



## Factores que influyen en la utilización de especies leñosas por bovinos y ovinos en sistemas pastoriles

### Factors influencing the utilization of woody species by cattle and sheep in grazing systems

Wentzel, H.<sup>a\*</sup>, Alonso, M.<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Magister en Ciencias Mención Producción Animal, Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

<sup>b</sup> Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received: 05.08.2019

Accepted: 15.01.2020

##### Keywords:

Browsing

Cattle

Selectivity

Sheep

Silvopasture

Original Research Article,  
Pastures and Forage Crops

##### \*Corresponding author:

Hope Wentzel

E-mail address:

[hope.wentzel@alumnos.uach.cl](mailto:hope.wentzel@alumnos.uach.cl)

#### ABSTRACT

Grasslands with associated shrubs and forests represent an important sector of agricultural production and provide indispensable ecosystem services and economic activity for farmers worldwide. Although sheep and cattle diets are principally composed of herbaceous species, these animals also consume woody plant resources even when herbaceous species are available. Given the importance of livestock production in these mixed ecosystems, a thorough understanding of the factors that contribute to the utilization of woody species by sheep and cattle is fundamental to the proper management of these systems to preserve their functionality and productivity. This review examines recent research in grassland-shrub-forest systems in order to report on the current understanding of the grassland-tree/shrub-animal interactions and to propose possible areas of further study.

#### RESUMEN

Pastizales asociados a masas boscosas representan un sector importante de la producción agrícola, contribuyendo con servicios ecosistémicos y económicos importantes para agricultores alrededor del mundo. Aunque bovinos y ovinos basan sus dietas en especies herbáceas, también consumen especies leñosas aun cuando especies herbáceas se encuentren disponibles. Debido a la importancia de esos ecosistemas mixtos, un mejor conocimiento de los factores que influyen en el uso especies leñosas por bovinos y ovinos es fundamental para un manejo que preserve su funcionalidad y productividad. Esta revisión examina recientes investigaciones en los sistemas pastizal-bosque-matorral para sintetizar el conocimiento actual respecto de las interacciones pradera-árbol/arbusto-animal e identificar áreas para futura investigación.

*Palabras claves:* bovinos, ovinos, ramoneo, silvopastoril.

#### EL SISTEMA PRADERA-ÁRBOL/ARBUSTO-ANIMAL

##### Visión y objetivos

Los sistemas pastoriles asociados a masas boscosas y arbustivas son una importante fuente de bienes y servicios (Alonso *et al.*, 2016), representando una actividad económica importante, y en algunos casos fundamental, para la subsistencia en dichos lugares (Genin *et al.*, 2016; Quinteros *et al.*, 2013). Muchos de estos sistemas deben implementarse con un mínimo

de inversión debido a limitaciones económicas o logísticas y, por lo tanto, dependen casi en su totalidad de los recursos forrajeros herbáceos, así como de las especies leñosas presentes en el lugar (Zampaligré *et al.*, 2013). Además de lo anterior, muchos bosques utilizados para la ganadería poseen un alto valor ecológico y estético, por lo cual su manejo pastoril debe permitir la conservación de su habilidad para cumplir estas funciones (Bava y Rechene, 2004).

Mientras que bovinos y ovinos tienen una dieta compuesta principalmente por especies herbáceas,

en los sistemas boscosos ellos también consumen arbustos y árboles como parte importante de su alimentación (Papachristou *et al.*, 2005). La utilización de éstas es el reflejo de la selección alimenticia de los animales como resultado de sus preferencias, donde las limitaciones para la selección son mínimas (Hodgson, 1979; Parsons *et al.*, 1994; Maxwell *et al.*, 2016), así como de la disponibilidad de recursos forrajeros y de las condiciones ambientales (Hodgson, 1979).

El consumo de árboles, generalmente de sus hojas y brotes, puede tener consecuencias negativas en el crecimiento y desarrollo de las plantas, afectando el ecosistema en su conjunto (Vila y Borrelli, 2011; Alonso *et al.*, 2016). A través del ramoneo, el ganado puede afectar sistemas boscosos en términos de la composición botánica, la producción de biomasa y los procesos ecológicos como el reciclaje de nutrientes, en adición al establecimiento y propagación de los árboles (Hobbs, 1996; Vila y Borrelli, 2011; Maxwell *et al.*, 2016). Entonces, un mayor conocimiento sobre la preferencia y selección del ganado por especies leñosas es fundamental para el manejo sustentable de dichos ecosistemas (Cosgrove *et al.*, 1999; Quinteros *et al.*, 2013; Alonso *et al.*, 2016). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue revisar los factores que influyen en la preferencia, selección y utilización de especies leñosas por parte de bovinos y ovinos, con el fin de contribuir al conocimiento necesario para el manejo ganadero de sistemas boscosos y arbustivos.

## Alcance y tópicos

Las características vegetacionales del sitio tienen un fuerte efecto en la inclusión de árboles y arbustos en la dieta de bovinos y ovinos. La oferta de especies leñosas afecta su participación en la dieta (Zampaligré *et al.*, 2013; Schoenbaum *et al.*, 2017). Factores como la composición botánica, las asociaciones con otras plantas y la topografía del lugar afectan la accesibilidad a los arbustos y árboles y la selección alimenticia de los animales (Briske, 1996; Torres y Renison, 2016; Schoenbaum *et al.*, 2017). Otras fuentes de alimento disponibles en el pastizal modifican las opciones para el ganado y la selección de árboles y arbustos (Genin *et al.*, 2016). Además, estas especies pueden presentar un alto valor nutritivo, especialmente en épocas cuando la oferta del pasto es baja (Quinteros *et al.*, 2013). Sin embargo, 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 bovinos y ovinos (Briske, 1996; Genin *et al.*, 2016; Hernández-Orduño *et al.*, 2015; López-Sánchez *et al.*, 2014). Todos estos factores son afectados por el tiempo y la época del año (Cosgrove *et al.*, 1999; Quinteros *et al.*, 2013;

Capo *et al.*, 2016). Cambios en las curvas de crecimiento de las praderas resultan en déficit de alimento durante ciertos períodos, provocando un aumento de la utilización de arbustos y árboles (Quinteros *et al.*, 2013; Zampaligré *et al.*, 2013). Adicionalmente, la época del año determina qué plantas están disponibles en el pastizal y los requerimientos nutricionales de los animales, junto con la calidad nutritiva del forraje de los árboles y arbustos (Capo *et al.*, 2016; Genin *et al.*, 2016; Schoenbaum *et al.*, 2017). Por ello, la preferencia, selección y utilización de árboles y arbustos por el ganado puede ser muy diferente en distintas épocas del año.

Las características de plantas y animales en combinación con el manejo animal pueden afectar la preferencia y selección alimenticia y, por lo tanto, las interacciones animal-árbol en estos sistemas. El valor nutritivo del forraje provisto por los árboles es un factor que influye fuertemente en la selectividad del animal por especies leñosas y entre una planta y otra (Hernández-Orduño *et al.*, 2015; Maxwell *et al.*, 2016). El contenido de compuestos secundarios, como taninos, puede afectar la tasa de consumo de las hojas (Hernández-Orduño *et al.*, 2015). La palatabilidad, que es determinada por una combinación de factores químicos como el contenido de compuestos secundarios, la calidad nutritiva y morfológica y la durabilidad y textura de la hoja también hacen a algunos árboles más elegibles que otros (Hodgson, 1979; Capo *et al.*, 2016). Factores como la edad del árbol y sus mecanismos de defensa al ramoneo también afectan la palatabilidad de éste y la selectividad del ganado (Briske, 1996; Echevarría *et al.*, 2014).

Las experiencias previas de pastoreo y ramoneo influyen en la selectividad del ganado por los componentes de su dieta (Provenza *et al.*, 2003). Por eso, la dieta de una vaca u oveja puede ser muy específica a los individuos o población en un área y las interacciones entre animales y plantas pueden ser diferentes en cada caso particular. Otros componentes de la dieta de bovinos y ovinos afectan la utilización de árboles en su dieta. Si la dieta es variada y equilibrada, es más probable que bovinos y ovinos elijan más material de árboles sin importar el contenido de taninos o la baja calidad nutritiva, que si la dieta es dominada por sólo un componente (Provenza *et al.*, 2003; Echevarría *et al.*, 2014). La carga animal también puede aumentar o disminuir el consumo de las especies leñosas por los animales (Echevarría *et al.*, 2014; Schoenbaum *et al.*, 2017; Capo *et al.*, 2016).

Así, la selectividad y utilización de árboles en la dieta de bovinos y ovinos en sistemas con vegetación leñosa son afectados por la preferencia y experiencias previas del ganado, la disponibilidad de forraje de los árboles, la composición de la dieta, factores ambientales del sitio y la época del año.

## INTERACCIONES PLANTA-ANIMAL

### Características de la vegetación

#### *Disponibilidad de forraje*

La disponibilidad de forraje de los árboles claramente afecta la tasa de selección de éstos como recurso forrajero. Algunos autores indican que los animales eligen sus dietas basados en la cantidad y calidad de alimento disponible, tanto del forraje de los árboles, así como también de las otras plantas en el área (Bartolomé *et al.*, 2011; Quinteros *et al.*, 2013).

En un estudio realizado en España por Bartolomé *et al.* (2011) se determinó que la utilización de especies leñosas por parte de bovinos incluyó entre un 44 y hasta un 89% del total de la dieta a través del año. Basados en el índice de selectividad moderado, los autores señalan que el alto nivel de inclusión de esta fuente de alimentación en su dieta fue debido principalmente a una alta oferta de ésta en su entorno más que por mera preferencia de ellos. Estos resultados son similares a los observados por Zampaligré *et al.* (2013), donde se observó que bovinos y ovinos aumentaron su consumo de especies leñosas al ver restringida la disponibilidad de especies herbáceas.

En sistemas silvopastoriles de *Nothofagus antártica* (ñirre) se encontró que los bovinos tuvieron menos efecto sobre el crecimiento de ñirre después de que los árboles alcanzaron una altura de 1,6 m y que los árboles más grandes fueron menos dañados y tuvieron mayor crecimiento que los árboles más pequeños (Echevarría *et al.*, 2014; Alonso *et al.*, 2016). Estos resultados pueden indicar que una mayor altura previene el ramoneo por animales, disminuyendo el consumo animal por la baja disponibilidad de material consumible (Briske, 1996; Echevarría *et al.*, 2014). Sin embargo, el ramoneo puede tener efectos graves independiente de la edad de la planta, haciendo más difícil la regeneración del bosque. En su estudio en bosques de ñirre, Alonso *et al.* (2016) encontraron daños en un 80% de los brotes nuevos de un renoval de más de 20 años.

#### **Factores ambientales: comunidades de plantas y topografía del sitio**

Factores ambientales, que incluyen otras plantas en el sitio y la topografía del área afectan la accesibilidad al forraje de los árboles. Además, impactan la selectividad del ganado por la diversidad de opciones de alimento ofrecido. En el caso de renovales en la Patagonia, el forraje de alto valor nutritivo puede ser escaso, por lo que los brotes de *N. antártica* y *N. pumilio* son una buena fuente de alimento para el ganado debido a su alto contenido de proteína bruta, hasta un 8,90% comparado con 6,71% en la pradera arbolada y un 5,54%

en una pradera abierta en el caso de un estudio realizado en Magallanes, Chile (Alonso, 2016; Quinteros *et al.*, 2013).

Para una adecuada evaluación, se debe también considerar el efecto de factores ambientales que pueden entregar protección a los árboles disminuyendo su selección por parte del ganado (Briske, 1996). Por ejemplo, árboles con espinas creciendo al lado de árboles sin defensas contra el pastoreo pueden prevenir el ramoneo de estos últimos. Así, las asociaciones vegetales juegan un rol importante en la disponibilidad y utilización del forraje leñoso (Briske, 1996; Torres y Renison, 2016).

En ecosistemas que presentan un mosaico de bosques y pastizales, como es el caso de los "mallines" en la Patagonia, la relación entre la superficie de bosques y de áreas abiertas puede afectar el uso de los árboles por el ganado (Quinteros *et al.*, 2013). Algunos estudios han demostrado que la utilización de las diferentes especies por parte de los animales no está directamente relacionada con su presencia en los sectores sometidos a pastoreo (Schoenbaum *et al.*, 2017; Vila y Borrelli 2011). Vila y Borrelli (2011) observaron que 82-95% de la dieta de bovinos estuvo compuesta por sólo 18 de las 47 especies presentes en el sitio de estudio. Por otra parte, en pastizales arbolados del Mediterráneo, donde las áreas boscosas constituyen 56% del área disponible para pastoreo, los bovinos del estudio pasaron 66% de su tiempo pastoreando estas áreas comparado con un 34% de su tiempo destinado al pastoreo de praderas abiertas, indicando que los bovinos utilizan las áreas boscosas mayoritariamente, a pesar de que tienen acceso a praderas que ofrecen mayor porcentaje de especies herbáceas, que son la base de la dieta del bovino (Schoenbaum *et al.*, 2017). Esa diferencia en utilización es afectada por cambios estacionales, resultando en que las áreas boscosas son más utilizadas en verano y otoño cuando se encuentra una menor cantidad y calidad de forraje en las praderas y las altas temperaturas causan que los animales busquen protección del sol (Schoenbaum *et al.*, 2017). Quinteros *et al.* (2013) también encontraron que los animales utilizaron los mallines patagónicos en épocas de mayor disponibilidad de forraje, pero cuando los recursos forrajeros se agotaron con el cambio de época, el uso de éstos disminuyó en favor de otros sitios.

Por otro lado, la utilización de áreas boscosas de difícil acceso debido a la topografía es afectada por la densidad animal. Generalmente, terrenos con mayores pendientes y bosques o matorrales más densos son menos usados por bovinos que terrenos con menor pendiente y bosques o matorrales menos densos (Schoenbaum *et al.*, 2017). Sin embargo, la raza y edad del animal influyen en la utilización de terrenos boscosos y con pendiente (DelCurto *et al.*, 2005). La distribución del ganado en el terreno y la selección alimenticia

cambia durante el año de acuerdo a las condiciones climáticas, las dinámicas nutricionales del forraje y la abundancia de éste (Ganskopp y Bohnert, 2009; Alonso *et al.*, 2016). Por ejemplo, la preferencia de bovinos por terrenos con menor pendiente es evidente en primavera, cuando la abundancia de forraje permite a los animales pasar más tiempo en terrenos más planos (Schoenbaum *et al.*, 2017). Así, para facilitar el uso de la vegetación leñosa es importante mantener el equilibrio entre una densidad de árboles o arbustos suficiente para ofrecer protección, pero abierta lo necesario para permitir el ingreso y movimiento de los animales y la penetración de luz para facilitar el crecimiento de la estrata herbácea, y una densidad de animales lo suficientemente alta para utilizar los terrenos menos deseables (Alonso *et al.*, 2016).

### **Calidad nutritiva y palatabilidad**

La preferencia de los animales por ciertas especies de plantas está relacionada con las características de éstas, como su valor nutritivo y palatabilidad. Aunque los bovinos y ovinos se caracterizan por una dieta de pastos y hierbas, también utilizan forraje de árboles y arbustos, más aún, cuando la calidad de sus hojas es alta (Papachristou *et al.*, 2005; Espunyes *et al.*, 2019). Quinteros *et al.* (2013) encontraron que en renovales de *N. pumilio* (lenga) de la Patagonia la dieta de bovinos estuvo compuesta por un 19% de dicha especie y que sus brotes tienen un alto contenido de proteína bruta, al igual a los de *N. antártica*, aumentando su palatabilidad para el ganado (Alonso, 2016). En la Patagonia Chilena, Alonso (2016) encontró que durante el otoño (abril), los valores de proteína bruta alcanzaron 8,43-8,90% en brotes de ñirre, mientras que en los pastos asociados al bosque solamente tuvieron valores de 5,10-6,85%. Además, el ñirre tuvo valores de fibra detergente neutra más deseables que los de la pradera, 37,39 a 39,02% versus 53,56 a 60,46%, respectivamente. La pradera tuvo valores de energía metabolizable (1,68 a 2,23 Mcal kg<sup>-1</sup> MS) similares al ñirre (1,74 a 1,93 Mcal kg<sup>-1</sup> MS). El análisis nutritivo del ñirre indica que esta especie ofrece forraje de buena calidad nutritiva para los animales. Vila y Borrelli (2011) también encontraron que bovinos pastoreando bosques patagónicos incluyeron grandes proporciones de especies leñosas en su dieta y ramonearon selectivamente especies de *Nothofagus*, indicando que estos árboles constituyen un importante recurso forrajero.

La palatabilidad de las hojas y tallos juveniles de los árboles cambia dependiendo de la edad del árbol y sus mecanismos de resistencia al ramoneo. Por lo tanto, la palatabilidad del árbol cambia durante las distintas épocas del año y a lo largo de su vida, lo que tiene un efecto sobre la selectividad de los animales (Briske, 1996; López-Sánchez *et al.*, 2014). En el caso de bovinos pasto-

reando bosques abiertos de *Quercus agrifolia* (encina de California) en California, EE.UU., los animales ramonean más los árboles cuando éstos son más jóvenes (López-Sánchez *et al.*, 2014). Ésto se debe a los mecanismos de defensa que tiene *Q. agrifolia*, los que incluyen hojas más duras que otras especies del género *Quercus* y hojas con bordes espinosos, características que se desarrollan más tarde en la vida de la planta (López-Sánchez *et al.*, 2014). Además, por lo general, los árboles más jóvenes presentan hojas y tallos más tiernos, por lo que son más consumidos (Echevarría *et al.*, 2014). En el caso de árboles de *N. antarctica*, sus mecanismos de resistencia al pastoreo incluyen el crecimiento compensatorio, que otorga la capacidad aumentar el número de ramificaciones después de un evento de ramoneo (Echevarría *et al.*, 2014). *N. antarctica* continúa siendo palatable en su madurez, por lo que sigue siendo una opción de forraje atractiva para bovinos y ovinos (Briske, 1996; Echevarría *et al.*, 2014; Alonso *et al.*, 2016).

Las plantas, y especialmente los árboles, pueden producir metabolitos secundarios como un mecanismo de defensa al pastoreo, lo cual también disminuye su palatabilidad (Briske, 1996). La presencia de taninos puede afectar la selectividad del forraje por los animales, quienes prefieren alimentos con menores cantidades de estos compuestos (Hernández-Orduño *et al.*, 2015). Por otra parte, se ha demostrado que los metabolitos secundarios de algunas plantas tienen propiedades antiparasitarias y que, por lo tanto, pueden aumentar su selección por rumiantes debido a este beneficio (Athanasiadou y Kyriazakis, 2004). Además, Grainger *et al.* (2009) demostraron que el consumo de taninos condensados por bovinos disminuye la emisión de metano, lo cual podría ser una ventaja en el contexto de cambio climático. Sin embargo, el consumo de taninos condensados disminuyó la producción de leche, lo cual debe ser considerado cuando se utilizan recursos forrajeros que contienen taninos. El efecto que tienen estos metabolitos sobre la selectividad y consumo del forraje de especies leñosas depende de varios factores, como la concentración de taninos, su efecto específico en el animal y el valor nutritivo de la planta entera (Athanasiadou y Kyriazakis, 2004; Hernández-Orduño *et al.*, 2015; Genin *et al.*, 2016).

### **Estación de crecimiento**

Los recursos forrajeros cambian en su cantidad y calidad durante el año y esos cambios pueden afectar la selectividad de los animales para ramonear los árboles (Shoenbaum *et al.*, 2017; Zampaligré *et al.*, 2013).

Genin *et al.* (2016) notaron que en los sistemas de producción ovinos, el déficit de forraje ocurre en otoño cuando los pastos son escasos, por lo que esta estación representa la época de mayor consumo de árboles. Además, en estos sistemas frecuentemente se usa



*Quercus ilex* (encina) como alimento en la época invernal, porque tiene hojas siempre verdes y proporcionan alimento mientras que otros forrajes están cubiertos por la nieve (Genin *et al.*, 2016). De la misma forma, Zampaligre *et al.* (2013) observaron un incremento en el tiempo de ramoneo de bovinos y ovinos durante la temporada calurosa-árida de Burkina Faso, el que fue asociado a una menor disponibilidad de recursos forrajeros herbáceos confirmando entonces que bajo estas condiciones el uso de especies leñosas representa una parte importante de la dieta.

En los sistemas silvopastoriles de Chubut, Argentina, los recursos forrajeros en los mallines se agotan al final del verano, por lo que el consumo de árboles y arbustos aumenta en esta época para cubrir los déficits alimenticios (Quinteros *et al.*, 2013). Por otra parte, en renovales de *N. pumilio* en Chubut, la frecuencia de la lenga y otras especies leñosas en la dieta de bovinos aumenta entre inicios y fines de verano de un 13% a 24,5%, respectivamente. Por el contrario, el consumo de las gramíneas y graminoides disminuye de 63% a 43% en la misma época (Quinteros *et al.*, 2013). Este efecto puede ser por cambios en la cantidad (aumento en la cantidad de forraje de árboles y disminución en la cantidad de pastos); en la calidad (aumento en la calidad del forraje de árboles y disminución en la calidad de los pastos) o una combinación de ambos factores. Sin embargo, si los bovinos en el estudio no tuvieron experiencia previa ramoneando, el aumento en el consumo de lenga y arbustos puede ser por una familiarización creciente con dichas especies durante el verano (Provenza *et al.*, 2003).

Vila y Borrelli (2011) encontraron que la composición de la dieta en la Patagonia Argentina cambiaba durante el año, pero que estas variaciones se debieron a cambios en el consumo de arbustos y hierbas, porque el consumo de árboles y pastos (gramíneas) fue constante durante el año. Ello puede indicar que el alimento proporcionado por los árboles es elegido por los vacunos porque es un alimento preferido y no es utilizado solamente para suplir el déficit cuando hay poca producción de forraje (Vila y Borrelli, 2011). Genin *et al.* (2016) encontraron que aunque los ovinos consumieron más forraje de los árboles *Fraxinus dimorpha* (fresno) en otoño, cuando había poco pasto, consumieron *F. dimorpha* durante todo el año, indicando que el consumo de árboles no es solamente para cubrir un déficit nutricional.

Adicionalmente, cambios morfológicos durante el año pueden hacer al árbol más palatable y consumido en épocas en las que todavía hay buena disponibilidad de forraje herbáceo (Genin *et al.*, 2016). En sistemas montañosos los ovinos comienzan a ramonear los brotes de los árboles *F. dimorpha* en abril, cuando las hojas son blandas y jóvenes (Genin *et al.*, 2016).

Mientras que la época del año claramente tiene un efecto sobre el crecimiento de los árboles y sobre el fo-

rraje disponible para el ramoneo por los animales, la época del año también tiene un impacto sobre el comportamiento de pastoreo en relación a los sectores del terreno que los animales ocupan y las proporciones de forraje, especies leñosas y otras que incluyen en su dieta (DelCurto *et al.*, 2005; Alonso *et al.*, 2016). La interacción entre el comportamiento animal y el crecimiento de los árboles a lo largo del año puede resultar en distintas tasas de crecimiento de árboles, lo cual tiene implicaciones ecosistémicas (Capo *et al.*, 2016). Estos mismos autores encontraron que la tasa de crecimiento relativa fue igual entre árboles introducidos o exóticos y árboles nativos durante la época húmeda, mientras que el ramoneo del ganado aumentó en la época seca, lo que llevó a una tasa de crecimiento neta negativa para los árboles exóticos y nula para los árboles nativos.

## Características de los animales

### Raza y experiencias previas

Tanto la raza del animal como la familiarización de este con especies leñosas como fuente de alimento, pueden aumentar la probabilidad de que consuma estas especies. Bartolomé *et al.* (2011) encontraron que los bovinos *Alberes*, una raza rústica, semi-salvaje, pequeña que habita el Parque Natural de la Albera en las montañas Pirineos, incluyen desde 44% hasta 89% de especies leñosas en su dieta con una mínima suplementación en invierno; lo cual es considerado elevado para los niveles de inclusión esperados en bovinos (Putman *et al.*, 1987).

Investigadores han encontrado que las experiencias previas influyen en cuales alimentos eligen los animales y que puede resultar que animales, como individuos, elijan una dieta distinta de lo habitual para una especie (Provenza *et al.*, 2003). Ganado en ambientes con acceso a especies leñosas pueden aprender a incluir esas especies en su dieta, como se evidencia en el estudio de Espunyes *et al.* (2019), quien encontró que los bovinos y ovinos en las praderas alpinas pirineas de España incluyen especies leñosas a un nivel de 16,2% y 12,4% de la dieta, respectivamente.

En un estudio realizado en México, Hernández-Orduño *et al.* (2015) mencionan que, para medir la selectividad de ovinos frente a árboles con taninos, es importante utilizar una raza rústica, adaptada al clima, con experiencia previa (8 meses) pastoreando y ramoneando las especies de dicha área.

Genin *et al.* (2016) también utilizaron razas de ovinos locales e individuos acostumbrados al consumo de las hojas de *F. dimorpha*, un fresno local, y un periodo de acostumbramiento de 10 días antes de comenzar un ensayo de digestibilidad de sus hojas. En ambos estudios, la atención de los investigadores estuvo en el

acostumbramiento de la flora ruminal y la experiencia previa, pudiendo ser ambos factores importantes en la selección y habilidad de los animales para utilizar árboles como fuente de alimento.

De la misma manera, Vila y Borrelli (2011) explicaron que los bovinos en su estudio en Argentina fueron capaces de incorporar un gran porcentaje de plantas leñosas en su dieta. Esto indica que la experiencia previa de los animales permitió un mayor consumo de alimento leñoso del que es normal para bovinos en otros sistemas productivos. El ensayo de Quinteros *et al.* (2013) también incluyó bovinos pastoreando sistemas boscosos en Argentina, pero no indicó la existencia de experiencias previas de consumo de leñosas por los bovinos. Si los bovinos tuvieron experiencia previa ramoneando en esos mismos sistemas, eso puede explicar su consumo de especies leñosas durante todo el periodo, mientras que el aumento en su consumo al final del verano es probablemente debido a cambios en la disponibilidad del forraje en esa época. Por otra parte, si los bovinos no tuvieron experiencia de pastoreo previo en estos sistemas boscosos, el aumento en el consumo a finales del verano puede ser debido al acostumbramiento de los bovinos a especies leñosas durante el estudio (Quinteros *et al.*, 2013; Provenza *et al.*, 2003).

Así, la selectividad del ganado por especies leñosas o por una especie en particular tiene que ver con la combinación de la experiencia previa del animal y la palatabilidad de la especie, la que está relacionada con los mecanismos de defensa de la planta.

### **Características del forraje en relación a los animales que lo consumen**

Múltiples autores han encontrado que especies leñosas ofrecen una fuente de forraje palatable y de adecuado valor nutritivo a pesar de sus altos contenidos de lignina y metabolitos secundarios (Genin *et al.*, 2016; Quinteros *et al.*, 2013). Genin *et al.* (2016) encontraron que, aunque el valor nutritivo de *F. dimorpha*, un árbol nativo de Marruecos, no fue destacado, los valores de fibra detergente neutra (FDN: 321 g kg MS<sup>-1</sup>) y lignina (<100 g kg MS<sup>-1</sup>) fueron aceptables para el consumo animal. Además, el contenido de proteína cruda (PC: 83,5 g kg MS<sup>-1</sup>) fue superior al requerimiento de capones en mantención (Genin *et al.*, 2016). Sin embargo, los ovinos en el estudio cubrieron sólo un 67% de sus requerimientos de energía metabolizable (EM) y un 32% de sus requerimientos de PC con *F. dimorpha* (Genin *et al.*, 2016). Otros componentes de la dieta pueden cubrir los requerimientos no cubiertos con el forraje de los árboles. En el estudio de Hernández-Orduño *et al.* (2015), el contenido nutritivo de las hojas de los árboles fue el factor principal en la selección entre un árbol u otro. Las ovejas del estudio eligieron las hojas que tuvieron mayor digestibilidad y mayor

cantidad de PC y otros macronutrientes (Hernández-Orduño *et al.*, 2015).

Hernández-Orduño *et al.* (2015) encontraron que ovejas a las cuales se les ofreció hojas de árboles con varios niveles de taninos eligieron principalmente las hojas de *Acacia gaumeri* y *Brosimum alicastrum*, las cuales presentaron el menor nivel de taninos. Sin embargo, entre las dos especies las ovejas prefirieron *A. gaumeri* a pesar de tener un mayor nivel de taninos en comparación a *B. alicastrum* y no hubo diferencias entre el índice de selectividad de las ovejas que recibieron una dosis de polietilenglicol, un compuesto que bloquea los efectos negativos de los taninos, y las ovejas que no recibieron este compuesto, indicando que los taninos no fueron el principal factor involucrado en la selectividad de las ovejas.

La palatabilidad de especies leñosas puede estar asociada a plantas con bajos mecanismos de defensa contra los herbívoros y alto valor nutritivo (Capo *et al.*, 2016; Quinteros *et al.*, 2013). En Argentina, un estudio por Capo *et al.* (2016), encontró que la presencia de ganado tuvo un efecto más grave en la regeneración y crecimiento de árboles no-nativos que árboles nativos. Se encontró un mayor ramoneo de árboles exóticos, indicando una mayor preferencia por estos árboles, los que incluyeron *Ulmus pumila* y *Gleditsia triacanthos* (Capo *et al.*, 2016). Muchas veces, los árboles introducidos tienen características preferidas por el ganado, como hojas más blandas, más anchas, más delgadas y una densidad de madera menor que los árboles nativos, aumentando su palatabilidad y la probabilidad de ser consumidos (Capo *et al.*, 2016). *N. pumilio* es una especie nativa altamente palatable y que posee pocas defensas contra la defoliación, por lo que es altamente consumida por bovinos en la Patagonia Argentina y Chilena (Quinteros *et al.*, 2013; Vila y Borrelli, 2011). Dichos autores encontraron alta selectividad de bovinos por especies del género *Nothofagus* en todas las épocas del año, incluso en épocas con alta disponibilidad de gramíneas y hierbas, indicando una preferencia que puede ser atribuida a su valor nutritivo notable por su alto contenido de proteína bruta y su palatabilidad (Alonso, 2011; Quinteros *et al.*, 2013; Vila y Borrelli, 2011). Hjeljord *et al.* (2014) encontraron que diferentes especies de árboles en Noruega fueron consumidas en distinto grado por bovinos, confirmando lo planteado por Capo *et al.* (2016) en el sentido que hay selectividad de árboles cuando el ganado pastorea praderas boscosas (Cosgrove *et al.*, 1999). La selección de árboles puede ser por diferencias en palatabilidad, por ejemplo, *Fraxinus dimorpha* fue más consumido por ovinos que *Fraxinus excelsior* debido al sabor amargo de este último (Genin *et al.*, 2016). Genin *et al.* (2016) también informaron que los ovinos consumen las hojas nuevas de *F. dimorpha* en la primavera, cuando éstas se encuentran en un estado más tierno, y por lo tanto

más palatable, indicando que la utilización de especies leñosas no es solamente en épocas de baja producción de especies herbáceas.

Estudios en renovals de robles de la región Mediterránea en Europa, también demostraron que las dietas de bovinos se modifican dependiendo de la época del año (Schoenbaum *et al.*, 2017). Esos cambios pueden estar relacionados a la disponibilidad de forraje de otras fuentes o por los cambios en las necesidades nutricionales de los animales. Schoenbaum *et al.* (2017) al analizar los datos en el horizonte de todo un año encontraron que los bovinos consumen vegetación leñosa selectivamente, y que, a pesar de que los bovinos están identificados como animales de dieta herbácea, la dieta tenía un componente de vegetación leñosa en cada una de las tres estaciones del año en que el consumo fue medido. Quinteros *et al.* (2013) también encontraron que la composición de la dieta cambia en relación con la estación del año.

### **Componentes de la dieta**

Provenza *et al.* (2003) explicaron que todos los componentes de la dieta de un animal afectan el uso de los alimentos. Así, un animal que tiene una dieta balanceada puede utilizar alimentos menos digestibles o con mayor cantidad de compuestos secundarios, con menores consecuencias negativas. En el contexto de ensayos experimentales o en sistemas más intensivos en que se dan concentrados u otras fuentes de alimento a los animales, podemos ver un efecto similar. Si las vacas y ovejas reciben nutrientes balanceados, como una dieta a base de una mezcla de forraje fresco, concentrado y hojas de árboles, como fue el caso en el estudio de Hernández-Orduño *et al.* (2015), eso permite a los animales mayor flexibilidad para consumir alimento leñoso, que puede tener una alta cantidad de taninos o baja calidad nutritiva. Además, la digestibilidad de los forrajes de cualquier tipo puede ser afectada por interacciones con alimento suplementario, pero esos efectos tienen que ser más investigados en el contexto del uso de pastos y forrajes de especies leñosas (Dixon y Stockdale, 1999).

Genin *et al.* (2016) también observaron que la cantidad de oferta de los árboles *F. dimorpha* dependió en los otros componentes de la dieta de los ovinos. Sin embargo, esa observación viene desde las entrevistas con agricultores marroquíes respecto de sus prácticas comunes. Entonces, es difícil concluir si los cambios en la oferta de árboles en reemplazo a otros componentes de la dieta fueron debido a los animales que necesitaban esos cambios para cumplir con sus requerimientos nutricionales, o porque los productores pensaron que eran necesarios.

Por lo tanto, los administradores de sistemas ganaderos con árboles deben considerar todos los compo-

ponentes de la dieta animal que pueden estar disponibles en el pastizal, así como otros forrajes y concentrados que consumen sus animales, para saber cómo optimizar el uso de árboles en la alimentación del ganado.

### **Carga animal**

La carga animal aumenta la probabilidad de que los bovinos y ovinos seleccionen árboles, los que generalmente son considerados de baja calidad forrajera. Cuando la carga animal es alta, los animales eligen una dieta más variada y entran a sectores del hábitat, como bosques densos, donde no entran generalmente (Provenza *et al.*, 2003). Schoenbaum *et al.* (2017) demostraron que cuando la carga animal es mayor, las vacas utilizan más las áreas arboladas que cuando la carga animal es menor. Echevarría *et al.* (2014) también encontraron que un aumento en la carga animal aumentó la presión de ramoneo bovino sobre árboles jóvenes de ñirre. En el caso de bovinos, el efecto de la alta carga animal en el aumento en la selección de árboles es más importante cuando los árboles son más bajos que la altura necesaria para escapar del ramoneo (Echevarría *et al.*, 2014). Hay que considerar ese efecto en el manejo de sistemas silvopastoriles en varias formas, porque la carga animal puede ser una herramienta importante para la utilización de los árboles. Si el objetivo es disminuir la cantidad de árboles, como es el caso con árboles invasivos, una alta carga animal podría ser un beneficio para el sistema (Capo *et al.*, 2016). Pero si el objetivo es aumentar la regeneración de un bosque, una carga animal más baja es mejor alternativa (Echevarría *et al.*, 2014).

Schoenbaum *et al.* (2017) mostraron cómo una alta carga animal puede superar la defensa de los árboles contra el pastoreo. A pesar de que los árboles en un terreno con mayor pendiente son menos consumidos por bovinos debido a la dificultad de acceso, cuando se aumentó la carga animal, los animales pasaron más tiempo en los terrenos con mayores pendientes, indicando que, los ganaderos pueden utilizar cargas animales para aumentar el consumo de árboles y vegetación leñosa en sectores de difícil topografía, venciendo la protección natural que ofrece el hábitat a los árboles (Schoenbaum *et al.*, 2017).

### **LIMITACIONES DE LOS ESTUDIOS DE UTILIZACIÓN DE ESPECIES LEÑOSAS**

Mientras que los estudios evaluados mostraron varios ejemplos de interacciones entre los árboles, bovinos y ovinos en distintos sistemas en el mundo, hubo limitaciones en la manera de interpretar los resultados. Varios estudios, incluyendo Hjeljord *et al.* (2014), Schoenbaum *et al.* (2017) y Echevarría *et al.* (2014) evaluaron el daño en las plantas por los animales, pero sus metodologías permitieron algún espacio para el

error en la interpretación del daño y en la respuesta de los árboles, pudiendo ser posible que las respuestas fueran mal interpretadas. Considerando que las plantas son capaces responder en maneras específicas al daño que sufren, es importante definir claramente cuáles son las respuestas de las plantas que han sufrido daño por ramoneo y cuáles son los indicadores de daño (Fuchs *et al.*, 2017). Estudios futuros pueden ayudar a dilucidar las respuestas específicas de los árboles al ramoneo entregando mayor información respecto de la compleja interacción entre el ganado y las especies leñosas.

Adicionalmente, falta mayor claridad en la literatura respecto a los patrones de cambio en el consumo de especies leñosas a lo largo de las estaciones del año (Vila y Borrelli, 2011).

Quinteros *et al.* (2013) tenían distintas cargas animales en sus tres sitios de ensayo y considerando que otros estudios han demostrado que la carga animal puede tener un fuerte efecto sobre la selectividad en el pastoreo y ramoneo del ganado, la metodología utilizada puede constituir una limitación del estudio (Shoenbaum *et al.*, 2017). Además, las cantidades de MS reportadas tuvieron grandes errores estándar, por ejemplo, la disponibilidad de forraje en el mallín Patagónico fue  $2.312 \pm 322,7$  kg MS ha<sup>-1</sup> (Quinteros *et al.*, 2013). Según Quinteros *et al.* (2013) este es un problema en varios estudios en la Patagonia, pero no queda claro si la inconsistencia es porque la producción de materia seca es muy variable, la técnica de muestreo no es adecuada o el tamaño de las muestras es muy pequeño. De todas maneras, el problema debe ser identificado y solucionado, particularmente en la Patagonia, donde encontrar ganadería en bosques es frecuente.

Debido a que la selectividad de los animales por ciertos alimentos puede ser afectada por diversos factores, es difícil separar estos factores al investigar las razones de la selectividad y el comportamiento de pastoreo en un ensayo (Provenza *et al.*, 2003). Quinteros *et al.* (2013) no identificó si los bovinos utilizados en el ensayo tuvieron experiencia previa pastoreando renovales de lenga, su edad, condición corporal, ni la raza, factores que pueden afectar la selectividad de los animales (Provenza *et al.*, 2003). Entonces, es difícil concluir de su estudio qué fracción de la selectividad fue por características del forraje y época del año, y qué fracción fue por acostumbramiento u otros factores animales (Provenza *et al.*, 2003).

## CONCLUSIONES

Dada la alta prevalencia mundial de sistemas ganaderos asociados a bosques, resulta importante el conocimiento de las dinámicas en las interacciones entre árboles y animales. El ramoneo de los árboles por animales es una interacción importante que afecta tanto la salud de los animales como la propagación de los

bosques. Entonces, el conocimiento de los factores que determinan la selectividad y utilización de árboles por el ganado es fundamental para el diseño y manejo de estos sistemas productivos y su perpetuidad. Las características vegetales, ambientales, y temporales influyen en las dinámicas de la disponibilidad y valor nutritivo del forraje de los árboles y en su utilización por el ganado. Las preferencias de los animales pueden ser afectadas por el valor nutritivo de las plantas, el contenido de los metabolitos secundarios y la palatabilidad de la vegetación. Otros componentes de la dieta, la experiencia previa de los animales y la carga animal también afectan la selectividad y utilización de los árboles por el ganado. Considerando la complejidad de los sistemas silvopastoriles, es importante seguir estudiando las interacciones entre árboles y ganado para definir claramente los efectos e implicancias para un manejo sostenible de estos sistemas globalmente.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Sergio Vallejos Duque por sus valiosos comentarios al manuscrito original.

## REFERENCIAS

- Alonso, M., 2016. Informe de Análisis Nutricional. Laboratorio de Nutrición Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal.
- Alonso, M., Schmidt, A., Schmidt, H., 2016. Sistemas silvopastorales en bosques de *Nothofagus antártica* (G. Forst.) Oerst. y *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser en la Patagonia Sur de Chile, en: Sotomayor, Á., Barros, S. (Eds.), Los Sistemas Agroforestales en Chile. Instituto Forestal (INFOR), Santiago, Chile, pp. 267-294.
- Athanasiadou, S., Kyriazakis, I., 2004. Plant secondary metabolites: antiparasitic effects and their role in ruminant production systems. *Proceedings of the Nutrition Society* 63, 631-639.
- Bartolomé, J., Plaixats, J., Piedrafita, J., Fina, M., Adrobau, E., Aixas, A., Bonet, M., Grau, J., Polo, L., 2011. Foraging Behavior of *Alberes* Cattle in a Mediterranean Forest Ecosystem. *Rangeland Ecology & Management* 64 (3), 319-324.
- Bava, J.O., Rechene, D.C., 2004. Dinámica de la regeneración de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) como base para la aplicación de sistemas silvícolas, en: Arturi, M.F., Frangi, J.L., Goya, J.F. (Eds.), *Ecología y Manejo de los Bosques de Argentina*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina, pp. 1-22.
- Briske, D.D., 1996. Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A Functional Interpretation, in: Hodgson, J., Illius, A.W. (Eds.), *The Ecology and Management of Grazing Systems*, CAB International, Wallingford, pp. 37-67.
- Capo, E.A., Aguilar, R., Renison, D., 2016. Livestock reduces juvenile tree growth of alien invasive species with a minimal effect on natives: a field experiment using exclosures. *Biological Invasions* 18, 2943-2950. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1185-3>



- Cosgrove, G.P., Waghorn, G.C., Parsons, A.J., 1999. Exploring the nutritional basis of preference and diet selection by sheep. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 61, 175–180. [https://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland\\_publication\\_513.pdf](https://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland_publication_513.pdf)
- Del Curto, T., Porath, M., Parsons, C.T., Morrison, J.A., 2005. Management strategies for sustainable beef cattle grazing on forested rangelands in the Pacific Northwest. *Rangeland Ecology & Management* 58 (2), 119–127. <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/view/19053>
- Dixon, R.M., Stockdale, R., 1999. Associative effects between forages and grains: Consequences for feed utilization. *Australian Journal of Agricultural Research* 50, 757–774.
- Echevarría, D.C., von Müller, A.R., Hansen, N.E., Bava, J.O., 2014. Efecto del ramoneo bovino en renovales de *Nothofagus antarctica* en Chubut, Argentina, en relación con la carga ganadera y la altura de las plantas. *Bosque* 35 (3), 357–368. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/bosque/v35n3/art10.pdf>
- Espunyes, J., Lurgi, M., Büntgen, U., Bartolomé, J., Calleja, J.A., Gálvez-Cerón, A., Peñuelas, J., Serrano, E., 2019. Different effects of alpine woody plant expansion on domestic and wild ungulates. *Global Change Biology* 25 (5), 1808–1819. <https://doi.org/10.1111/gcb.14587>
- Fuchs, B., Krischke, M., Mueller, M.J., Krauss, J., 2017. Herbivore-specific induction of defense metabolites in a grass–endophyte association. *Functional Ecology* 31, 318–324. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2435.12755>
- Ganskopp, D.C., Bohnert, D.W., 2009. Landscape nutritional patterns and cattle distribution in rangeland pastures. *Applied Animal Behaviour Science* 116, 110–119. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.10.006>
- Genin, D., Crochot, C., MSou, S., Araba, A., Alifriqui, M., 2016. Meadow up a tree: Feeding flocks with a native ash tree in the Moroccan mountains. *Pastoralism: Research, Policy and Practice* 6, 11 <https://doi.org/10.1186/s13570-016-0058-9>
- Grainger, C., Clarke, T., Auld, M.J., Beauchemin, K.A., McGinn, S.M., Waghorn, G.C., Eckard, R.J., 2009. Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 89 (2), 241–251
- Hernández-Orduño, G., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Capetillo-Leal, C.M., Aguilar-Caballero, A.J., Alonso-Díaz, M.A., 2015. A tannin-blocking agent does not modify the preference of sheep towards tannin-containing plants. *Physiology & Behavior* 145, 106–111. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.04.006>
- Hjeljord, O., Histøl, T., Wam, H.K., 2014. Forest pasturing of livestock in Norway: effects on spruce regeneration. *Journal of Forestry Research* 25 (4), 941–945. <https://doi.org/10.1007/s11676-014-0487-5>
- Hobbs, N.T., 1996. Modification of the Ecosystems by Ungulates. *The Journal of Wildlife Management* 60 (40), 695–713. <https://www.jstor.org/stable/3802368>
- Hodgson, J., 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science* 34, 11–18. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1979.tb01442.x>
- Jacobs, J., 1974. Quantitative Measurement of Food Selection; A Modification of the Forage Ratio and Ivlev's Electivity Index. *Oecologia* 14, 413–417. <https://doi.org/10.1007/BF00384581>
- López-Sánchez, A., Schroeder, J., Roig, S., Sobral, M., Dirzo, R., 2014. Effects of Cattle Management on Oak Regeneration in Northern California Mediterranean Oak Woodlands. *PLOS One* 9 (8), 1–9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4134313/>
- Maxwell, T.M.R., Moir, J.L., Edwards, G.R., 2016. Grazing preference of Merino sheep for naturalized annual clover species relative to commonly sown clover species. *Grass and Forage Science* 71, 291–304. <https://doi.org/10.1111/gfs.12176>
- Papachristou, T.G., Platis, P.D., Nastis, A.S., 2005. Foraging behavior of cattle and goats in oak forest stands of varying coppicing age in Northern Greece. *Small Ruminant Research* 59, 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.05.006>
- Parsons, A.J., Newman, J.A., Penning, P.D., Harvey, A., Orr, R.J., 1994. Diet preference of sheep: effects of recent diet, physiological state and species abundance. *Journal of Animal Ecology* 63, 465–478. [https://www.jstor.org/stable/5563?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/5563?seq=1#page_scan_tab_contents)
- 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. *Small Ruminant Research* 49, 257–274. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00143-3](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00143-3)
- Putman, R.J., Pratt, R.M., Ekins, J.R., Edwards, P.J., 1987. Food and feeding behaviour of cattle and ponies in the New Forest, Hampshire. *Journal of Applied Ecology* 24 (2), 369–380.
- Quinteros, C.P., Feijóo, S.M., Arias, N.S., López Bernal, P.M., Bava, J.O., 2013. Dieta de verano de bovinos pastoreando en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) y mallines de Chubut, Argentina. *Revista FCA UNCUIYO* 45 (1), 285–292. <http://bdigital.uncu.edu.ar/5033>
- Schoenbaum, I., Kigel, J., Ungar, E.D., Dolev, A., Henkin, Z., 2017. Spatial and temporal activity of cattle grazing in Mediterranean oak woodland. *Applied Animal Behavior Science* 187, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.11.015>
- Torres, R.C., Renison, D., 2016. Indirect facilitation becomes stronger with seedling age in a degraded seasonally dry forest. *Acta Oecologica*. 70, 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2015.12.006>
- Vandenbergh, C., Freléchoux, F., Moravie, M.A., Gadallah, F., Buttler, A., 2007. Short-term effects of cattle browsing on tree sapling growth in mountain wooded pastures. *Plant Ecology* 188, 253–264. <https://doi.org/10.1007/s11258-006-9160-1>
- Vila, A.R., Borrelli, L., 2011. Cattle in the Patagonian forests: Feeding ecology in Los Alerces National Reserve. *Forest Ecology and Management* 261, 1306–1314. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.01.009>
- Zampaligré, N., Dossa, L.H., Schlecht, E., 2013. Contribution of browse to ruminant nutrition across three agroecological zones of Burkina Faso. *Journal of Arid Environments* 95, 55–64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jarid-env.2013.03.011>

