que, por un lado, no se puedan comparar cuantitativamente los valores de consumo entre experimentos y, por otro, podrían estar relacionadas con las diferencias observadas. Por ejemplo, como lo muestra la Tabla 10, el consumo de heno en Balcarce fue mayor en el testigo (T1) que en los tratamientos que incluían suplementos. El consumo total fue mayor en la dieta T2, pero no se

diferenció el testigo de la dieta T3. Los datos de la Tabla 10 sugieren que en este último tratamiento hubo un efecto de sustitución mientras que en el T2 habrían operado de manera conjunta mecanismos de sustitución y adición. Una posible explicación de estos resultados, en comparación a los obtenidos en Catamarca, estaría dada por la calidad del heno empleado en Balcarce. Al respecto, se sabe que en animales consumiendo a voluntad un alimento de relativa alta calidad, si se le ofrece uno nuevo puede sustituir uno por otro si son de características similares (Provenza *et al.*, 2003). Esto habría ocurrido con la dieta T3 ya que los frutos de algarrobo tuvieron similar PB que el heno y sólo 2,3% de almidón (Tabla 4). En cambio, la dieta T2 al incluir grano de maíz tendría una cantidad de almidón muy superior. La presencia de carbohidratos fermentables mejora el aprovechamiento de la dieta al favorecer la colonización de la fibra (acortando el llamado “lag-time”) por parte de los microorganismos ruminales (McDonald *et al.*, 2002); y la mejora en la digestibilidad aumenta el consumo de MS (Moore *et al.*, 1999). Los granos también propician el crecimiento microbiano, por lo cual puede hipotetizarse que los animales que han recibido esta dieta tuvieron un mayor flujo de proteína microbiana en intestino, siendo los elementos señalados (mayor consumo, digestibilidad y aporte proteico) determinantes, al menos en parte, de la mejor performance animal que tuvieron las corderas del T2 en el ensayo de Catamarca (Tabla 7).

En otros trabajos donde también se utilizaron frutos de algarrobo en la suplementación de los animales, se observó, a diferencia de lo ocurrido en el ensayo II, mayor consumo de MS en las dietas suplementadas con frutos de *Prosopis* (Chagra Dib *et al.*, 2002; Peña-Avelino *et al.*, 2016). En cambio, otros autores (Chaturvedi y Sahoo, 2013; Mejía-Haro *et al.*, 2021), en coincidencia con el presente ensayo, no hallaron diferencias en el consumo para diferentes niveles de suplementación con vainas de mezquite molidas.

### **5.3.2 Digestibilidad *in vivo***

Los datos de digestibilidad aparente *in vivo* de la MS confirman lo señalado en el punto anterior respecto al efecto positivo del grano de maíz en la utilización digestiva de la dieta. Como se observa en la Tabla 11, la digestibilidad *in vivo* de la MS fue más alta en T2, seguido T1 y, finalmente T3. En esta última dieta la digestibilidad *in vivo* de la FDN fue significativamente menor respecto a la de las otras dos dietas. Este resultado estaría indicando que la presencia de frutos de algarrobo, al afectar la digestibilidad de la fibra, podría estar disminuyendo la digestión de toda la MS del alimento. Esta merma

en la digestibilidad explicaría en parte lo observado en el experimento I, donde el ADPV (Tabla 7) del T1 y el T3 fue similar a pesar del mayor consumo medido en este último (Tabla 8). Por esto, el T3 mostró la peor ECA (Tabla 9).

Pereira *et al.* (2014) también observaron un efecto negativo en la digestión de la fibra al suplementar con frutos enteros de algarrobo. Varias razones pueden estar asociadas a este hecho: un aumento en la tasa de pasaje ruminal porque al contener más fibra indigerible alcanzan una gravedad específica funcional más rápidamente y abandonan el rumen más pronto (Histrov *et al.*, 2003); la presencia de taninos condensados (Sciammaro, 2015; Pérez, 2017; Martínez Lasanta, 2021) que pueden afectar la degradación de las proteínas en el rumen y la utilización de los carbohidratos (Slianikove *et al.*, 2001); la pérdida de carbohidratos desde su cosecha hasta el momento de utilización; y, finalmente, la presencia de compuestos que se forman durante el almacenamiento pueden tener un efecto negativo como señalaron Silva *et al.* (2000), especialmente en sitios húmedos, donde fermentan, se descomponen y pueden llegar a ser tóxicos.

## 6. CONCLUSIONES

La incorporación entre 17% y 23% de frutos de algarrobo como suplemento en dietas de recría en ovinos no mejoraron la performance de los animales alimentados a base de heno de alfalfa y su utilización como reemplazo del grano de maíz afectó la performance, disminuyendo el ADPV y aumentando el consumo, obteniendo así menor ECA. La digestibilidad *in vivo* de la MS mejoró con la adición de grano de maíz mientras que el agregado de frutos de algarrobo afectó negativamente la digestibilidad *in vivo* de la MS y de la FDN, pudiendo ser el motivo por el que la performance se vio afectado. De esta manera se rechazan las hipótesis planteadas:

- En una dieta de recría de corderos formulada con heno de alfalfa más la adición de frutos de algarrobo mejora la performance animal.
- En una dieta de recría de corderos formulada con heno de alfalfa más grano de maíz es posible reemplazar este último, en la misma proporción de su peso vivo, por frutos de algarrobo sin afectar la performance animal.
- La digestibilidad *in vivo* de las dietas formuladas con heno de alfalfa más grano de maíz o frutos de algarrobo es similar.

Sin embargo, los frutos de algarrobo, por su composición química y disponibilidad, son un recurso alternativo y económico para la alimentación del ganado en el noroeste argentino, por lo tanto, se sugiere explorar su complementación con otros concentrados y/o frutos de la zona, mejorar el modo de conservación hasta su aprovechamiento para disminuir la pérdida de calidad, procesarlos previo a la alimentación del animal (tostarlos y/o tritararlos) para inactivar componentes antinutricionales que puedan impedir la degradación de las proteínas y carbohidratos contenidos en las semillas de los frutos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultural and Food Research Council. 1993. Energy and protein requirements of ruminant livestock. Wallingford, CAB International. 159p.
- Airbus. 2022. Imagen INTA. [Imagen satelital]. Google Earth (10.41.2.1)  
[https://earth.google.com/web/search/inta+balcarce/@-37.77027858,-58.3064916,117.16174097a,756.60260022d,35y,0h,0t,0r/data=CiqiJgokCb7ErcJG5ELAEZjiAJS2-ULAGREdXCbMC03AIT3ksR\\_FOE3AOgMKATA](https://earth.google.com/web/search/inta+balcarce/@-37.77027858,-58.3064916,117.16174097a,756.60260022d,35y,0h,0t,0r/data=CiqiJgokCb7ErcJG5ELAEZjiAJS2-ULAGREdXCbMC03AIT3ksR_FOE3AOgMKATA)
- Almeida, V.M.; Rocha, B.P.; Pfister, J.A.; Medeiros, R.M. T.; Riet-Correa, F.; ...; Mendonça, F.S. 2017. Spontaneous poisoning by *Prosopis juliflora* (Leguminosae) in sheep. *Pesquisa Veterinaria Brasileira* 37(2):110-114. DOI: [10.1590/S0100-736X2017000200003](https://doi.org/10.1590/S0100-736X2017000200003)
- Álvarez, M.; Racciatti, D.; Roselli, P. 2015. Bienestar animal Ovino. Estándares de bienestar animal para la cría, la faena y el transporte de ovinos. Guía de aplicación. Argentina. MAGyP. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/12581>
- Andreoni, D. 2018. Recolección y manejo de recursos forestales nativos, en especial del algarrobo (*Prosopis*) en la región de Fiambalá, Catamarca (Argentina). *Estudios atacameños*. 57:7-24. DOI: [10.4067/S0718-10432018005000502](https://doi.org/10.4067/S0718-10432018005000502)
- Andrade-Montemayor, H.M.; Alegría-Ríos, F. S.; Pacheco-López, M.; Aguilar-Borjas, J. H.; Villegas-Díaz, J. L. O.; Basurto-Gutiérrez, R. 2009. Effect of dry roasting on composition, digestibility and degradability of fiber fractions of mesquite pods (*Prosopis laevigata*) as feed supplement in goats. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 11(1):237-243.
- Ángeles-Hernández, J.C; Lizarazo Chaparro, A.; Elizalde Téllez, J.M.; Chay-Canul, A.J.; Rodríguez-Guerrero, V.; ...; del Razo-Rodríguez, O.E. 2022. Evaluación de los patrones de fermentación *in vitro* y producción de metano de vaina de mezquite (*Prosopis* spp.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 25(2). DOI: [10.56369/tsaes.3971](https://doi.org/10.56369/tsaes.3971)
- Armijo-Nájera, M.G.; Moreno-Reséndez, A.; Blanco-Contreras, 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: [10.1155/2022/7621818](https://doi.org/10.1155/2022/7621818)

Arnero Chavez, M.A. 2015. La vaina de mezquite (*Prosopis* spp.) en la alimentación del ganado. Tesis de grado. Torreón, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: 43p.

Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis (15<sup>th</sup> edition). AOAC: Washington, DC, USA, p.40.

Badu Belmont, A.R.; Baeta Neves, A.M.; Nobre, F.V.; Rodrigues Fonseca, J.R.; Campelo Medeiros, M.; Belchior Filho, V. 2016. Algaroba na alimentação animal. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Norte (SEBRAE-RN).

<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Algaroba-na-alimentacao-animal.pdf>

Batista, A.M.; Mustafa, A.F.; McKinnon, J.J.; Kermasha, S. 2002. In situ ruminal and intestinal nutrient digestibilities of mesquite (*Prosopis juliflora*) pods. *Animal Feed Science and Technology*, 100(1-2):107-112. DOI: [10.1016/S0377-8401\(02\)00136-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(02)00136-0)

Boeri, P.; Piñuel, L.; Sharry, S.; Barrio, D. 2017. Caracterización nutricional de la harina integral de algarroba (*Prosopis alpataco*) de la norpatagonia Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 116 (1):129-140.

Boza, J.; Robles, A.B.; González Rebollar, J.L. 2008. El papel de la ganadería en las zonas áridas de Andalucía. *En: La ganadería andaluza en el siglo XXI. Patrimonio ganadero andaluz*. Volumen I. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, pp 241-266.

Burkart, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (*Leguminosae* subfam. *Mimosoideae*). *Journal of the Arnold Arboretum* 57(4):450-525.

Buzo, J.; Ávila, R.; Bravo, F.O. 1972. Efecto de la substitución Progresiva de sorgo por vaina de mezquite en la alimentación de los borregos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 20:16–23. DOI: [10.22319/RMCP.V0I20.1895](https://doi.org/10.22319/RMCP.V0I20.1895)

Camps, D.N.; González, G.O. 2003. Grano de maíz en la alimentación del ganado: ¿entero o partido? *Sitio Argentino de Producción Animal*. <http://ganaderiasos.com/wp->

[content/uploads/2015/07/grano-de-mac3adz-en-la-alimentac3b3n-del-ganado\\_-c2bf-entero-o-partido.pdf](content/uploads/2015/07/grano-de-mac3adz-en-la-alimentac3b3n-del-ganado_-c2bf-entero-o-partido.pdf)

- Capparelli, A. 2007. Los productos alimenticios derivados de *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz y *P. flexuosa* DC. *Fabaceae*, en la vida cotidiana de los habitantes del NOA y su paralelismo con el algarrobo europeo. *Kurtziana (Córdoba)* 33(1):103-119.
- Capparelli, A.; Prates, L. 2015. Explotación de frutos de algarrobo (*Prosopis* spp.) por cazadores recolectores del Noreste de Patagonia. *Revista de Antropología Chilena* 47(4):549-563. DOI: [10.4067/80717-73562015005000030](https://doi.org/10.4067/80717-73562015005000030)
- Cardozo, P.A. 2019. Caracterización de las especies parasitarias de ovinos, caprinos y camélidos sudamericanos en la Puna de Catamarca. Tesis *Magister Scientiae*. Balcarce, Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata: 95 p.
- Carrizo, E.; Palacio, M.O. 2010. Árboles y arbustos nativos como recurso forrajero en Santiago del Estero, República Argentina. *En: VII Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas. Florística y etnobotánica*. [http://www.dictus.uson.mx/florazonasaridas/CD%20in%20Extensos/Floristica%20y%20Etnobotanica/Manuel\\_Palacio\\_Extenso.pdf](http://www.dictus.uson.mx/florazonasaridas/CD%20in%20Extensos/Floristica%20y%20Etnobotanica/Manuel_Palacio_Extenso.pdf)
- Ceballos, D.; Villa, M. 2015. Alimentación. Engorde de corderos y ovejas en condiciones de confinamiento. *En: Memorias IX Curso de Actualización en Producción Ovina*. San Carlos de Bariloche, Río Negro. INTA EEA Bariloche, pp. 36-52.
- Chagra Dib, E.P.; Valdivia, C.L.; Vera, T.A.; Leguiza, H.D. 2002. Efecto de la suplementación invernal con fruto de algarrobo y heno de alfalfa sobre la producción de leche de cabras criollas y el crecimiento de los cabritos. INTA - EEA Junín. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_caprina/leche\\_caprina/15-algarrobo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/15-algarrobo.pdf)
- Chagra Dib, E.P.; Leguiza, D.; Vera, T.; Valdivia, C. 2008. Effects of different supplements on the milk production of criollo goats. *En: actas de la 9ª Conferencia Internacional sobre Caprinos. XXIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. Querétaro, México. Agosto 2008.

- Chaturvedi, O.H.; Sahoo, A. 2013. Nutrient utilization and rumen metabolism in sheep fed *Prosopis juliflora* pods and Cenchrus grass. *Spring Open Journal* 2:7. DOI: [10.1186/2193-1801-2-598](https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-598)
- Choge, S.K.; Pasiiecznik, N.M.; Harvey, M.; Wright, J; Awan, S.Z.; Harris P.J.C. 2007. *Prosopis* pods as human food, with special reference to Kenya. *Water SA*. 33(3): 419-424. DOI: [10.4314/wsa.v33i3.49162](https://doi.org/10.4314/wsa.v33i3.49162)
- Church, D.C. 1993. Ruminal fermentation. In *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. Waveland Press, Inc. Illinois, USA, pp. 145-171.
- Coirini, R.O. 2013. Ecología, usos y potencialidades de los algarrobos. En: Karlin, M.S.; et al. (Eds.) *El Chaco Árido*. PROTRI. Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba. Red Agroforestal Chaco. Córdoba, Argentina, pp. 125-136.
- Cruz R.; Carrizo, L.; Galíndez E.; Alcoba D. 2021. Cambios intercensales (2002-2018) en la estructura agraria de la provincia de Catamarca. En: *La Argentina agropecuaria vista desde las provincias: Un análisis de los resultados preliminares del CNA 2018*. Instituto Argentino para el Desarrollo Económico. <http://hdl.handle.net/11336/157795>
- Dalmasso, A.; Anconetani, J. 1993. Productividad de frutos de *Prosopis flexuosa* (Leguminosae), Algarrobo dulce, en Bermejo, San Juan. *Multequina* 2:173-181.
- Demaió, P.; Karlin, U.O.; Medina, M. 2015. Árboles nativos de Argentina. Tomo 1: Centro y Cuyo. Córdoba, Argentina. Ecoval. 188 p.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. 2020. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. [www.infostat.com](http://www.infostat.com)
- Ellsworth, S.W.; Crandall, P.G.; Lingbeck, J.M.; O'Bryan, C.A. 2018. Perspective on the control of invasive mesquite trees and possible alternative uses. *iForest* 11:577-585. DOI: [10.3832/ifor2456-011](https://doi.org/10.3832/ifor2456-011)
- Fernández Soares, M.S.Jr.; Alves de Souza, K.; Almeida, B. de J.; de Araujo, F.L.; da Silva, C.S.; ...; Bagaldo, A.R. 2021. Mesquite pod (*Prosopis juliflora*) meal on meat quality of pasture-finishing lambs. *Tropical Animal Health Production*. 10:1-19. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-585210/v1>

- Flores de Valgas Rodríguez, A.M.; Alcívar Martínez, M.A. 2018. Valoración productiva y uso del algarrobo como suplemento forrajero en la provincia de Manabí. Tesis *Magister Scientiae*. Sangolquí, Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. 50 p.
- Galera, F.M. 2000. Los algarrobos: las especies del género *Prosopis* (algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. UNC-Secretaría de Ciencia y Tecnología, Córdoba. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/ad314s/ad314s00.htm>
- Giraudó, C.; Villar, M.L.; Villagra, E.S. 2014. Engorde de ovinos y caprinos a corral. San Carlos de Bariloche, Argentina: INTA. 48p.
- Girma, M.; Urge M.; Getachew, A. 2011. Ground *Prosopis juliflora* pods as feed ingredient in poultry diet: effects on growth and carcass characteristics of broilers. *International Journal of Poultry Science*. 10(12):970-976. DOI: [10.3923/ijps.2011.970.976](https://doi.org/10.3923/ijps.2011.970.976)
- González, M.F.; Herrera, V.G.; Quinteros Dupraz, M.J. 2015. Corderos manchegos. Rendimiento y características de la canal. *En: Memorias IX Congreso Latinoamericano de especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos*. La Rioja, Argentina, mayo 2015.
- González, M.F.; Ricarte, R.A.; Guzmán, L.M.; Castro, O.E.; Díaz, R.F. 2021. La producción caprina en el Chaco Árido Riojano-Catamarqueño. Red de Innovación para el Desarrollo Rural del Gran Chaco americano en el Contexto del Cambio Climático. FONTAGRO. [https://www.researchgate.net/publication/354922405\\_La\\_Produccion\\_Caprina\\_en\\_el\\_Chaco\\_Arido\\_Riojano\\_-\\_Catamarqueno](https://www.researchgate.net/publication/354922405_La_Produccion_Caprina_en_el_Chaco_Arido_Riojano_-_Catamarqueno)
- González, M.V.; Tapia, M.M. 2017. Manual de manejo ovino. *Boletín INIA* 368(3). <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6668>
- Grajales, H.A.; Moreno, D.C.; Cárdenas, E.A. 2011. Guía técnica de producción ovina y caprina: IV. Aspectos de manejo y control nutricional y alimenticio. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13308>
- Guaita, M.S.; Fernández, H.H. 2005. Tablas de composición química de alimentos para rumiantes. INTA. Publicaciones Regionales. 60 p.

- Herrera, V.G.; González, M.F.; Sosa, P.A.; Quinteros Dupraz, M.J. 2016. Factores que afectan la producción de corderos manchegos. Comunicación. *Revista Argentina de Producción Animal* 36(1):120.
- Hristov, A.N.; Ahvenjarvi, S.; McAllister, T.A.; Huhtanen, P. 2003. Composition and digestive tract retention time of ruminal particles with functional specific gravity greater or less than 1.02. *Journal of Animal Science*. 81(10):2639–2648. DOI: [10.2527/2003.81102639x](https://doi.org/10.2527/2003.81102639x)
- Holguín, V.A.; García, I.I.; Mora-Delgado, J. 2018. Árboles y arbustos para silvopasturas. Uso, calidad y alometría. Ibagué. Universidad del Tolima. 136 p.
- Horneck, D.A; Miller, R.O. 1998. Determination of total nitrogen in plant tissue. In: Kalra, Y.P. (Ed.) *Handbook of reference methods for plant analysis*. CRC Press, pp. 75-83
- Hughes, C.E.; Ringelberg, J.J.; Lewis, G.P.; Catalano, S.A. 2022. Disintegration of the genus *Prosopis* L. (*Leguminosae*, *Caesalpinioideae*, *mimosoid* clade). *PhytoKeys* 205:147-189. DOI: [10.3897/phytokeys.205.75379](https://doi.org/10.3897/phytokeys.205.75379)
- Institut National de la Recherche Agronomique. 1981. Alimentación de los rumiantes. Mundi-Prensa, Madrid, España, pp. 25-39.
- Instituto de Botánica Darwinion. 2018. Flora del Cono Sur. <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/Especies.asp>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2021. Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados definitivos. 1ª.ed. INDEC: Ciudad Autónoma de Buenos Aires [https://www.indec.gov.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018\\_resultados\\_definitivos.pdf](https://www.indec.gov.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_definitivos.pdf)
- Intriago-Mendoza, H.O. 2013. Suplementación del algarrobo (*Prosopis juliflora*) y del guasmo (*Guazuma ulmifolia*) en el engorde del ganado bovino de doble propósito. Tesis *Magister Scientiae*. Riobamba, Ecuador. Escuela superior Politécnica de Chimborazo: 104 p.
- Jiménez-Escobar, N.D. 2019a. Ciclo de las plantas forrajeras: dinámicas y prácticas de una comunidad ganadera del Chaco Seco, Argentina. DOI: [10.32859/era.18.39.1-22](https://doi.org/10.32859/era.18.39.1-22)
- Jiménez-Escobar, N.D. 2019b. Etnobotánica asociada al ámbito ganadero: conocimiento, uso y conservación de los recursos vegetales en las Sierras de

Ancasti, Catamarca. Tesis *Philosophicae Scientiae*. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba: 242 p.

Jiménez-Escobar, N.D.; Martínez, G.J. 2019. Plantas que mantienen al ganado: conocimiento campesino asociado a especies forrajeras en la Sierra de Ancasti (Catamarca, Argentina). *Boletín Sociedad Argentina de Botánica*. 4(4):617-635. DOI: [10.31055/1851.2372.v54.n4.24707](https://doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n4.24707)

Joseau, M.J.; Verga, A.R.; Díaz, M.D.P. 2005. Los recursos genéticos de *Prosopis*. en el corredor que une el Chaco árido con el semiárido.

Joseau, M.J.; Frassoni, J.; Verzino, G.; Rodríguez Reartes, S.; Verga, A.; Lopez Lauenstein, D. 2021. Avances en la conservación y obtención de material selecto del Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*, Córdoba, Argentina. *FAVE. Sección Ciencias Agrarias* 20(1): 265-285. DOI: [10.14409/fa.v20i1.10269](https://doi.org/10.14409/fa.v20i1.10269)

Karlin, M.S.; Coirini, R.O.; Zapata, R.M.; Contreras, A.M. 2010. Manejo de los recursos naturales en Salinas Grandes. En: Coirini, R.O.; Karlin, M.S.; Reati, G.J. (Eds). *Manejo sustentable del ecosistema Salinas Grandes, Chaco Árido*. Encuentro Grupo Editor, pp. 203-222.

Koech, O.K.; Kinuthia, R.N.; Wahome, R.G.; Choge, S.K. 2010. Effects of *Prosopis juliflora* seedpod meal supplement on weight gain of weaner Galla goats in Kenya. *Research Journal of Animal Sciences*. 4(2):58-62.

Lamarque, A.L.; Maestri, D M.; Grosso, N.R.; Zygadlo, J.A.; Guzmán, C.A. 1994. Proximate composition and seed lipid components of some *Prosopis* (*Leguminosae*) from Argentina. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 66(3):323-326. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740660309>

Lange, A. 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carnes. AACREA, Colección Investigación Aplicada. 74 p.

Ledesma, R.; Saracco, F.; Coria, R.D.; Epstein F.; Gómez, A.; Kunst, C.; Ávila M.; Pensiero, J.F. 2017. Guía de forrajeras herbáceas y leñosas del Chaco Seco: identificación y características para su manejo. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. Kit de extensión para el Gran Chaco. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, Argentina. 100 p.

- Leng, R. 1990. Factors affecting the utilization of “poor quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews*. 3:277-303. DOI: [10.1079/NRR19900016](https://doi.org/10.1079/NRR19900016)
- Lippke, H., Ellis, W.C.; Jacobs, B.F. 1986. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. *Journal of Dairy Science*. 69(2):403-412.
- Macrae, J.E.; Armstrong, D.G. 1968. Enzyme method for determination of  $\alpha$ -linked glucose polymers in biological materials. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. (19):578-581. DOI: [10.1002/jsfa.2740191006](https://doi.org/10.1002/jsfa.2740191006)
- Manotoa-Chicaiza, S.P. 2016. Capacidad de defaunación ruminal y mitigación de gases de efecto invernadero: efecto de leguminosas forrajeras arbóreas y arbustivas. Tesis *Magister Scientiae*. Ambato, Ecuador. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato. 37 p.
- Martín, G.O.; Nicosia, M.G.; Colombo, M.B.; Lucas, J. 2001. Fenología de floración y fructificación en leñosas nativas del Chaco Semiárido de Tucumán y algunas consideraciones para su aprovechamiento forrajero. II Reunión de Producción Vegetal del NOA, Tucumán, Argentina. Vol. I: 325-334.
- Martínez Lasanta, L. 2021. Estudio de las células caliciformes en yeyuno e íleon como marcadores de las coccidiosis en corderos de cebo alimentados con pulpa de algarrobo como fuente de taninos condensados. Tesis de grado. Escola Tècnica superior d'Enginyeria Agrària, Universitat de Lleida. 44 p.
- Martínez, R.D.; Peña S.; Abbiati, N.N.; López, G; Sacchero, D.; Aladin, I; Allignani, R. 2022. Characteristics of wool, weight and body Condition in Creole sheep from the Northwest of the province of Catamarca Argentina. *Latin American Archives of Animal Production* 30(2): 101-108. DOI: [10.53588/alpa.300204](https://doi.org/10.53588/alpa.300204)
- Maxar Technologies. 2021. Imagen EEA INTA Santa Cruz – Catamarca. [Imagen satelital]. Google Earth (10.41.2.1) <https://earth.google.com/web/search/catamarca/@-28.49804738,-65.66709736,560.47662043a,545.34726506d,35y,0.00000995h,2.76579981t,0r/data=CigiJgokCRFRVd8BNzpAERNRVd8BNzrAGWJbamAikUFAIZ6GQAfbfFLAOgMKATA>

- McDonald, P.; Edwards, R.A.; Greenhalgh, J.D.F.; Morgan, C.A. 2002. Animal nutrition (6<sup>th</sup> ed). Pearson Prentice Hall: Edimburgo (UK), pp. 33-47.
- Mejía-Haro, I.; Soria-Rodríguez, L.I.; Ortiz de la Rosa, B.; Marín-Perales, V.M.; Ramón-Ugalde, J.P.; Rivera Lorca, J.; Ramos-Dávila, M. 2021. Parámetros productivos de corderos alimentados con dietas de diferente concentración de vainas de *Prosopis laevigata*. *Acta Universitaria* 31:1-11. DOI: [10.15174/au.2021.3149](https://doi.org/10.15174/au.2021.3149)
- Micheloud, J.F; Vera, T.A.; Colque Caro, L.A.; Gimeno, E.J. 2018. Clinico-pathological findings in natural cases of 'mascadera' in goats. *Tropical Animal Health and Production* 50(2):441-444. DOI: [10.1007/s11250-017-1422-5](https://doi.org/10.1007/s11250-017-1422-5)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina. (s.f.). Programa Nacional para el consumo carne ovina. Campaña. Recuperado el 1 de diciembre 2021. <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/cordero-argentino/campa%C3%B1a/programa>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España. (s.f.). Raza ovina Manchega. Recuperado el 20 de enero de 2022 [https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo-razas/ovino/manchega/datos\\_productivos.aspx](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo-razas/ovino/manchega/datos_productivos.aspx)
- Montañez-Valdez, O.D.; Reyes-Gutiérrez, J.A.; Ley-de Coss, A.; Vicente-Pérez, R.; Gómez-Vázquez, A; Guerra-Medina, C.E. 2021. Composición química y degradación ruminal de la vaina de mezquite (*Prosopis* spp.) a diferente estado de madurez. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 8(2):1-9. DOI: [10.19136/era.a8n11.2857](https://doi.org/10.19136/era.a8n11.2857)
- Moore, J.E.; Brant, M.H.; Kunkle, W.E.; Hopkins, D.I. 1999. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. *Journal Animal of Science*. 77(2):122-135. DOI: [10.2527/1999.77suppl\\_2122x](https://doi.org/10.2527/1999.77suppl_2122x)
- Moreno, M.C.; Torres, L.; Campos, C. 2018. Nuevos aportes al uso de *Prosopis flexuosa* en el centro oeste de Argentina y su interpretación en el marco general de la Ecorregión del Monte. *Revista Etnobiología*, 16(3):18-35.
- Morlans, M.C. 1995. Regiones naturales de Catamarca. Provincias geológicas y provincias fitogeográficas. Universidad Nacional de Catamarca. Area geológica

<http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/006-fitogeografia-catamarca.pdf>

National Research Council. 1985. Nutrient requirements of sheep. Sixth Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C., USA. 112 p.

Nobre, F. V. 1981. Substitution of wheat flour (*Triticum vulgare*) by the ground algarobeira fruit (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) in the feeding of dairy cows. M.Sc. Thesis. Areia, Brasil. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. 51 p.

Núñez Aguilar, F.A.; Álvarez de Toledo, J.M. 2004. El riego en la provincia de Catamarca. Banco Mundial. 93p. <https://docplayer.es/21225853-El-riego-en-la-provincia-de-catamarca-fausto-a-nunez-aguilar-jose-m-alvarez-de-toledo.html>

Obeidat, B.S.; Abdullah, A.Y.; Al-Lataifeh, F.A. 2008. The effect of partial replacement of barley grains by *Prosopis juliflora* pods on growth performance, nutrient intake, digestibility, and carcass characteristics of Awassi lambs fed finishing diets. *Animal Feed Science and Technology*. 146(1-2):42-54. DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2007.12.002](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.12.002)

Obeidat, B.S.; Shdaifat, M.M. 2013. Partial substitution of barley grain with *Prosopis juliflora* pods in lactating Awassi ewes' diets: Effect on intake, digestibility and nursing performance. *Small Ruminants Research*. 111:50-55. DOI: [10.1016/j.smallrumres.2012.09.013](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.09.013)

Oduol, P.A. 1985. Estimation of above-ground biomass and pod nutrition value for selective *Prosopis* species. *Master science Thesis*, Texas A&M University. <https://hdl.handle.net/1969.1/ETD-TAMU-1985-THESIS-O27>

Oyarzabal, M.; Clavijo, J.R.; Oakley, L.J.; Biganzoli, F.; Tognetti, P.M.; Barberis, I.M.; ...; Leon, R.J.C. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral* 28(1): 1-156. DOI: [10.25260/EA.18.28.1.0.399](https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.0.399)

Paoli, H. 2002. Recursos hídricos de la Puna, Valles y Bolsones Áridos del Noroeste Argentino. Convenio INTA EEA Salta-CIED. 274p.

Pasiecznik, N.M.; Felker, P.; Harris, P.J.; Harsh, L.; Cruz, G.; Tewari, J.C.; ...; Maldonado, L.J. 2001. The *Prosopis juliflora*-*Prosopis pallida* complex: a

monograph. *Forest Ecology and Management* 174(1)  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00559-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00559-5)

Paula Almeida, M.; Oliveira de Souza, E.J.; Verás, A.S.C.; de Andrade Ferreira, M.; Torres, T.R.; ...; da Silva, A.H. 2017. Meat quality of dairy steers fed mesquite pod meal in Semid-Arid. *Journal of Agricultural Science* 9(7): 155-163. DOI: [10.5539/jasv9n7p155](https://doi.org/10.5539/jasv9n7p155)

Pece, M.; Juárez de Galíndez, M.; Acosta, M.; G. de Benítez, C.; Saavedra, S.; Bruno, C. 2008. Relación entre la longitud de la vaina y el número de semillas por vaina de Algarrobo blanco. *Revista de Ciencias Forestales. Quebracho*. 15:59-63.

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: [10.4314/sajas.v46i4.3](https://doi.org/10.4314/sajas.v46i4.3)

Peña-Avelino, L.Y.; Pinos-Rodríguez, J.M.; Vicente, J.G.; García-López, J.C.; Yáñez, L.; Grajales, A. 2017. Effects of *Prosopis laevigata* pods on carcass characteristics, non- carcass components, meat quality, fatty acid profile and sensory attributes. *South African Journal of Animal Science*. 47(6):785-793. DOI: [10.4314/sajas.v47i6.6](https://doi.org/10.4314/sajas.v47i6.6)

Perea, M. del V.; Pedraza, G.; Luceros, J. del V. 2011. Relevamiento de flora arbórea autóctona en la provincia de Catamarca. Consejo Federal de inversiones, Buenos Aires, pp. 15-23, 183-202.

Pereira, T.C. de J.; Pereira, M.L. A.; Almeida P.J. P.; Carvalho, G.G. P.; da Silva F.F.; ...; dos Santos, A.B. 2014. Substitution of corn for mesquite pod meal in diets for lambs. *Italian Journal of Animal Science*. 13:501-506. DOI: [10.4081/ijas.2014.3278](https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3278)

Pérez, M.J. 2017. Revalorización de frutos nativos argentinos. Caracterización química y funcional de frutos de algarrobos. Tesis *Philosophical Scientiae*. Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. 201 p.

Pinto, J.J.; Varlamoff, N.B.; Bono, G.R.; Borelli, V.S. 2019. Determinación de la disponibilidad y análisis nutricional del forraje en un bosque xerofítico del Chaco

- Semiárido, departamento Bermejo, Formosa, Argentina. *Revista Agronómica Noroeste Argentino*. 39(1):31-35.
- Pinto-Ruiz, R.; Gómez-Castro, H.; Guevara-Hernández, F.; Hernández-Sánchez, D.; Ruiz-Sesma, B. 2014. Preferencia y conducta ingestiva de ovinos alimentados con frutos arbóreos tropicales. *Revista científica*. 24(2):158-163.
- Pivotto R.; Iglesias Casal, J.; Banchio, J.L.; Gervasoni, P.; Rojas, G.F.; Castro, O.E.; Gómez Pérez, H.; Quiroga, A. 2018. La producción de carne en la provincia de Catamarca – Argentina. *Revista de Divulgación Técnica, Agrícola y Agroindustrial* 87:1-19.
- Prokopiuk, D.; Cruz, G.; Grados, N.; Garro, O.; Chiralt A. 2000. Estudio comparativo entre frutos de *Prosopis alba* y *Prosopis pallida*. *Multequina* 9(1):35-45.
- Provenza, F.D.; Villalba, J.J.; Dziba, L.E.; Atwood, S.B.; Banner, R.E. 2003. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity (Review). *Small Ruminant Research* 49(3):257–274. DOI: [10.1016/S0921-4488\(03\)00143-3](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00143-3)
- Puricelli, M.M.; Quinteros Dupraz, M.J.; Perea de Ogas, M.A. 2009. INTA EEA Catamarca, Campo Anexo Santa Cruz, departamento Valle Viejo, provincia de Catamarca. INTA EEA – Catamarca. *Boletín Agrometeorológico Mensual* 1:13 p.
- Quiroga, A.; Reinoso-Franchino, G. 2010. Árboles nativos de la provincia de Catamarca. Atlas de Catamarca. Universidad Nacional de Catamarca. Facultad de Ciencias Agrarias. Cátedra de Ecología Agraria. *ISSUU*. Recuperado el 27 de diciembre de 2021 [https://issuu.com/juan3109/docs/a\\_quiroga\\_g\\_reinoso\\_franchino](https://issuu.com/juan3109/docs/a_quiroga_g_reinoso_franchino) -
- Quiroga A.; Esnarriaga, D.N. 2014. Diversidad de forrajeras nativas consumidas por el ganado caprino en el área pedemontana del Chaco Árido, Catamarca. *Revista Biología en Agronomía*. 4(1):121-147.
- Rakivala, K; Patel, A.M.; Murthy, K.S.; Wadhvani, K.N. 1995. Growth efficiency in feedlot lambs on *Prosopis juliflora* based diets. *Small Ruminants Research* 16:227-231. DOI: [10.1016/0921-4488\(95\)00639-3](https://doi.org/10.1016/0921-4488(95)00639-3)
- Riat, P. 2012. Conocimiento campesino, el “monte santiagueño” como recurso forrajero. *Trabajo y Sociedad* 19:477-491.

- Riat, P.; Stampella, P.C.; Pochettino, M.L. 2018. Incidencia de la estrategia de uso múltiple en la autosubsistencia de dos comunidades campesinas de la Argentina. *Revista Gaia Scientia* 12(1):128-145.
- Rocha, S.J. 2015. Planificación de un sistema agrosilvopastoril sustentable en un establecimiento de San Luis. Tesis de grado. Buenos Aires. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. 95 p.
- Román, H. 2016. Bromatología de la vaina de mezquite (*Prosopis* spp.) como alternativa para consumo sustentable en la comarca lagunera. Tesis de grado. Torreón, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 61 p.
- Rossi, C.A. 2010. El sistema silvopastoril en la Región Chaqueña Árida y Semiárida Argentina. *Sitio Argentino de Producción Animal*. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/manejo%20silvopastoril/146-Reg\\_Chaque.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/146-Reg_Chaque.pdf)
- Rubio, L.A.; Molina, E. 2016. Las leguminosas en alimentación animal. *Arbor*. 192(779) DOI: [10.3989/arbor.2016.779n3005](https://doi.org/10.3989/arbor.2016.779n3005)
- Ruiz Tavares, D.R. 2011. Uso potencial de la vaina de mezquite para la alimentación de animales domésticos del Altiplano potosino. Tesis *Magister Scientiae* San Luis Potosí, México. Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina, Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. 102 p.
- Ruiz, S.C; García E.M.; Nediani, T.; Zimmerman, M.; Nazareno, M. A.; Martínez, S. 2019. Potencial antioxidante y actividad antimicrobiana e extractos de hojas de mistol (*Zizyhus mistol*), algarrobo blanco (*Prosopis alba*) y tusca (*Acacia aroma*) procedentes de Santiago del Estero, Argentina. *Revista Foro de la Alimentación, la Nutrición y la Salud*. 1(1):10-19. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/11713>
- Ruiz-Nieto, J.E.; Hernández-Ruiz, J.; Hernández-Marín, J.; Mendoza-Carrillo, J.; Abraham-Juárez, M.; ...; Mireles-Arriaga, A.I. 2020. Mesquite (*Prosopis* spp.) tree as a feed resource for animal growth. *Agroforestry Systems* 94:1139-1149. DOI: [10.1007/s10457-020-00481-x](https://doi.org/10.1007/s10457-020-00481-x)
- Santa Cruz, R.H.; González, M.F.; Quiroga, A.; Quinteros Dupraz, J. 2018. Evaluación de "Liga" *Phoradendron liga* (Gillies ex Hook. y Arn.) Eichler como suplemento

- forrajero invernal en cabrillas de primer servicio. *Revista del CIZAS* 19(1 y 2):29-38.
- Satter, L.D.; Slyter, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition*. 32(2):199-208. DOI: [doi.org/10.1079/BJN19740073](https://doi.org/10.1079/BJN19740073)
- 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 Science*. 17(5):719-725. DOI: [10.5713/ajas.2004.719](https://doi.org/10.5713/ajas.2004.719)
- Sciammaro, L.P. 2015. Caracterización fisicoquímica de vainas y harinas de algarrobo (*Prosopis alba* y *Prosopis nigra*): Aplicaciones en productos horneados y fermentados. DOI: [10.35537/10915/51407](https://doi.org/10.35537/10915/51407)
- Servicio Meteorológico Nacional (Argentina). (08 de Enero de 2020). Tiempo y Clima: resumen 2019. <https://www.smn.gov.ar/noticias/tiempo-y-clima-resumen-2019-0>
- Silva, M.P.; Martínez, M.J.; Coirini, R.; Bruntti, M.A.; Balzarini, M.; Karlin, U. 2000. Valoración nutritiva del fruto del algarrobo blanco (*Prosopis chilensis*) bajo distintos tipos de almacenamiento. *Revista Multequina* 9: 65-74.
- Silverio, M.J.; Luceros, J. 2014. Flora de la comunidad de los Barreales (Chaco Árido) del Sur de Catamarca, Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca. *Revista de Biología* 8:55-97.
- Sirohi, A.S.; Mathur, B.K.; Misra, A.K.; Tewari, J.C. 2017. Effect of feeding crushed and entire dried *Prosopis juliflora* pods on feed intake, growth and reproductive performance of arid goats. *The Indian Journal of Animal Sciences*. 87(2):238-2408. DOI: [10.56093/ijans.v87i2.67761](https://doi.org/10.56093/ijans.v87i2.67761)
- Slianikove, N.; Perevolotsky, A.; Provenza, F.D. 2001. Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. *Animal Feed Science and Technology*. 91(1):69-81. DOI: [10.1016/S0377-8401\(01\)00234-6](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00234-6)
- da Silva, A.S. 1986. Utilization of flour from *Prosopis juliflora* pods as a substitute for wheat flour in rations for egg-laying hens. In: Habits, M.A.; Saavedra, J.C. (Eds). The Current State of Knowledge on *P. juliflora*, FAO, II International Conference on *Prosopis*. Recife, Brazil. August 1986.

- Sosa, P.A.; González M.F.; Almaraz, S.C.; Herrera, V.G.; Bustos, S.; Quinteros Dupraz, M.J.; Ogas, M. 2017. Respuesta productiva de corderos Manchegos en dos sistemas de engorde. *Revista Argentina de Producción Animal*. 37(1):233.
- Tagliamonte, C M.; Ortiz, U.M.; de Tomasini, A.L.L.; Dal Pont, S. 2014. El servicio de provisión de forraje en el bosque nativo chaqueño: una aproximación al análisis económico. Facultad de Agronomía UBA. *Revista Agronomía y Ambiente*, 34(1-2):37-46.
- Tapia, A.M.; Luque V.; Aybar, S.; Núñez, M.L.; Allolio, P. 2012. Evaluación de distintos métodos de la dormición en semillas de *Prosopis chilensis*. *Revista del CIZAS*, 12-13(1-2):55-61.
- Tapia, A.M.; Romero, A.; Luque, V. 2012. Reproducción y multiplicación de especies autóctonas del Valle Central de Catamarca. *Revista de Divulgación Técnica Agrícola y Agroindustrial*, 27:8.
- Terán Cardozo, J.R. 1995. Sistema silvopastoril y leñosas forrajeras en el monte chaqueño serrano de Chuquisaca: aproximaciones a la problemática e importancia socio-económica en el sistema agrario del Rancho Corso en la provincia Tomina. Sucre, Bolivia. Plafor. 135 p.
- Toso, R.E.; Poblete, G.E.; Boeris, M.A. 2017. Efecto de *Prosopis flexuosa* DC. var. *flexuosa* (algarrobo) sobre la motilidad gastrointestinal. *Ciencia Veterinaria*, 14(1):54-61.
- Vallejo, D.M. 2021. Caracteres diagnósticos para la identificación de plantas tóxicas que afectan la ganadería ovina del Valle Medio de Río Negro. Tesis de grado. Choele Choel, Avellaneda, Río Negro. Universidad Nacional de Río Negro. 68 p.
- 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: [10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Van Soest, P.J. 1994. Function of the Ruminant Forestomach. In *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press. Ithaca, NY, pp. 230-252
- Verbist, K.; Santibañez, F.; Gabriels, D.; Soto, G. 2010. Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe. CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, 25.54p.

- Wentzel, H.; Alonso, M. 2020. Factores que influyen en la utilización de especies leñosas por bovinos y ovinos en sistemas pastoriles. *AgroSur*. 48(1):1-9. DOI: [10.4206/agrosur.2020.v48n1-01](https://doi.org/10.4206/agrosur.2020.v48n1-01)
- William, K; Jafri, L. 2015. Mesquite (*Prosopis juliflora*): livestock grazing, its toxicity and management. *Journal of Bioresource Management*. 2(2):49-58. DOI: [10.35691/JBM.5102.0021](https://doi.org/10.35691/JBM.5102.0021)
- Yasin, M.; Animunt, G. 2014. Replacing cottonseed meal with ground *Prosopis juliflora* pods effect on intake, weight gain and carcass parameters of Afar sheep fed pasture hay basal diet. *Tropical Animal Health and Production* 46(6):1079-1085. DOI: [10.1007/s11250-014-0615-4](https://doi.org/10.1007/s11250-014-0615-4)
- Zubrzycki, B.; Mappia, M.M.; Pastorino, L. 2003. La propiedad de la tierra y el agua en el Noroeste Argentino. El caso de los campos comuneros en el valle de Hualfín. *Estudios Atacameños* 25:103-116. DOI: [10.4067/S0718-10432003002500006](https://doi.org/10.4067/S0718-10432003002500006)